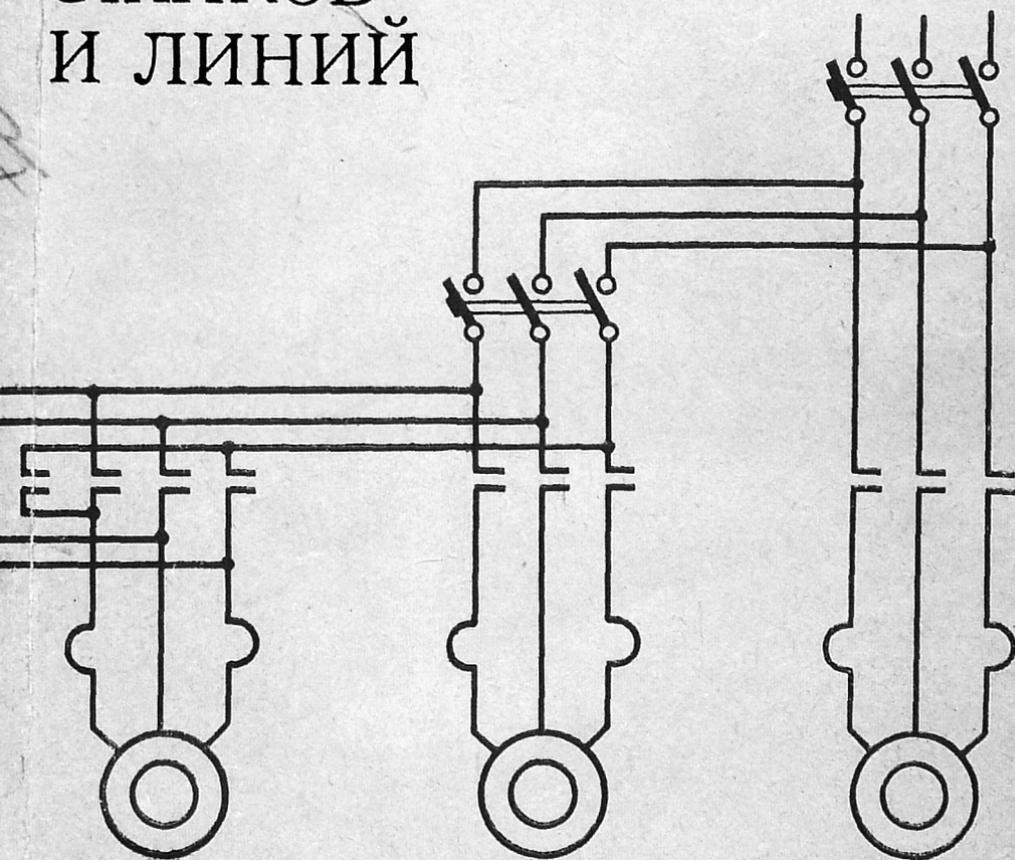


# УНИФИКАЦИЯ И АГРЕГАТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРО- ОБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ И ЛИНИЙ



Ю. Н. ИВЕНСКИЙ, И. К. НОВИК,  
В. С. ПОПЛАВСКИЙ, А. А. ФУРЕМС

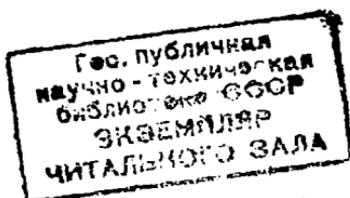
УНИФИКАЦИЯ  
И АГРЕГАТИРОВАНИЕ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
СТАНКОВ  
И ЛИНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО    СТАНДАРТОЗ  
Москва — 1973

Ивенский Ю. Н. и др. Унификация и агрегатирование электрооборудования станков и линий. Издательство стандартов, 1973, с. 296.

*В книге освещены принципы типизации и унификации электрооборудования металлорежущих станков и автоматических линий и его агрегатирования из стандартизованных узлов и деталей. Рассмотрены методы построения типовых унифицированных схем электрического управления станками на основе их секционирования. Приведены конструкции стандартизованных узлов и деталей электрооборудования. Значительное внимание уделено способам проектирования электрических систем управления на основе широкого применения таких узлов и деталей.*

*Книга предназначена для инженеров и техников, занимающихся проектированием, изготовлением и эксплуатацией электрооборудования станков и линий, а также может быть полезна специалистам, работающим в других областях промышленной электроработники. Рис. 88, табл. 55, библи. 25.*



73-38044

84  
13469

## ПРЕДИСЛОВИЕ

вдв  
ст

В настоящее время полная автоматизация производственных процессов становится одним из основных направлений в развитии отечественной промышленности. В связи с этим поставлена задача — увеличить выпуск высокопроизводительных станков и автоматических линий. Однако эта задача не может быть решена без широкого применения прогрессивных высокоэффективных методов унификации и агрегатирования.

Важным компонентом станков и автоматических линий является электрооборудование, которое обладает существенными специфическими признаками, отличающими его от механической части станков и линий. Эти особенности выдвигают ряд дополнительных условий, влияющих на унификацию и агрегатирование станочного электрооборудования. Агрегатированию станков и линий из стандартизованных узлов посвящен ряд работ, в которых систематизированы научно-теоретические и практические разработки вопросов агрегатирования механической части станков и линий. Работы по агрегатированию и унификации электрооборудования до настоящего времени не обобщены, они нашли отражение

лишь в некоторых публикациях в периодических изданиях, различных каталогах, рабочей технической документации заводов-изготовителей и т. п.

Цель настоящей работы — обобщить опыт по унификации и агрегатированию электрооборудования, накопленный отечественными организациями и некоторыми зарубежными фирмами.

В книге использован многолетний опыт Минского специального конструкторского бюро автоматических линий (СКБ-АЛ) и Минского завода автоматических линий (МЗАЛ) по унификации и агрегатированию электрооборудования станков и автоматических линий. Система унификации и агрегатирования электрооборудования, разработанная в Минском СКБ-АЛ и внедренная на МЗАЛ, была отмечена дипломом Всесоюзного конкурса по агрегатированию в машиностроении в 1968 г.

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ И ЛИНИЙ

### 1. ПРЕПОСЫЛКИ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Агрегатирование, как метод компоновки машин и механизмов из ограниченного числа стандартных и типовых узлов, обладающих свойством функциональной взаимозаменяемости, находит в настоящее время все более широкое применение при создании станков и автоматических линий.

Особое значение имеет применение принципов агрегатирования к высокопроизводительному оборудованию; в том числе к специальным станкам и автоматическим линиям, создаваемым в основном как оборудование оригинальное, предназначенное для обработки какого-либо одного изделия. Неагрегатированное оборудование не может переналаживаться с обработки одного изделия на обработку другого, конструкция его необратима. Вследствие этого исключается возможность его использования после смены объекта производства, тормозятся замена и совершенствование конструкции выпускаемых изделий, внедрение передовой технологии.

Внедрение агрегатирования при условии широкой унификации как отдельных элементов, так и целых узлов при создании металлорежущих станков и автоматических линий позволяет сократить сроки их проектирования и изготовления, резко повысить качество, уменьшить стоимость, в короткие сроки переналадить станок или линию при смене обрабатываемой на них детали; силами заводов-потребителей собирать станки и линии из унифицированных узлов, поставляемых централизованно; значительно улучшить ряд важных эксплуатационных показателей (надежность, долговечность, ремонтпригодность и др.). Важнейшим достоинством такого оборудования является его обратимость, т. е. возможность многократного применения его в различных компоновках. Сроки оснащения производства сокращаются при этом в 8—

10 раз. На проектирование и монтаж относительно простых станков требуется два-четыре месяца вместо двух-трех лет, а тяжелых специальных станков и автоматических линий — шесть-десять месяцев вместо трех-четырех лет [1].

При проектировании и изготовлении специальных станков и автоматических линий используются отраслевые стандарты на их узлы, изготавливаемые на специализированных предприятиях. В станках и автоматических линиях, проектируемых минским СКБ-АЛ и выпускаемых МЗАЛ, агрегатные узлы, изготавливаемые по нормальям машиностроения (силовые столы, силовые бабки, базовые узлы, гидростанции, ключи электромеханические и др.), составляют в среднем 70%, причем в станках со стационарными приспособлениями — 75%, в станках с поворотными столами — 80%, в барабанных станках — 74%.

Значительные преимущества дает метод агрегатирования при проектировании, изготовлении и монтаже универсального оборудования. Так, на Минском станкостроительном заводе им. Октябрьской революции при создании гаммы продольно-строгальных, продольно-фрезерных и продольно-шлифовальных станков (всего 52 типоразмера) удельный вес унифицированных и стандартных узлов и деталей составил 80%. В результате затраты на проектирование снизились в три-четыре раза, на производство — более чем в два раза [1].

Электрооборудование — один из наиболее сложных и трудоемких компонентов металлорежущих станков и автоматических линий как для проектирования и изготовления, так и для монтажа и переналадок в условиях эксплуатации. Возросшие в настоящее время требования к надежности и долговечности станков и линий в первую очередь предъявляются к электрооборудованию как наиболее сложному узлу, оказывающему существенное влияние на работу станка или линии в целом.

Преимущества агрегатирования и унификации механических узлов станков и линий в равной степени относятся и к электрооборудованию. Под агрегатированием электрооборудования понимают метод проектирования, изготовления и монтажа узлов и элементов электрооборудования с соблюдением требований их взаимозаменяемости в условиях секционирования, типизации и унификации принципиальных, конструктивных и монтажных решений.

Принятые в настоящее время методы проектирования, изготовления и монтажа электрооборудования сложились в результате длительной практики, учитывающей в основном требования, предъявляемые к электрооборудованию универсальных станков. Сначала проектируются и испытываются опытные образцы, а затем — серия станков. В этом случае электрооборудование станка выполняется как единый целый

узел, функционально и конструктивно не расчлененный и предназначенный или для одного типа станка при серийном производстве, или для конкретного станка при единичном производстве. Особенностью такого электрооборудования является его значительная зависимость от конструкции механической части станка. При таких методах проектирование и изготовление станков и линий высокого качества под силу только крупным машиностроительным заводам при условии длительного нахождения изделия в производстве. Кроме того, в условиях эксплуатации значительно ухудшается обслуживание станков и линий, так как электрические схемы управления слишком сложны, что в свою очередь затрудняет поиск неисправностей. При переналадке и перекомпоновках станков и линий у потребителя требуется полная переделка электрооборудования, его многократное использование практически исключено. Эти методы особенно нерациональны при проектировании и изготовлении специального оборудования, в том числе агрегатных станков и автоматических линий, которые находят все большее применение.

В связи с изложенным можно сделать вывод о целесообразности применения принципов агрегатирования к электрооборудованию металлорежущих станков и автоматических линий. Причем унификация и агрегатирование электрооборудования обусловлены наличием целого ряда технико-экономических предпосылок (рис. 1). Рассмотрим некоторые из них более подробно.

Принципы агрегатирования механических узлов станка могут быть применены и к электрооборудованию. Например, конструктивное разделение на узлы всего электрооборудования или выделение в отдельные узлы (блоки) некоторых его элементов. Кроме того, возможна функциональная специализация (некоторое постоянство функций, выполняемых данным узлом в различных компоновках) в отношении той части электрической схемы, которая осуществляет управление этими узлами. В дальнейшем специализация позволит перейти к типизации и унификации схем управления.

Другой технической предпосылкой является внедрение рациональных способов построения схем управления станками и линиями. Сюда относятся, как видно из рис. 1, секционирование; типизация элементов схем управления; использование современных экономичных систем монтажа аппаратов и проводов; широкое применение аппаратов автоматики и связи, элементов радиоэлектроники и бесконтактного управления, электромагнитов постоянного тока и других аппаратов, обладающих высокой надежностью в эксплуатации.

Секционирование — одна из наиболее важных предпосылок агрегатирования электрооборудования, однако в связи с отсутствием научно обоснованных критериев для оценки

принципов, формы и степени секционирования, принятые в настоящее время системы зависят от практики проектирования, сложившейся в определенной организации и, как правило, не учитывают требований стандартизации, агрегатива-

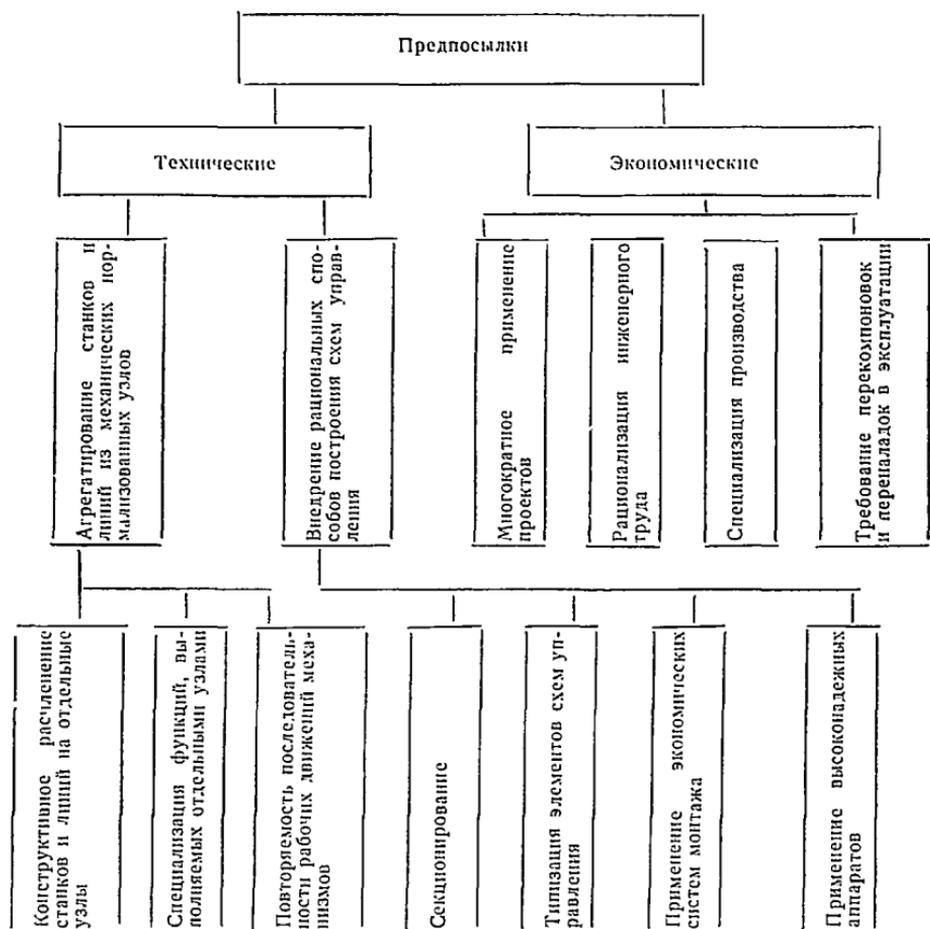


Рис. 1. Основные предпосылки унификации и агрегатирования электрооборудования станков и линий

ния и унификации. Их развитие и углубление с учетом указанных требований является первым и обязательным условием при выполнении агрегатированного станочного электрооборудования.

Одной из экономических предпосылок унификации и агрегатирования электрооборудования является многократное применение части проекта электрооборудования станка или линии. Такое заимствование довольно часто используется при проектировании станочного электрооборудования. Однако,

давая определенную экономию при выполнении проектных работ, заимствование в то же время имеет ряд существенных недостатков: возникают неудобства при запуске узлов в производство, усложняется ориентация в технической документации (особенно в той документации, которая поставляется заказчику). При этом необходимо учитывать, что к качеству технической документации на электрооборудование предъявляются значительно большие требования, чем к технической документации на механическую часть станка. С этой точки зрения больше достоинств имеет заимствование проекта электрооборудования целиком, однако и оно, во-первых, возможно крайне редко, а во-вторых, в некоторых случаях нерационально, так как проект может морально устареть.

Высокий уровень организации учета применимости отдельных узлов электрооборудования и проектов в целом — один из обязательных этапов проведения работ по унификации станочного электрооборудования.

При учете применимости не следует упускать из вида фактор времени. Данные применимости отражают, как правило, результаты конструкторских проработок трех-пятилетней давности, поэтому при их анализе обязательно должно учитываться прогрессивное развитие техники, во-первых, при определении рекомендуемой области унификации, а во-вторых, при регламентации типа, выборе основных параметров и разработке конструкции унифицируемых узлов и элементов электрооборудования.

Учет применимости может быть построен лишь на систематизации компонентов электрооборудования, встречающихся в практике проектирования. Наиболее приемлемой основой такой систематизации является общепринятая классификация агрегатных станков, автоматических линий и элементов их конструкции.

## **2. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАНКОВ И ЛИНИЙ, КОМПОНУЕМЫХ ИЗ СТАНДАРТИЗОВАННЫХ УЗЛОВ**

Принципы унификации электрооборудования рассматриваются в данной книге на примере агрегатных станков и автоматических линий, выпускаемых Минским заводом автоматических линий. Характерной особенностью станков и линий является электромеханический привод отдельных механизмов. Такой привод определяет некоторые специфические особенности проектирования электрооборудования, связанные с большим удельным весом электроаппаратуры, однако общие принципы унификации сохраняются и для других видов привода механизмов.

По своей структуре агрегатный станок или автоматическая линия (агрегат) представляют собой комплекс отдельных механизмов, которые являются независимыми устройствами. Эти механизмы включают исполнительные и управляющие электроаппараты, обеспечивающие необходимый цикл работы. При этом аппараты каждого механизма находятся на определенном месте и не связаны непосредственно с аппаратами других механизмов, что дает право в электрическом отношении рассматривать их как независимые друг от друга. Несмотря на это, деление общей системы электрического управления на независимые узлы, управляющие отдельными механизмами, не нашло широкого применения. В настоящее время в связи с усложнением систем электрического управления начинают внедряться различные способы секционирования электрооборудования.

Объединение отдельных независимых, индивидуальных механизмов в единый агрегат осуществляется с помощью общеагрегатных устройств и многочисленных связей между ними. С помощью этих связей, определяемых заданием на проектирование электрооборудования, обеспечивается требуемый характер работы всех механизмов агрегата в различных режимах и циклах. Все связи можно подразделить следующим образом: передача энергии ко всем узлам; подвод управляющих команд, обеспечивающих необходимую цикловую последовательность работы; обеспечение удобства, безопасности и надежности работы, т. е. введение различных блокировочных команд.

Для пояснения агрегатного метода проектирования электрооборудования необходимо хотя бы кратко рассмотреть особенности конструкции и компоновки станков и линий, для которых такое проектирование применяется; при этом принятые для механической части станков и линий классификация их типов и терминология будут использованы при дальнейшем рассмотрении.

Основные принципы агрегатирования и классификации металлорежущих станков, автоматических линий и отдельных механизмов приведены в работах [2—5]. При этом известно, что агрегатное станочное оборудование отличается индивидуальностью технических характеристик отдельных моделей станков и линий и значительным количеством их исполнений. Практика проектирования электрооборудования агрегатных станков показала, однако, что количество исполнений проектов электрооборудования не зависит от числа механических исполнений станков. Это дает возможность при анализе методов унификации и агрегатирования электрооборудования пользоваться более упрощенной классификацией станков, учитывающей различие характера и состава электрооборудования.

В табл. 1 приведена классификация типовых компоновок агрегатных станков, нашедших наибольшее применение.

Таблица 1

Агрегатные станки	Силовые механизмы
Без транспортного устройства	Горизонтальные $m$ -сторонние;* вертикальные $n$ -колонные;*
С транспортным устройством:	
с поворотным столом	вертикальные $n$ -колонные с $m$ горизонтальных приставок
с передвижным столом	
с поворотным барабаном	Односторонние; двусторонние; трехсторонние

\*  $m$  и  $n$  принимают значение от 1 до 5.

В этой упрощенной классификации не учитывается целый ряд факторов, увеличивающих количество исполнений. К таким факторам относятся, например, характер циклового управления, типы и исполнения компонуемых механизмов и т. д.

Все многообразие модификаций станков и линий создается из сравнительно небольшого количества индивидуальных механизмов, которые можно классифицировать по характеру выполняемых ими функций в общей компоновке станка в соответствии со структурной схемой, показанной на рис. 2.

Рассмотренные механизмы в том или ином количестве и исполнении входят в компоновку различных станков и линий. В качестве примера на рис. 3 приведено несколько таких компоновок, в которых применены стандартизованные механизмы.

Одним из важных факторов, влияющих на увеличение модификаций электрооборудования станков и линий, является система управления механизмами. Взаимодействие независимых индивидуальных механизмов между собой в общей компоновке станка (линии), а также взаимодействие отдельных элементов, входящих в состав самого механизма, описываются циклограммами работы. При этом циклограмма работы учитывает цикловую последовательность движений отдельных механизмов и их элементов. Обычно применяется два типа циклограмм: развернутая, на которой изображается последовательность всех движений механизма и команды, задающие эти движения; структурная, которая отражает только внешние связи между механизмами и дает представ-

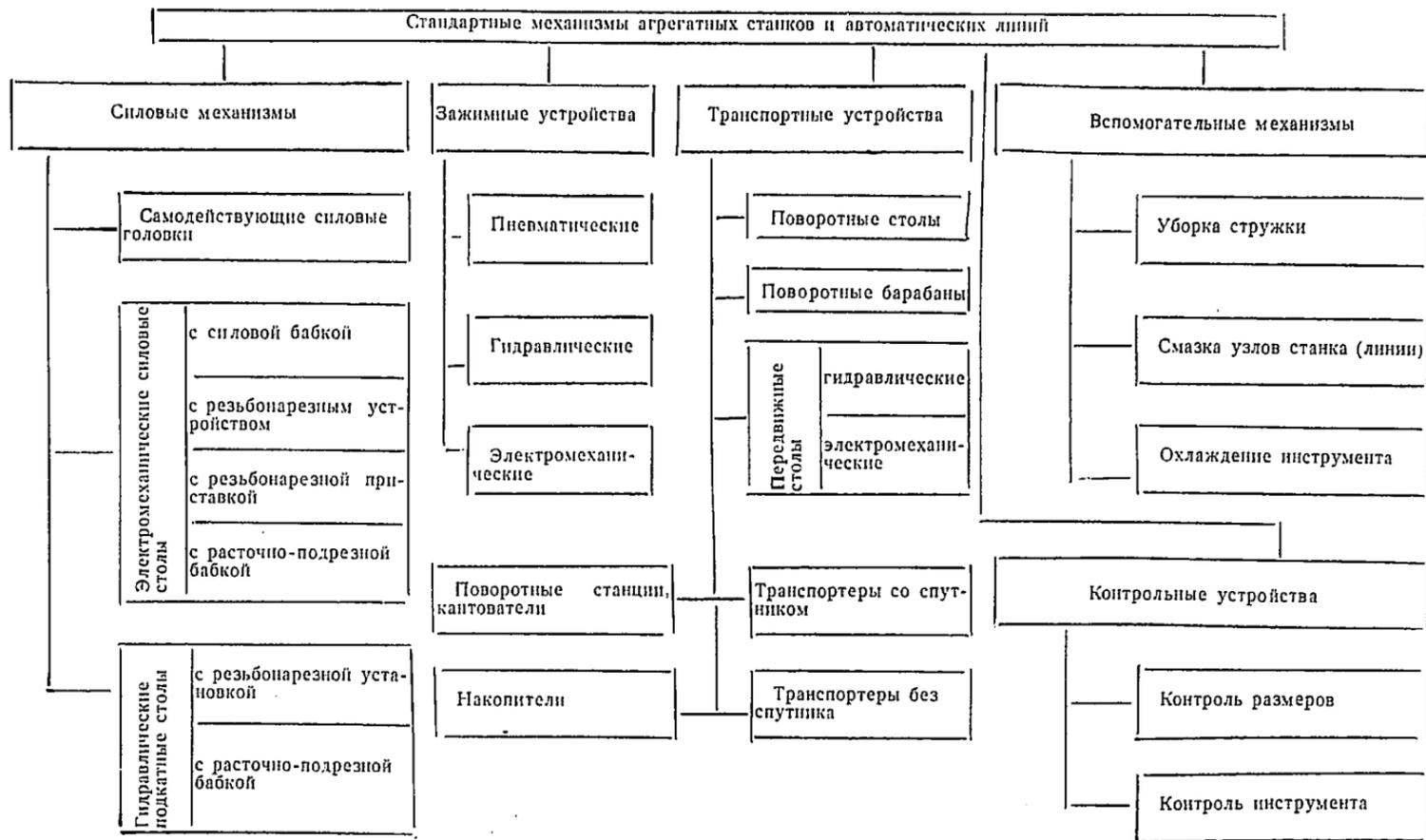


Рис. 2. Классификация стандартных механизмов станков и линий

ление о количестве механизмов на агрегате. Таким образом, развернутая циклограмма служит для детального ознакомления с работой механизма, а структурная — дает общее представление о работе агрегата, его составе и последовательности включения механизмов.

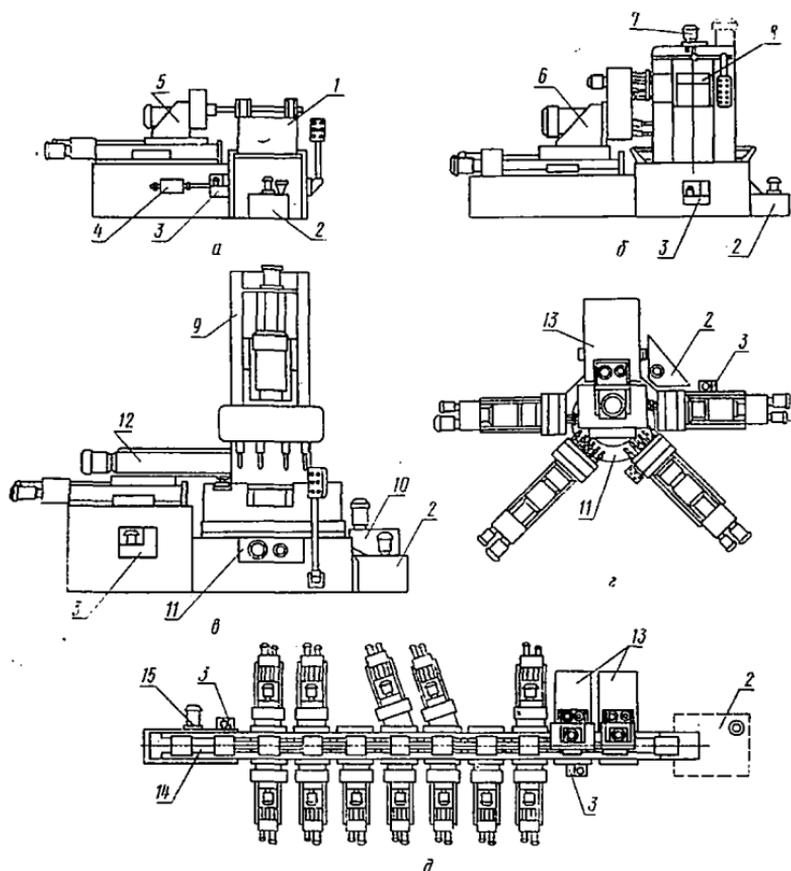


Рис. 3. Примеры компоновок агрегатных станков и линий:

*а, б*—односторонние станки со стационарным приспособлением и барабаном; *в, г*—одноколонные станки с одной и четырьмя горизонтальными приставками; *д*—автоматическая линия с беспутниковым транспортом; *транспортные устройства*:

*1*—стационарное приспособление; *8*—поворотный барабан; *11*—поворотный стол; *14*—шаговый транспортер; *зажимные устройства*: *4*—пневматическое; *7*—электро-механический ключ; *10*—гидравлическое; *вспомогательные механизмы*: *3*—централизованная смазка; *2*—узел охлаждения; *15*—механизм уборки стружки; *силовые столы*: *5*—горизонтальный с расточной насадкой; *6*—сверлильный с резьбонарезной приставкой; *12*—с фрезерной бабкой; *13*—вертикальный со сверлильной бабкой; *9*—вертикальный подкатной стол с резьбонарезной установкой

На рис. 4 приведены только некоторые структурные циклограммы для одной и той же компоновки агрегатного станка (см. рис. 3, в). Различная последовательность работы поворотного стола и двух силовых столов (параллельная и последовательная работа силовых столов — рис. 4, а, б; отбор команд из цикла одного стола для управления вторым —

рис. 4, в; многоходовой цикл обработки детали, включающий несколько циклов поворотного стола и зависящую от порядкового номера цикла поворотного стола очередность включения силовых столов, — рис. 4, г) обуславливает только изменение схемы управления взаимодействием механизмов и

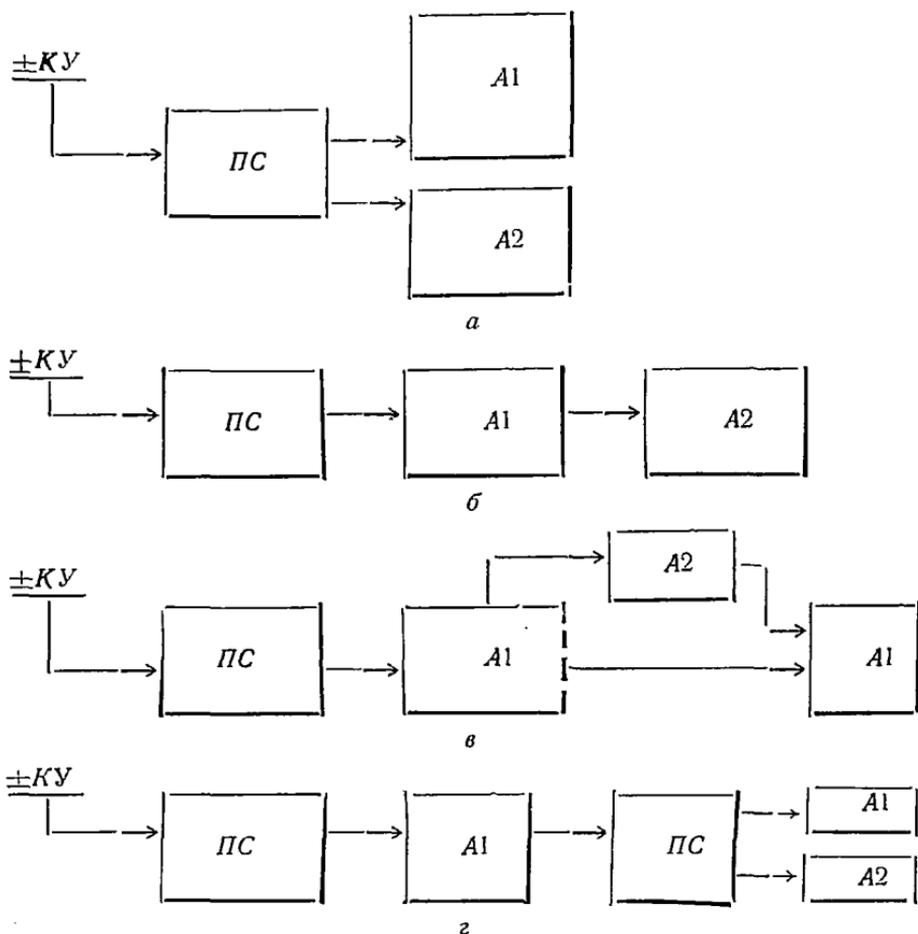


Рис. 4. Варианты структурных циклограмм агрегатного станка с двумя силовыми и поворотным столами,  $\pm КУ$  — импульсная команда на начало цикла станка; ПС — цикл поворотного стола; А1, А2 — циклы силовых столов

не учитывает выполнения схем управления самих механизмов.

Анализируя многочисленные структурные циклограммы станков и линий, можно сделать вывод, что они не зависят от циклограмм работы комплектующих их механизмов. Таким образом, с точки зрения управления индивидуальные механизмы также могут рассматриваться как независимые устройства.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ И ЛИНИЙ

### 3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Агрегатирование механических узлов и конструкций станков — одна из важнейших предпосылок унификации и агрегатирования электрооборудования. Наилучшие условия для проведения унификации и агрегатирования электрооборудования создаются в тех организациях, которые добились наибольших результатов во внедрении принципов агрегатирования механической части. В отечественном станкостроении в этом отношении можно отметить Московский завод им. Орджоникидзе, Харьковский завод агрегатных станков, Минский завод автоматических линий, Минский завод им. Октябрьской революции и др. В других отраслях машиностроения из таких работ следует отметить в первую очередь методику проектирования агрегатных станков и автоматических линий, выполненную под руководством проф. В. В. Бойцова в Научно-исследовательском институте технологии и организации производства (НИАТ), разработки, выполненные в научно-исследовательских институтах технологии автомобильной промышленности и тракторного и сельскохозяйственного машиностроения (НИИТАвтопром и НИИТракторсельхозмаш).

Важные научно-теоретические и конструкторские разработки выполнены в ЭНИМС.

Значительное место в разработке научных основ межотраслевой унификации и агрегатирования принадлежит Всесоюзному научно-исследовательскому институту по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ).

В области зарубежного станкостроения заслуживают внимания работы фирмы «Рено» (Франция), заводов ГДР («Фогтланд», «Фриц Хеккерт», объединения «ВМВ»), фирм ФРГ («Геллер», «Хюнсберг», «Хюллер»).

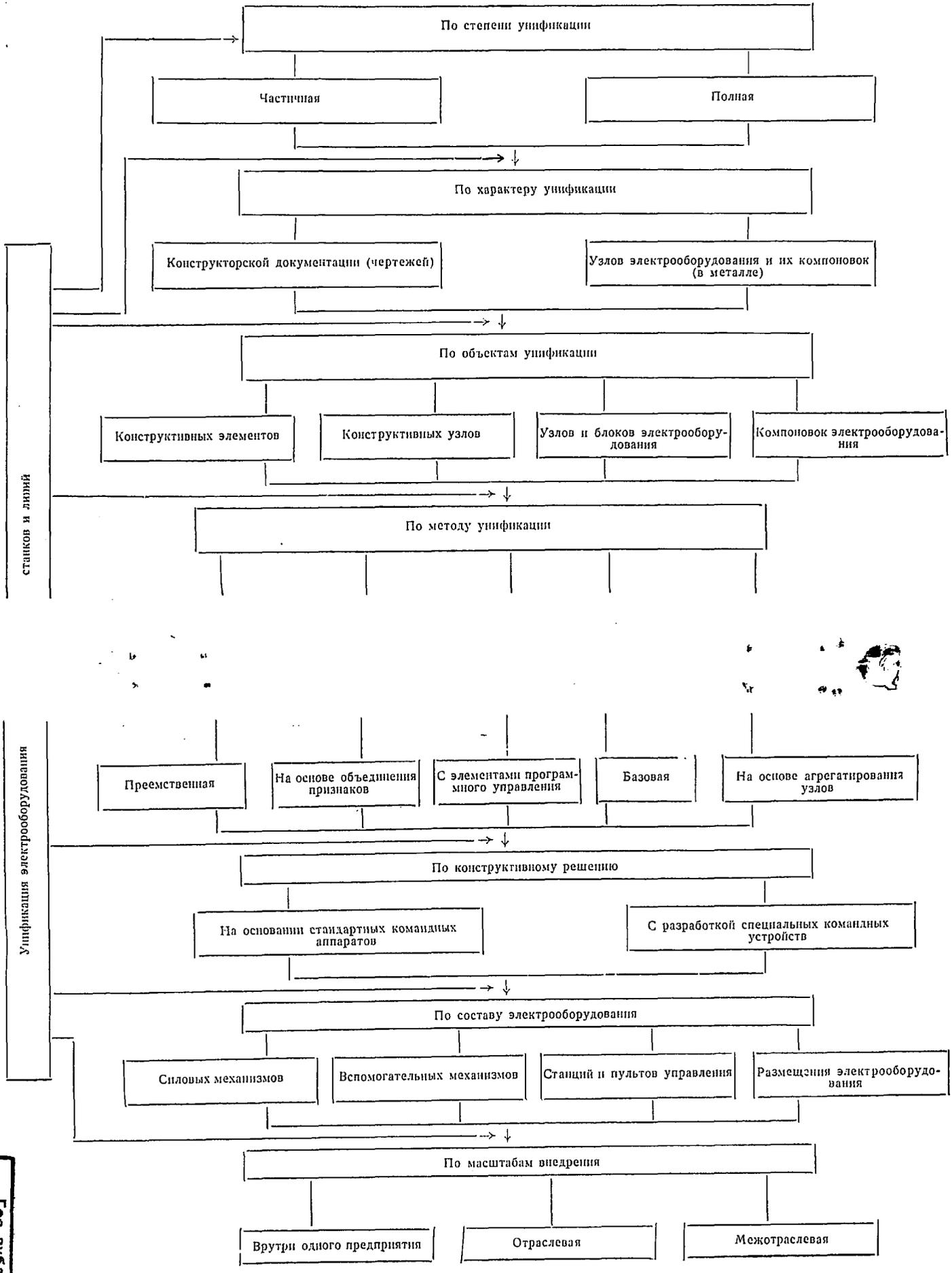


Рис. 5. Классификация видов унификации электрооборудования станков и линий

Гос. публичная  
научно-техническая  
библиотека им. Ф.Э.Фердинанд  
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ  
ЧИТАЛЬНИКОМ ЗАДА

Американские фирмы также уделяют значительное внимание работам по агрегатированию («Форд», «Дженерал-электрик-Корп», «Катерпиллер Трэктор К<sup>0</sup>», «Бэндикс Авиэйшн» и др.). Следует отметить станкостроительные фирмы такие, как «Бер машин Тул К<sup>0</sup>», «Кросс К<sup>0</sup>» и др. [3; 5].

Многообразие конструктивных решений агрегатированного оборудования и различие методических схем агрегатирования приводят к многообразию способов унификации и агрегатирования электрооборудования. Кроме того, существенное влияние на эти способы оказывают вид привода, электрические аппараты, напряжение питания цепей управления, методы электромонтажа, сложившаяся практика проектирования и изготовления и др. Все это в значительной мере тормозит дальнейшую разработку и внедрение в промышленность принципов унификации и агрегатирования электрооборудования. В этих условиях важнейшей задачей является обобщение различных способов для того, чтобы создать ограниченное число наиболее оптимальных методов унификации и агрегатирования станочного электрооборудования, удовлетворяющих различным условиям. Такая работа может быть проделана лишь в результате анализа накопившегося опыта.

Все многообразие встречающихся на практике видов унификации и агрегатирования электрооборудования станков и линий можно свести к определенной системе (рис. 5). Наиболее простой является преемственная унификация, которая заключается в унификации полностью электрооборудования агрегата или станка, применяемость которых достаточно велика. Аналогична ей унификация на основе объединения признаков родственного электрооборудования группы агрегатов или станков, причем унифицированное электрооборудование в этом случае реализует сумму признаков всей группы, используемых для конкретных случаев лишь частично. Более высокой и рациональной является унификация, при которой агрегатирование может выполняться либо на основе электрооборудования базовой модели, либо из отдельных агрегатированных узлов электрооборудования. Последний вид унификации обладает наибольшими достоинствами.

По масштабам внедрения унификация электрооборудования в настоящее время, как правило, не выходит за рамки отдельных предприятий (за исключением конструктивных элементов, опыт стандартизации которых рассматривается в восьмой главе). Между тем отраслевая и межотраслевая унификация как присоединительных размеров, так и методов создания узлов электрооборудования позволила бы создать единые межотраслевые принципы компоновки электрооборудования из унифицированных узлов.

#### 4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ СТАНКОСТРОЕНИИ

Практически все крупные станкостроительные предприятия используют частичную унификацию узлов электрооборудования, отдельных монтажно-конструктивных решений, способов изготовления и монтажа и т. п. Интересный опыт в этом отношении накоплен в Ульяновском ГСКБ тяжелых и фрезерных станков, на Вильнюсском станкостроительном заводе «Жальгирис», Воронежском заводе им. 50-летия Ленинского комсомола и др., в руководящих материалах и рабочей документации которых можно проследить применение некоторых видов стандартизации электрооборудования. Саратовское СКБ зубообрабатывающих станков проводит унификацию на основе электрооборудования базового станка серии зубообрабатывающих станков — зуборезного автомата модели 527В.

Остановимся более подробно на работах ряда организаций, проектирующих и изготавливающих станки и линии и обладающих в области унификации и агрегатирования электрооборудования наиболее значительным и интересным опытом.

*Харьковский завод им. Косиора и ОКБ шлифовальных станков.* Внедрена заводская стандартизация отдельных узлов электрооборудования: шкафов для электроаппаратов, коробок наборов зажимов, пультов управления, кронштейнов, большая часть которых изготавливается в условиях специализированного производства. С целью унификации пультов управления стандартизованы символические изображения для обозначения аппаратов, установленных на панелях пультов.

*Ленинградское станкостроительное объединение им. Свердлова и ОКБ станкостроения.* На основе «Методических и справочных материалов по электрооборудованию станков» стандартизованы состав, исполнение и начертание электросхем и текстовых документов, основные надписи и т. п. В табл. 2 показана стандартизация применяемой маркировки цепей электросхем, которая обеспечивает стандартизацию функциональных блоков.

Стандартизованы также обозначения элементов схем (электрических машин, электромагнитов, контакторов, реле и т. п.) по функциональному признаку. Однако наибольший интерес представляет унификация отдельных узлов электрооборудования — функциональных блоков, встраиваемых в станцию управления. Некоторые из них приведены в табл. 3.

Таблица 2

Наименование цепей	Маркировка проводов
Силовые (якорные) цепи главного привода постоянного тока. Относящиеся к ним цепи управления и регулирования	Буква с двузначной цифрой, например: Г11—Г99; Д11—Д99 и т. д. Допускается: 1001; 1002 и т. д. 600—899
Якорные цепи приводов подачи постоянного тока. Относящиеся к ним цепи управления и регулирования	Для сложных схем (с разветвленными цепями управления) рекомендуется Н11—Н99; П11—П99
Цепи управления: переменного тока постоянного тока цепи оптики, независимые цепи оповещения и сигнализации	100—599 Для разветвленных цепей управления допускается 100—899 001—099
Внутренний монтаж в функциональных блоках	1—99
Цепи копировальных приборов и измерительных датчиков (фотоэлектрических, индуктивных и т. д.)	900—999

Таблица 3

Наименование	Обозначение
Блок релейный	A91302
Панель язычковых реле	A91503
Электронные усилители привода подачи	A93101; A93102
Тиристорные реле времени	A93401
Блоки питания	A93601; A93602
Блоки защиты	A93702; A93703
Блоки 1Я—3Я	A93201; A93501; A93502
Схемы копировальных приборов	A90631

Рязанский станкостроительный завод и Рязанское СКБ. Стандартизовано оформление электросхем на основании «Руководящего материала», что позволило внедрить систему типовых обезличенных узлов электрооборудования, которые применяются в различных станках, выпускаемых заводом (табл. 4).

Таким образом, из табл. 4 видно, что типизированы либо полные комплекты чертежей, включающие всю проектную документацию данного узла, либо отдельные монтажно-конструктивные решения и конструктивные узлы.

Московский завод координатно-расточных станков. На заводе применяются различные виды унификации отдельных чертежей электрооборудования станков. Выпускаются чертежи и документация, пригодные для станков одного типа при

различных параметрах питающей сети. В качестве примера рассмотрим электрооборудование универсального резьбового станка модели 5822. Оно имеет ряд исполнений в зависимости от изменяющихся параметров: напряжения и частоты сети. Соответственно этому изменяются параметры аппаратов защиты — предохранителей, тепловых реле и т. п.

Т а б л и ц а 4

Наименование	Обозначение
Блок электрокопирования	V30.80
Регулятор скорости подачи	V70.80
Промежуточный усилитель	V80.80
Центральный пульт управления	V01.82—V06.82
Пульт управления	V10.82; V11.82; V20.82; V21.82
Встройка вводных автоматов А3110—А3140	V61.82—V64.82; V71.82—V73.82
Усилитель конечного выключателя (УКВ)	V30.83
Усилитель выходной	V31.83; V32.83
Реле контроля торможения (РКТ)	V20.83
Реле времени	V42.83; V43.83
Электроподводка к подвижным узлам	V01.87—V03.87

Аналогичный ряд исполнений имеется в зависимости от напряжения местного освещения (12 В, 24 В) и цепей управления (127 В, 220 В), которые отличаются технической характеристикой питающего трансформатора, аппаратов защиты и т. д.

Кроме того, для группы станков с небольшими отличиями в электрооборудовании широко применяется унификация размещения электрооборудования на станке при помощи таблиц модификаций (табл. 5) для основной базовой модели станка — в данном случае модели 5822.

Т а б л и ц а 5

Элемент электрооборудования	Тип станка			
	Тип	5822В	5822В	МВ127
Электродвигатель редуктора накатки	АОЛ12—2	+	—	—
Микропереключатель	МП-10	—	—	—
Розетка пятиполюсная	РШ5—10	+	+	—
Лампа низковольтная миниатюрная	ПЛ-13	+	+	—
Набор зажимов малогабаритный, шт.	КМ1—10	1	2	1

Примечание. „+“ — имеется в станке; „—“ — отсутствует в станке.

Харьковский завод агрегатных станков (ХЗАС) и Харьковское СКБ агрегатных станков (СКБАС). Разработанная в СКБАС и внедренная на ХЗАС система типизации электрооборудования и стандартизации монтажных электросхем [6—8] имеет значительные достоинства как при проектировании, так и при изготовлении. Особенностью станков ХЗАС является применение силовых, резьбонарезных и других головок пинольного типа с управлением при помощи кривошипного механизма. При проведении работ по стандартизации и унификации механических узлов агрегатных станков были разработаны нормали электрооборудования силовых головок, редуктора поворотного стола, приводных салазок и т. п. Набор зажимов обеспечивает автономность каждого узла.

Типизация схем управления станками основана на анализе компоновок в зависимости от наличия делительного поворотного стола, приводных салазок, резьбонарезных головок, а также в зависимости от количества силовых головок и приводных салазок.

Опыт изготовления и эксплуатации позволил разработать типовые схемы управления для станков, имеющих одинаковый цикл работы (унифицировано 60—65% выпускаемых станков). Они подразделяются на три основные группы:

- I — электрооборудование агрегатных станков с поворотным столом и сверлильными головками;
- II — то же, но с добавлением резьбонарезных головок;
- III — электрооборудование агрегатных станков без поворотного стола.

Схемы управления каждой группы отличаются количеством силовых головок, в частности, для группы I — числом переключателей головок, электромагнитов и пусковой аппаратуры.

Так как во всех группах классификации имеются одни и те же элементы, схемы соединений панели управления разделены на две части: постоянную, не зависящую от группы классификации, и переменную, меняющуюся от количества и типа силовых головок (сверлильных или резьбонарезных, с приводными салазками или без них и т. д.). Для постоянной части появляется возможность разработать стандартный блок управления, применяемый примерно в 70—80% выпускаемых станков.

Типовое электрооборудование агрегатного станка состоит из уже готовых типовых: принципиальной электросхемы, схемы внешних и внутренних соединений, спецификаций, размещения электрооборудования и описания.

Эффективность рассмотренной системы унификации иллюстрируется табл. 6, в которой приведены сравнительные данные ориентировочных затрат (руб.) на проектирование и монтаж электрооборудования типового агрегатного станка с

поворотным столом, пятью сверлильными и одной резьбонарезной головками до и после внедрения типового электрооборудования. Годовая экономия ориентировочно составила 14,5 тыс. руб.

Таблица 6

Наименование работ	Ориентировочные затраты, руб.	
	До внедрения унификации электрооборудования	После внедрения унификации электрооборудования
Проектирование принципиальных и монтажных электросхем, размещение электрооборудования на станке, составление спецификаций и описания	19*	5*
Копировальные работы	7	0,55
Светокопировальные работы с учетом стоимости материалов	2	—**
Монтаж панели электрошкафа	15	10
Монтаж внешних соединений агрегатного станка и его наладка	30	25
Итого	73	40,55

\* При условии использования слепышей.

\*\* Материалы выдаются один раз.

Однако нельзя не отметить и недостатки системы. В отношении принципиальных схем управления в данной системе проводится типизация, а унификация затрагивает только область монтажно-конструктивных решений, что приводит к сравнительно большой доле оригинальной части проекта, увеличению объема и сроков проектных работ. Кроме того, отсутствует секционирование схемы управления по функциональным признакам и автономность управления отдельными узлами.

*Одесский завод радиальных станков и СКБ алмазно-расточных и радиально-сверлильных станков (СКБ-АРС).* Представляет интерес унификация электрооборудования, выполненная на базе шкафовпультов. Шкафопульты — это унифицированные узлы электрооборудования, осуществляющие автономное управление силовыми гидравлическими узлами. Особенностью силовых узлов, применяемых СКБ-АРС, является наличие индивидуальной гидростанции узла.

Конструктивно шкафопульт представляет собой автономную станцию управления силового узла, в которой расположены все электрические аппараты защиты и управления данным узлом и его гидростанцией и встроены выдвигающийся наладочный пульт (рис. 6).

Унификация электрооборудования силового узла в данном случае обеспечивается путем создания схемы управления с программным устройством, позволяющим получить опреде-

ленную комбинацию циклов работы силового узла. Получение исполнительных команд на любом из этапов цикла достигается за счет установки штеккеров, о чем оговаривается в рабочем проекте станка. Принципиальная электросхема шкафопульта включает: силовые цепи электродвигателей узла, источник питания цепей управления (127 В и 36 В) и местного освещения, формирователь импульсов, который по

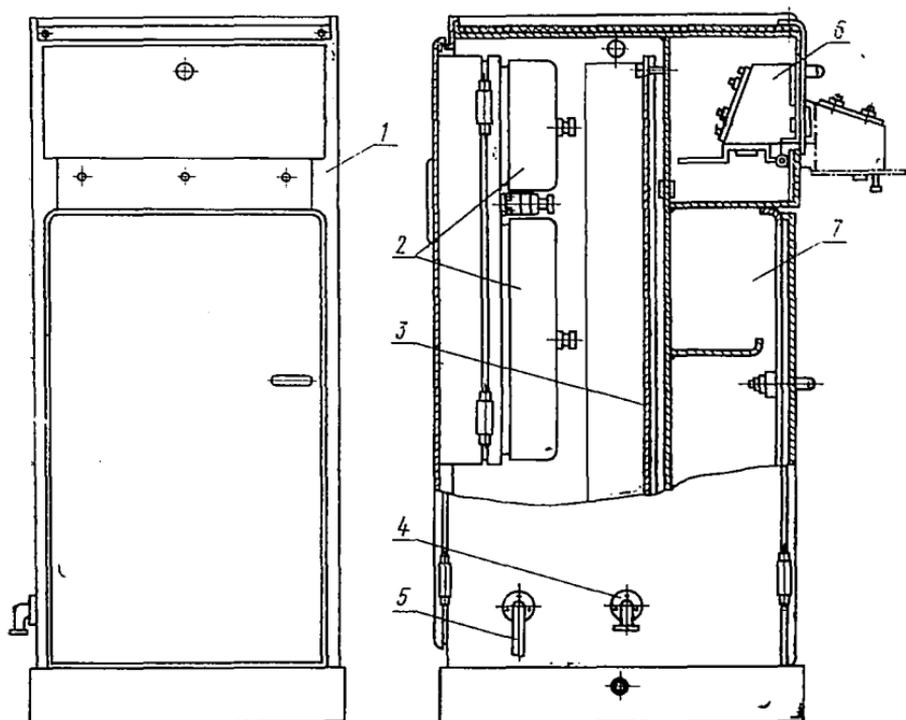


Рис. 6. Шкафопульт конструкции СКБ-АРС;

1—шкаф; 2—блок электрических аппаратов; 3—панель; 4—подвод питания; 5—связь со станком; 6—наладочный пульт; 7—инструментальный отсек

мере срабатывания двух путевых переключателей, осуществляющих управление в функции пути циклом работы узла, подает команду в счетную схему. Счетная схема производит счет этапов цикла работы силового узла. В зависимости от возможного максимального количества этапов цикла работы имеется два исполнения шкафопультов.

В пульте типа ПШ-20 счетная схема позволяет осуществить 20 этапов и соответственно 20 переходов при обработке детали. В пульте типа ПШ-40 можно осуществить 40 этапов. Коммутатор рассчитан на выполнение десяти операций: пульт ПШ-20 — движение стола влево, вправо, ускоренный подвод, подача, выдержка времени (пять операций — ре-

зерв); пульт ПШ-40 — дополнительно к перечисленному вращение левых и правых шпинделей (три операции — резерв).

В схеме имеется ряд перемычек, перестановка которых позволяет изменить направление вращения шпинделей с целью обеспечить соответствие надписям на наладочном пульте и штеckerной панели.

Для распространения унифицированных шкафовпультов на наибольшее количество вариантов циклов работы предусмотрены выводы на наборы зажимов точек схемы для подключения дополнительных внешних путевых переключателей и исполнительных аппаратов, обеспечивающих использование резервных операций.

Схемой предусмотрен также наладочный режим работы и сигнализация о включенном состоянии станка, работе гидропривода и наладочном режиме.

Как показывает опыт, эта система унификации является довольно эффективной. В частности, годовой выпуск специальных станков, оснащенных шкафовпультами, составляет в среднем 600 шт. Однако подобные системы унификации, использующие принцип циклового программного управления, могут быть эффективными лишь при большом количестве рабочих операций и переходов при обработке детали, близком к числу этапов циклов, предусмотренных коммутатором. Таким образом, применение шкафовпультов совершенно нецелесообразно для силовых узлов, имеющих три-пять рабочих операций и переходов, встречающихся в отечественном станкостроении наиболее широко.

Определенные неудобства вызывает наличие штеckerной панели, являющейся дополнительным источником отказов.

Кроме того, схема отличается сложностью и большим количеством реле и контактов, которые являются результатом самого принципа, положенного в основу унификации. Выбор аппаратов защиты электродвигателей (вводного автомата и тепловых реле) системой унификации не оговорен. В проектах электрооборудования с использованием шкафовпультов весьма значительна оригинальная часть проекта.

*Научно-исследовательский институт технологии и организации производства (НИАТ).* Разработаны способы унификации электрооборудования и компоновки его из стандартизованных узлов [6; 9]. В основе метода лежит стандартизация принципиальных схем отдельных узлов (силовых головок, столов и т. д.). Основываясь на этих стандартизованных схемах, все входящее в них электрооборудование, включающее панели с электрическими аппаратами, пульта управления, блоки путевых переключателей и т. д., изготавливается в виде законченных стандартизованных узлов. Метод учитывает тот факт, что большинство схем управления станками и линиями состоит из одинаковых элементов, повторяющихся в

различных сочетаниях, в результате чего возникает возможность расчленив схему управления на отдельные, наиболее часто повторяющиеся элементы. Стандартизованные принципиальные схемы управления разработаны для силовых головок одного типа, но в сочетании с насадками различных назначений, которые постоянно повторяются в общих схемах станков. Основной частью принципиальной схемы станка является схема управления поворотным делительным столом. Она обеспечивает работу поворотных столов типов СДШ-6Н

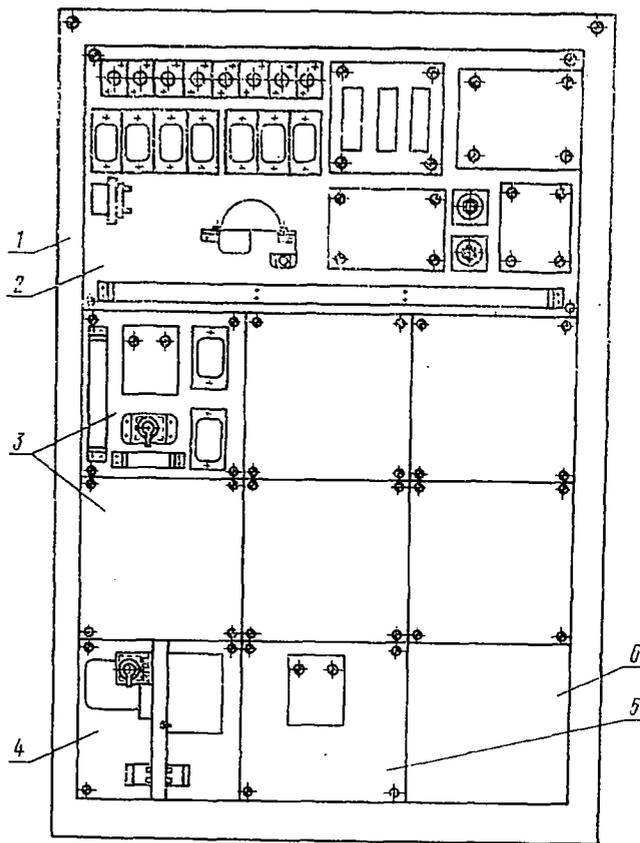


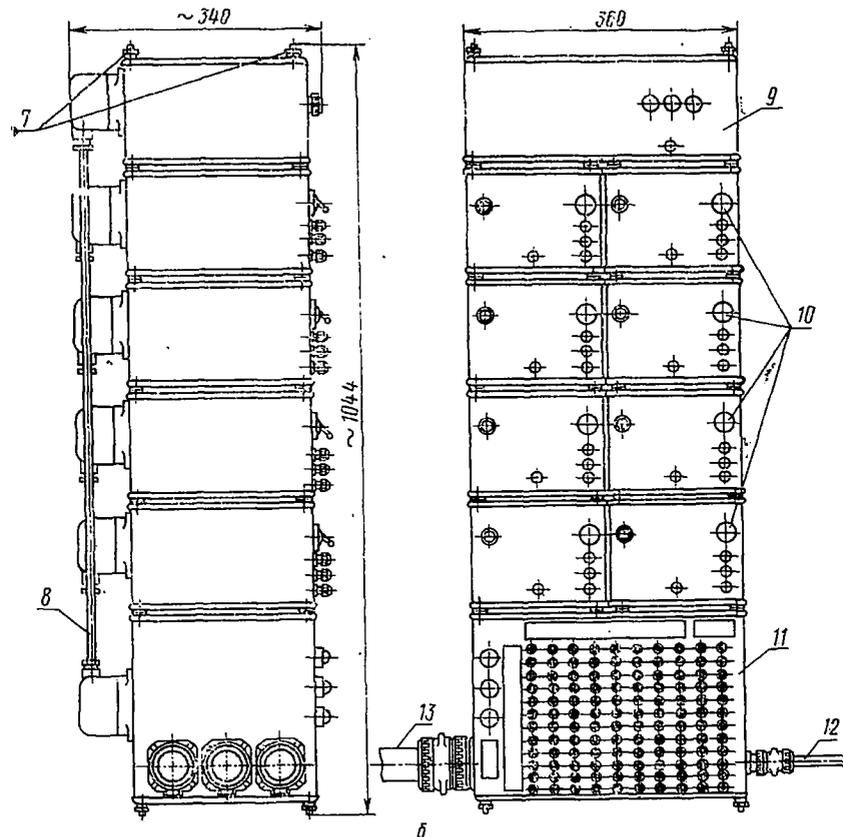
Рис. 7. Система унификации

а—станция управления, скомпонованная из блок-панелей; б—компоновка блоков блок-панели силовых головок ГС-2; 4—блок-панель головки ГС-2 с резьбонарезной 8—разводные кабели; 9—блок делительного стола; 10—блоки головки; 11—блок набо-

и СДШ-10Н по циклу: расфиксация, поворот со скоростью 2 об/мин и 1 об/мин, реверсирование, фиксация. Изменение скорости вращения осуществляется переключателем. Схема обеспечивает пропуск делений поворотного стола при помощи реле *1ЭРП*, которое включается от программирующего ус-

ройства станка. Присоединение схемы управления делительным столом к общей электросхеме станка производится подключением к точкам силовой цепи и цепи управления. Цепь контроля фиксации подключается в соответствующую цепь контроля станка, а реле *1ЭРП* — в схему программирующего устройства. Схема позволяет осуществлять два режима работы: автоматический и полуавтоматический (наладочный).

Электрические аппараты управления делительным столом установлены на отдельной стандартизованной блок-панели,



и агрегатирования НИАТ:

в стойку управления; 1—панель станции; 2—блок-панель делительного стола; 3—насадкой; 5—блок-панель охлаждения; 6—панель-заглушка; 7—соединительные тяги; 8—разводные кабели; 9—блок делительного стола; 10—блоки головки; 11—блок набо-

которая может монтироваться в шкафах и нишах. Присоединение панели осуществляется при помощи наборов зажимов (рис. 7, а). Кроме того, стандартизован также пульт управления делительным столом, состоящий из литого корпуса и наклонной панели с сигнальной и управляющей аппарату-

рой. Размещение электрооборудования на делительном столе выполняется в соответствии со стандартизованным чертежом.

Разработаны аналогичные стандартизованные узлы электрооборудования для силовых головок типов ГС-2 и ГР-02 с насадками различного назначения.

На рис. 7, а показана компоновка в станции управления блок-панели силовых головок и делительного стола. При составлении принципиальной схемы из стандартизованных узлов применяется необходимое количество принципиальных схем соответствующих силовых головок и делительного стола, из которых данный станок скомпонован. Электросхемы головок присоединяются к электросхеме делительного стола согласно циклограмме работы станка. Так как в принципиальной схеме станка маркировка аппаратов и приводов узлов повторяется, на схеме каждой головки к обозначению, предусмотренному в стандартизованных чертежах, добавляется номер головки. Таким образом, на общей схеме станка номер первой головки изображается полностью, но с добавочной маркировкой 1, например, 217-1, 14ЭРП-1 и т. д. Подпайка реле ЭРП производится в зависимости от циклограммы работы станка.

Представляет также интерес разработанные НИАТ стандартизованные узлы электроавтоматики с применением программного управления, предназначенные для переналаживаемых станков. Эти узлы обеспечивают возможность переналадок и перекомпоновок и исключают недостаток описанной ранее системы, при которой для каждой компоновки станка должна создаваться и монтироваться собственная электросхема. Условию перекомпоновок удовлетворяет система, составленная из стандартизованных блоков. В системе использован принцип программирования с помощью электро-механической коммутации тумблерами, позволяющими набирать любую очередность срабатывания агрегатов станка. Пример компоновки блоков электроавтоматики в стойку для станка, имеющего восемь силовых головок и многопозиционный делительный стол, показан на рис. 7,б. Блоки смонтированы в отдельных алюминиевых корпусах, в которых предусмотрены сквозные отверстия для крепления. Блоки набора программ и управления головками стандартизованы.

Метод унификации, разработанный в НИАТ, является одной из наиболее последовательных реализаций принципов агрегатирования. Однако более глубокое секционирование принципиальной схемы по функциональным признакам дало бы возможность полнее использовать достоинства агрегатирования, обеспечило бы возможность перекомпоновок и в результате позволило бы отказаться от двух систем (блок-панелей и блоков). Не всегда целесообразно выполнение станции управления в виде стойки, компонуемой из объемных

блоков, так как подобная система отличается сложностью конструкции, трудностями выполнения связей и доступа к аппаратам для их обслуживания, а также недостаточно хорошим внешним видом.

*Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС).* Разработаны методы типизации и унификации элементов электрических схем управления, представляющие особый интерес, так как они обеспечивают проектирование автоматических линий, состоящих из универсальных или специализированных станков [10]. Особенностью таких линий является необходимость быстрой переналадки, вывод или ввод в действие отдельных агрегатов. Все взаимные связи в схеме управления линий, как правило, выражаются в виде однотипных команд, поступающих от всех станков к транспортному устройству и, наоборот, от транспортного устройства к станкам. К числу таких команд, обязательных для любой линии, относятся:

команды к станкам от транспортного устройства: переключение режима работы (автоматический или наладочный); включение и отключение непрерывно вращающихся электродвигателей; контроль окончания работы транспортного устройства и разрешение начала работы станков;

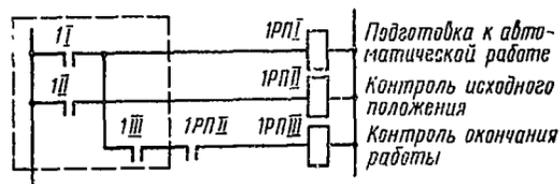
команды от станков к транспортным устройствам: контроль переключения станков на автоматический режим работы; контроль исходного положения механизмов станков; контроль окончания работы станков.

При однотипных выходных командах на каждом станке целесообразны однотипные схемные решения, которые объединили бы эти команды в унифицированную блок-схему связи каждого станка (рис. 8, а). Аппараты, контакты которых показаны в пунктирной рамке, размещаются на станках, а остальные — на общей станции управления линии в блоке реле и имеют индекс, соответствующий номеру данного станка.

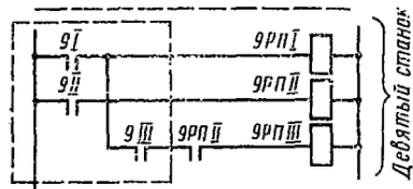
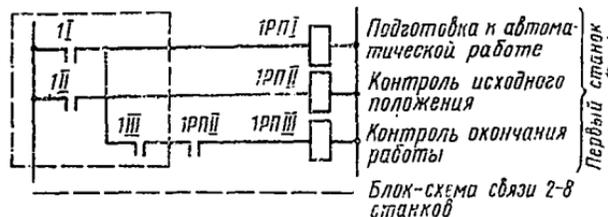
Электросхема линии, состоящая, например, из девяти индивидуальных унифицированных станочных блок-схем, позволяет встроить в линию девять различных станков, имеющих типовые выходные команды (рис. 8, б).

Унифицированные схемные решения называются головными участками схем станков (рис. 8, в). Три унифицированные команды (*E*, *A* и *B*), поступающие в станок от транспортного устройства, обеспечивают работу станка независимо от построения его схемы управления, циклограммы работы, характера обработки и т. д. Переключатель ПУ обеспечивает работу станка в полуавтоматическом (*П*), автоматическом (*A*) и наладочном (*H*) режимах.

Система унифицированных команд предполагает также наличие типовой схемы выдачи этих команд на станки и их реализации на станках. На рис. 8, г приведена схема выдачи

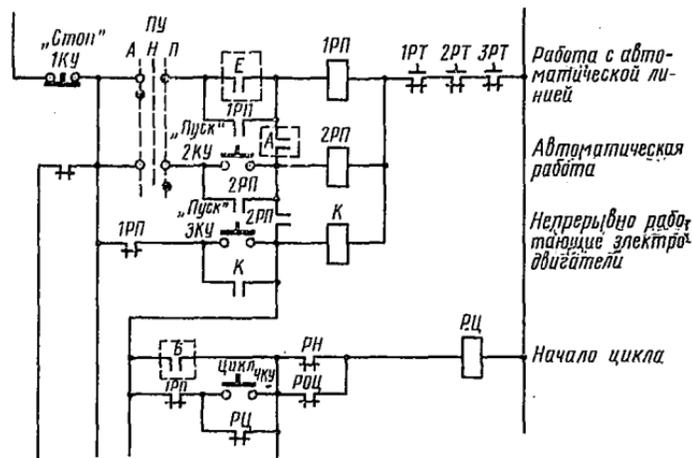


а

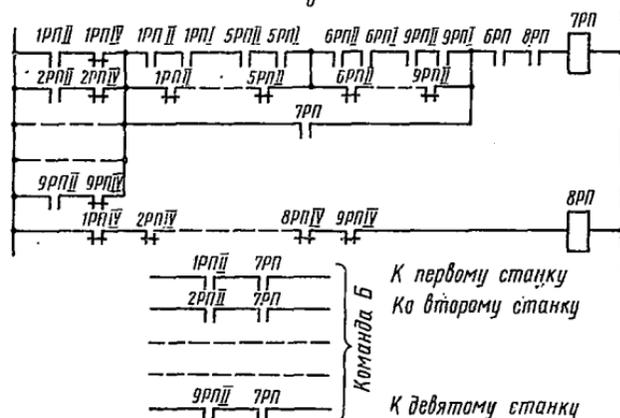


б

Рис. 8. Унификация управляющих команд автоматических линий из универсальных станков



в



унифицированной команды *B* на начало цикла для линии из девяти станков и снятие этой команды при окончании работы всех станков. Схема обеспечивает работу линии либо двумя участками, либо всех станков вместе, поэтому выходные контакты блок-схемы связи станков разбиты на два участка (один участок — с индексами 1—5, второй — с индексами 6—9).

Наличие системы унифицированных команд обеспечивает типизацию отдельных элементов и узлов схем управления автоматических линий из универсальных и специализированных станков. Кроме того, система унифицированных команд позволяет сократить количество контактов, реализующих внешние связи станков, скомпонованных в линию, уменьшает количество проводов и соответственно упрощает монтаж внешних соединений, увеличивает гибкость схемы управления в условиях переналадок, перекомпоновок, ввода и исключения из работы отдельных станков, облегчает обслуживание линии.

*Московский завод им. Орджоникидзе и СКБ автоматических линий и агрегатных станков (СКБ АЛ и АС).* Типизация принципиальных электросхем агрегатных станков базируется в основном на типизации циклограмм работы станков, характеристиках, составе и количестве механических узлов, из которых данный станок скомпонован, а также на анализе основных признаков, определяющих характер принципиальной электросхемы [6]. Исследование проектов 105 агрегатных одноколонных станков, выпущенных СКБ АЛ и АС в течение трех лет, дало следующее распределение основных признаков (табл. 7) [11].

Общее количество модификаций принципиальной схемы по признакам табл. 7 равно 2580. Кроме того, добавляются модификации схем соединений по габаритным размерам вертикальной колонны (четыре признака) и аппаратуры (три признака). Возможны также различные варианты компоновки электрооборудования. Таким образом, общее количество модификаций чрезвычайно велико. Для решения задачи унификации принципиальной схемы предлагаются следующие пути. Первый путь — ограничение количества модификаций (в среднем в 13 раз) — дает ограничение количества циклов, имеющих малую применяемость (табл. 7). Предлагается также еще три направления:

1) применение «блочного» построения принципиальной схемы для ключей зажима;

2) разработка схем на основе объединения ряда признаков, часть которых при отсутствии потребности в них остается неиспользованной;

3) применение переключателей для перехода с одного цикла на другой для решения схемы по некоторым из признаков.

Таблица 7

Признаки	Варианты признака	Применяемость		
		абсолютная	%	
А	Рабочие подачи	Одна рабочая подача	86	81
		Две рабочие подачи	20	19
Б	Способ отвода головки	Путевой переключатель	38	36
		Путевой переключатель + реле давления	34	32
		Путевой переключатель + реле давления + реле времени	33	31
В	Способ и контроль зажима	Любой без контроля	54	51
		Гидравлический с контролем реле давления	15	14
		Электромеханический с контролем зажима	35	33
		Электромеханический с контролем зажима и отжима	1	1
Г	Поворотный стол	Без поворотного стола	26	25
		С поворотным столом	79	75
Д	Нарезание резьбы	Без нарезания резьбы	74	70
		С нарезанием резьбы	31	30
Е	Охлаждение	Без охлаждения	43	41
		С охлаждением на всем пути головки	48	46
		С охлаждением при ходе головки	12	11
		С охлаждением в зоне рабочей подачи	2	2
Ж	Вращение инструмента	С вращением инструмента на всем пути головки	93	89
		С подводом без вращения	3	3
		С отводом без вращения	4	4
		С подводом и отводом без вращения	2	2
		С вращением в зоне рабочей подачи	3	3

На основании сказанного разработан способ унификации электрооборудования одноколонного станка, который предусматривает ограничение общего количества циклов до 19 и разработку для них четырех основных принципиальных схем, определяемых в первую очередь признаками Г и Д (см. табл. 7), охватывающих 408 схемных вариантов. Для этих четырех унифицированных схем выполняются унифицированные схемы соединений станка и станции управления. Остальная часть проекта выполняется оригинальной с частичным использованием чертежей-заготовок.

Рассмотренный метод, обладая достоинствами, являющимися следствием унификации, имеет и ряд недостатков: отсутствие секционирования, наличие в документации аппаратов, не устанавливаемых на станке, велика доля оригинальной части проекта, неполный охват встречающихся на практике вариантов схемных решений, трудность перекомпоновок, внесения изменений и т. п.

## 5. ОПЫТ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ СТАНОЧНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

Для многих зарубежных фирм, выпускающих агрегатные станки и автоматические линии, характерно стремление к унификации и агрегатированию электрооборудования. Это проявилось на ранней стадии развития агрегатного станкостроения в виде патентования различных систем унифицированного электрооборудования и в первую очередь способов унификации электрооборудования силовых механизмов. При дальнейшем развитии агрегатного станкостроения эта тенденция сохранилась и приняла различные формы. Наиболее простой формой (частичная унификация) является типизация конструкторской документации, например, принципиальных электросхем силовых механизмов и систем управления ими (фирмы «Рено», Франции и «Бурр» ФРГ). Такая форма унификации имеет место при недостаточной подготовке проектирования, обусловленной, например, малым объемом производства. Она возможна и при сравнительно высокой степени организации производства на стадии проектирования и изготовления. В этом случае она обуславливается специальными конструкциями шкафов, рам и монтажных реек, на которых монтируются аппараты; конструкцией самих аппаратов; высокой технической культурой и подготовленностью монтажных работ, т. е. факторами, способствующими значительному сокращению и упрощению конструкторской документации и соответствующему сокращению затрат на проектирование. Однако при этом ухудшаются эксплуатационные условия, так как нарушается полнота

секционирования, ухудшаются условия перекомпоновки и переналадки оборудования. К частичной унификации, выполняемой почти всеми фирмами, относится также унификация отдельных конструктивных решений: узлов упоров управления, наладочных пультов управления, типов размещения электрооборудования. Наиболее полной является комплексная унификация всей системы управления отдельными механизмами. Например, фирма «Хюллер» (ФРГ) компокует в единый агрегат индивидуальные электрошкаф и гидростанцию, устанавливаемые рядом с силовым механизмом, который включает размещение электрооборудования механизма.

Унификация электрооборудования станков и их центральной системы управления не характерна. Это объясняется малым объемом производства, свойственным для зарубежных станкостроительных фирм.

В конструктивном отношении системы унификации различных фирм также отличаются большим разнообразием. Так, применяются системы с автономным управлением, когда все электрооборудование механизма монтируется на нем, включая установку аппаратов управления в индивидуальных электрошкафах или нишах, или когда унифицированные панели устанавливаются в общих станциях управления. Применяются различные уровни напряжения цепей управления с применением силовых аппаратов на напряжение 110 или 220В переменного тока или слабых промежуточных реле на напряжение 24 или 48 В постоянного тока. По-разному оформляются в проектах требуемые параметры коммутирующих и защитных аппаратов управления в зависимости от мощности исполнительных электроаппаратов: в общей или индивидуальной переменной (оригинальной) части узла управления, отделяемой от постоянной (унифицированной) части узла; установкой требуемых параметров аппаратов согласно заказу в оригинальной спецификации или введением унифицированных исполнений проектов.

Многие фирмы разрабатывают оригинальные командные устройства управления циклом работы силовых механизмов. Эти устройства дают возможность их патентования, однако с точки зрения их обслуживания, даже при равных надежных показателях, они уступают конструкциям, собранным на стандартных покупных аппаратах. В качестве примера можно привести многоконтактный путевой переключатель фирмы «Рено» (Франция), управляемый профилированным нажимным упором. Одним из его недостатков является необходимость переделки упора при изменении цикла работы. На силовых механизмах фирмы «Хонсберг» (ФРГ) часть электроаппаратов путевого контроля встроена в редуктор силового стола, где на них воздействует сложная система рычагов.

Ниже рассмотрим системы унификации электрооборудования некоторых зарубежных фирм, представляющие интерес своеобразным подходом к решению проблемы унификации и отличающиеся высокой эффективностью.

Фирма «Геллер» (ФРГ) применяет силовые механизмы с гидравлическим приводом перемещения. По количеству требуемой электроаппаратуры гидропривод занимает промежуточное положение между чисто механическим (кулачковым) и электромеханическим приводами. Из-за сравнительно небольшого количества электроаппаратов многие фирмы, имеющие гидравлический привод механизмов, не добиваются высокой степени унификации электрооборудования. Однако фирма «Геллер» разработала оригинальный способ проектирования, благодаря которому были достигнуты высокая степень унификации и надежность работы электрооборудования станков и линий. Фирма применила напряжение в цепях управления 24 В постоянного тока (соответствующее напряжению питания исполнительных электромагнитов гидрозолотников) и слаботочную, малогабаритную релейную аппаратуру. Релейная аппаратура размещается в блоках, закрывающихся кожухами для защиты от механических повреждений и проникновения пыли. Блоки монтируются в общих станциях управления. Все логические функции управления осуществляются внутри блоков реле. Для этого до минимума сводятся внешние связи с путевыми переключателями и кнопками управления на механизме, и с силовой электроаппаратурой. Это достигается размножением их контактов (от каждого аппарата используется только один контакт) в блоке на промежуточных реле.

Такой принцип обеспечивает высоконадежную систему электрического управления.

Система унификации фирмы «Геллер» заключается в следующем. В каждом релейном блоке имеется аппаратура управления четырьмя простыми или двумя сложными силовыми головками. Такое группирование аппаратуры в блоке дает целесообразную степень деления (не слишком мелкие блоки) и, кроме того, экономичную систему автономного управления силовыми головками: в каждом блоке общие реле (автоматической или наладочной работы, аварийного останова, задания цикла и др.) обслуживают всю группу головок данного блока. Последнее обстоятельство сокращает также количество внешних связей блоков. Унифицированное размещение электрооборудования каждой силовой головки оканчивается штепсельным разъемом (исключая силовые провода, подключаемые отдельно). Типовая схема внешних соединений головок выполняется многожильным кабелем, оканчивающимся с двух сторон штепсельными разъемами, соединяющими блок реле со своей силовой головкой.

Переменная часть унифицированных силовых головок, включающая пусковую и защитную аппаратуру двигателей вращения инструмента и гидронасоса, собирается вместе в отдельных шкафах станции управления (рис. 9) и проектируется как оригинальная часть проекта для каждой модели станка или линии. Учитывая, что силовая часть имеет минимум типовых связей с блоками управления, ее проектирование не требует больших трудозатрат. В заключение следует отметить, что оригинальные узлы станков и линий выполняются таким же блочным способом.

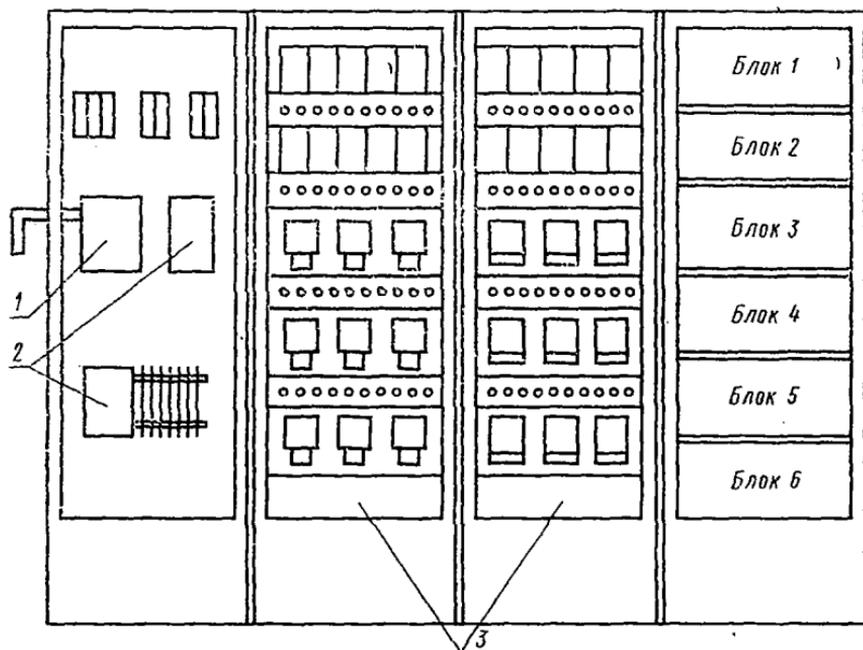


Рис. 9. Расположение силовых аппаратов оригинальной части схемы и унифицированных релейных блоков в станции управления:

1—вводной автомат; 2—источник питания; 3—шкафы электроаппаратов силовых цепей

Одна из английских фирм [12], также использующая силовые головки с гидравлическим приводом, применяет другой способ унификации электрооборудования. Схема управления выполняется на сильноточных реле на напряжение 220 В переменного тока. Габаритные размеры этих реле позволяют уже для одной силовой головки создавать блоки управления, унификация которых в данной разработке имеет специфические особенности. Система унификации станочного электрооборудования состоит из постоянной части, включающей промежуточные реле и контакторы, и переменной, включающей предохранители, автоматы и тепловые реле.

Постоянная часть схемы управления, не изменяющаяся для силовых головок одного типа, выполняется в виде унифицированной панели управления, включающей все необходимые монтажные соединения. Монтажная схема оканчивается штепсельными соединениями в виде реек, расположенными сверху и снизу панели. Для обеспечения применения панели для различных типоразмеров силовых головок электроаппаратура панели управления (контакты и реле) выбирается по максимальным токам исполнительных аппаратов (электродвигателей и электромагнитов). Такие унифицированные панели управления изготавливаются для каждого типа силовых механизмов, отличающихся циклограммами работы: фрезерные, сверлильные, резьбонарезные и др.

Аппаратура защиты переменной части схемы управления также монтируется для каждой силовой головки на отдельных панелях. Причем эти панели проектируются как оригинальная часть проекта электрооборудования.

Таким образом, в шкафах общей станции управления для каждой головки монтируются унифицированная и оригинальная панели управления с аппаратурой постоянной и переменной части схемы управления.

Соединение унифицированных панелей постоянной части схемы управления с переменной частью, а также с центральным управлением и непосредственно с механизмом осуществляется с помощью специальных штепсельных реек, вторая часть которых закрепляется на раме электрошкафа. Конструкция штепсельного соединения с помощью кулисного механизма обеспечивает прочное крепление панели, а при необходимости быстрое разъединение и съем ее для ремонта или замены.

Анализируя рассмотренные системы унификации, можно сказать, что отделение переменной части схемы управления силовых головок от постоянной, выполняемое фирмой «Геллер», является более обоснованным, так как одновременно осуществляется конструктивное разделение силовых цепей и низковольтных цепей управления, кроме того, не требуется завышения мощности пусковых аппаратов. В то же время в обоих решениях отделение переменной части схемы уменьшает коэффициент унификации по сравнению с введением исполнений проекта, приводит к лишним внешним электрическим связям, нарушает цельность секционирования аппаратуры по механизмам.

Фирмы ФРГ («Бурр», «Геллер», «Хонсберг», «Хюллер») уделяют много внимания унификации и агрегатированию электрооборудования. Так, высокую степень унификации и своеобразный способ ее оформления разработала фирма «Хонсберг», применяющая электромеханический привод [13—15]. В основе унификации лежит создание агрегатных меха-

нических и электрических узлов (силовых бабок; силовых столов; узлов подачи, осуществляющих быстрые перемещения и рабочую подачу силовых столов; узлов электрического управления, а также узлов транспортных устройств — поворотного стола или барабана). Таким образом, уже при агрегатировании механической части станка предусмотрено выполнение унифицированных узлов электрического управления.

Встречающееся на практике многообразие циклограмм работы силовых механизмов в соответствии с делением их на агрегатные узлы сведено в таблицу (табл. 8). Эта таблица состоит из трех групп сравнительно небольшого количества элементарных циклограмм, различные комбинации которых могут дать практически любую циклограмму работы силового механизма. Например, цикл сверления (ускоренный подвод, рабочая подача, выдержка на упоре и ускоренный отвод с вращением инструмента в зоне рабочей подачи) кодируется следующими номерами элементарных циклограмм в группах 6.8.1.

В соответствии с таким способом набора требуемой циклограммы применен специфичный способ выполнения принципиальной схемы силовых головок. Унифицированная принципиальная схема не является законченной; она во многих точках разделена клеммами, к которым подводятся контакты путевых переключателей, кнопок управления, контакторов. Унифицированная панель с установленной на ней аппаратурой управления имеет большое количество клемм, к которым присоединяются провода аппаратов панели и провода от самого силового механизма. Все провода имеют типовую маркировку и подразделяются на функциональные группы: связи с центральным управлением, с управляющими или исполнительными аппаратами на механизме. При необходимости создания принципиальной схемы управления силовым механизмом, соответствующей требуемой циклограмме работы, кодируют эту циклограмму согласно табл. 8. Затем, пользуясь специальными таблицами, по найденному коду определяют, какие нужно установить переключки на наборах зажимов, чтобы получить требуемую цикловую последовательность работы.

Своеобразный способ унификации электрооборудования станков и линий с электромеханическим приводом силовых механизмов разработан на станкостроительном заводе агрегатных станков «Заальфельд» (ГДР). Принципиальные электросхемы агрегатов секционируются на отдельные функциональные узлы. Причем перекрестный способ монтажа станции управления с креплением аппаратов на отдельных рейках способствует секционированию аппаратуры и на станции управления. Для типовых стандартизованных механиз-

Таблица 8

№ кода	Схема узла подачи	№ кода	Схема включения шпинделя	№ кода	Функции управления
0	Отсутствует	0	Отсутствует	0	Отсутствует
1	 ускоренный ход вперед	1	 правое вращение включено	1	 жесткий упор вперед
2	 ускоренный ход назад	2	 левое вращение включено	2	 жесткий упор в исходном
3	 подача вперед	3	 реверс шпинделя	3	 замедление включения подачи вперед
4	 подача назад	4	 отключение шпинделя	4	 замедление включения подачи назад
5	 цикл вперед	5		5	 замедление включения шпинделя
6	 полный цикл	6		6	 замедление отключения шпинделя
7	 цикл с одинаковым отводом	7		7	 торможение шпинделя
8	 цикл с любым отводом	8		8	 цикл с перебегом
9	 цикл с метрическим отводом	9		9	 многократный цикл
10	 цикл с промежуточным реверсом	10		10	 многократный цикл с сокращенным отводом
11	 цикл с выводом инструмента	11		11	
12	 возвратно-поступательный цикл	12		12	Особые требования управления

мов (силовых головок, поворотных столов и др.) применяются унифицированные рейки с установленными на них аппаратами управления. Кроме того, имеются стандартизованные рейки с наборами зажимов. Станция управления собирается из унифицированных и оригинальных реек с аппаратурой, между которыми устанавливаются рейки с наборами зажи-

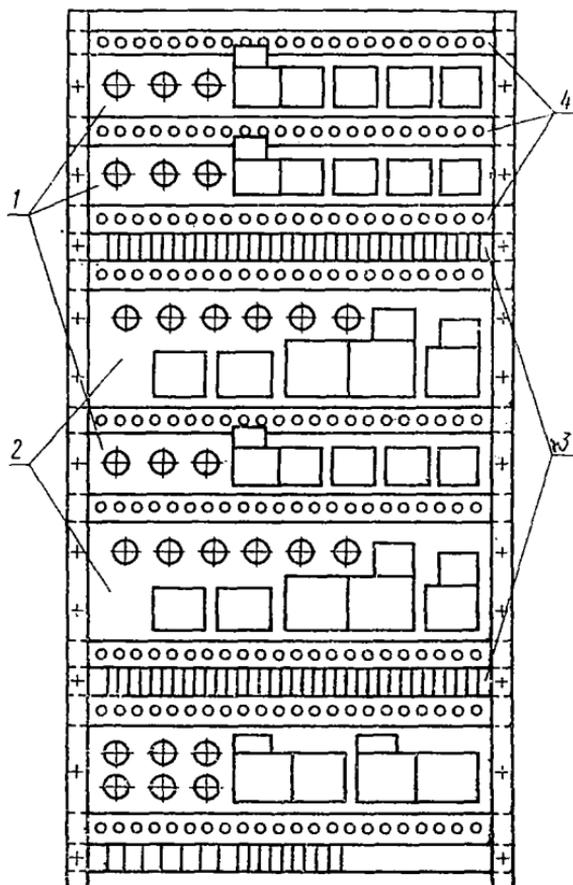


Рис. 10. Набор станции управления из унифицированных панелей:

1, 2—панели с электрическими аппаратами;  
3—рейка с наборами зажимов; 4—резиновые прокладки для перекрестного монтажа проводов

мов и перфорированные резиновые прокладки для перекрестного монтажа (X-монтажа) (рис. 10). После установки панелей осуществляется монтаж станции управления согласно унифицированным и оригинальным монтажным схемам.

Таким образом, своеобразие унификации заключается в том, что она представляет конструктивно несвязанные между

собой элементы, объединяемые принципиальными и монтажными схемами.

При сравнении обоих способов унификации электрооборудования можно сказать, что способ на рейках, создавая большую простоту и компактность монтажа, не требуя резервирования электрических аппаратов, имеет больший объем оригинального проектирования, не представляет возможности предварительного изготовления и наладки, а также ухудшает условия перекомпоновки панелей.

Интересные примеры типизации и агрегатирования электрооборудования имеются в машиностроении ЧССР. Так, например, значительные преимущества дает проектирование электрооборудования на основе его секционирования по функциональным признакам с последующей типизацией конструкторской документации [16]. Этот способ применяется заводом «EZ Prahа» и основан на выделении ограниченного количества типов схем управления механизмами, осуществляющими сходные функции. Для каждого механизма предусматривается отдельная схема управления, называемая «группой».

Схема управления определенного типа показывается на общей схеме только один раз. Для всех групп, являющихся повторением или вариантом того же типа схемы, она дополняется вынесенным изображением этих вариантов, например, блокировок. Маркировка для каждого типа выполняется сокращенно, без указания номера группы. Номер группы приобретает лишь тот элемент схемы, который присущ этой группе, а не всем группам данного типа схемы.

Конструктивно система управления также выполняется секционированно. Каждый узел заканчивается набором зажимов, на котором предусмотрены клеммы для выполнения вариантов соединения для различных групп. Предусмотрена также типизация панелей управления, которые оснащаются дополнительными приставками с аппаратами и наборами зажимов, реализующими варианты для различных групп.

Несомненно, что наличие вариантов вызывает трудности в начертании и чтении схем управления и при изготовлении узлов. Кроме того, отсутствие унификации и взаимозаменяемости конструктивных узлов сужает возможности их агрегатирования.

## СЕКЦИОНИРОВАНИЕ

### 6. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Как было отмечено ранее, секционирование является одной из важных предпосылок унификации. При проектировании и изготовлении электрооборудования секционирование и унификация оказывают взаимное влияние. Секционирование обеспечивает создание оптимального метода унификации и, наоборот, внедрение этого метода обуславливает проектирование оставшейся оригинальной части электрооборудования агрегата по тем же принципам, в основе которых лежит принцип секционирования. Объясняется это как стремлением к единству оформления документации электрооборудования, состоящего из унифицированной и оригинальной части, так и тем, что секционирование дает большие преимущества в эксплуатации.

На несекционированное электрооборудование оформляется проект без выделения в нем отдельных функциональных узлов. Тем самым из-за большого объема несистематизированной информации (большое количество аппаратуры, соединительных проводов, связей, блокировок и т. д.) возникают затруднения как при проектировании системы электрического управления, так и при ее эксплуатации.

Главными достоинствами секционированного электрооборудования являются: обеспечение удобства эксплуатации, повышение ремонтпригодности, увеличение производительности труда при изготовлении, а также возможность в ряде случаев легкой переналадки. Благодаря этим преимуществам увеличивается наработка на отказ и сокращается время восстановления. При этом увеличение наработки на отказ объясняется незагруженностью однофункциональных внешних связей, тщательностью отработки отдельных решений для типовых и оригинальных узлов, простыми внутренними монтажными связями, рациональной установкой аппаратуры в отдельных уз-

лах. Уменьшение времени простоя при обнаружении и устранении неисправности объясняется: выполняемой системой контроля и сигнализации, сочетающейся с секционированным методом проектирования электрооборудования; легкостью определения узла, в котором произошло повреждение; простотой отыскания повреждения непосредственно в узле благодаря наглядности его внешних связей и локализации области пэ-иска повреждения в сравнительно малом объеме информации.

Секционирование имеет преимущества также при проектировании и изготовлении электрооборудования, главными из которых являются:

- простота составления принципиальной электросхемы из-за уменьшения ее до размеров схемы отдельного узла;

- простота выполнения системы контроля и сигнализации по узлам;

- улучшение организации конструкторских работ;

- возможность повторного использования однотипных узлов как в одной и той же модели станка или линии, так и в разных моделях, что объясняется отсутствием взаимозависимых конструктивных связей между узлами;

- возможность независимого предварительного изготовления отдельных узлов и их отладки.

Преимущества метода секционирования электрооборудования при проектировании особенно значительно проявляются с накоплением достаточного опыта в использовании данного метода. При этом главным является хорошая организация учета используемых секционированных узлов и классификация их по различным отличительным признакам, что в конечном счете позволяет перевести оригинальные узлы в разряд типовых или унифицированных, а также создать руководящие материалы для облегчения проектирования новых узлов.

Прежде чем перейти к описанию метода секционирования электрооборудования и его отдельных характерных элементов, остановимся на некоторых понятиях, которыми будем пользоваться в дальнейшем. По своему функциональному назначению в проекте электрооборудования можно выделить следующие компоненты: принципиальная электросхема, станция управления, размещение электрооборудования и пульта управления. Эти же компоненты имеют место и при проектировании, основанном на секционировании электрооборудования, которое вносит в выполнение этих компонентов некоторые рассматриваемые ниже характерные особенности.

Одним из наиболее сложных вопросов секционирования в процессе проектирования является нахождение тех критериев, которые могут дать оптимальную форму секционирования по целому ряду производственных и эксплуатационных показателей (надежность, удобство эксплуатации, экономичность и т. д.). Причем к вопросам определения оптимальной формы

секционирования относятся: целесообразная степень деления электрооборудования, широта охвата его, метод выполнения отдельных узлов.

В этом отношении рассматриваемое секционирование характеризуется следующим. В большинстве случаев по широте оно охватывает все электрооборудование станка или линии, причем в основе его лежит метод деления на узлы принципиальной электросхемы, а затем строго в соответствии с ним и деление в конструктивном и монтажном отношениях. Таким образом, метод секционирования характеризуется делением всех компонентов электрооборудования. Более сложным вопросом является степень деления электрооборудования. При этом в основе его лежит деление электрооборудования на узлы в соответствии с делением станка или линии на отдельные механизмы, управление и связь которых с другими узлами осуществляются с помощью управляющих команд. В дальнейшем такой вид секционирования на узлы сокращенно будем называть **узловым секционированием**.

Помимо узлового секционирования на функционально независимые узлы, внутри проекта такого узла могут выполняться и другие формы секционирования как на принципиальной электросхеме, так и в монтажном и конструктивном отношениях. В какой-то мере различные виды этого секционирования уже давно находили отражение в проектах различных организаций, однако не всегда в основе их лежали оптимальные решения. Так, по нашему мнению, нецелесообразным является секционирование по однотипным аппаратам, одинаковым цикловым движениям механизмов, виду питающего напряжения. Эти виды секционирования могут иметь место в проектах, но они должны носить вспомогательный характер. На первое же место должно выдвигаться секционирование по функциональным признакам. Поскольку эти виды секционирования являются составной частью узлового секционирования, в дальнейшем изложении они будут называться **внутриузловым секционированием**.

В каждом конкретном случае должны быть обоснованы принятые способы внутриузлового секционирования, определяемые величиной объема информации, которая содержится в данном узле. При большом количестве информации этими способами могут быть: разделение на группы аппаратов, управляющих отдельными устройствами данного механизма; выделение аппаратов, обеспечивающих различные виды движений или выполняющих определенные функции электрического управления (например, счетные цепочки), а также аппаратов, осуществляющих отдельные функции электрического управления (например, система контроля и сигнализации).

Таким образом, секционирование подразделяется на узловое — по механизмам и функциональным узлам управления

(независимые индивидуальные узлы электрооборудования) и внутриузловое — по различным отличительным признакам внутри индивидуальных узлов. Такое секционирование выполняется во всех компонентах электрооборудования, что наглядно иллюстрирует табл. 9.

Таблица 9

Компонент электрооборудования	Виды секционирования	
	Узловое	Внутриузловое
Принципиальная электросхема	По механизмам и электрическим устройствам	По функциональным составляющим схемы управления или элементам данного механизма; напряжению питания; тактам циклового движения
Станция управления		По силовой, релейной и радиоэлектронной аппаратуре; функциональному делению согласно принципиальной схеме; однотипности аппаратуры
Размещение электрооборудования		По отдельным элементам механизмов и узлов
Пульты управления		По функциональному назначению аппаратуры управления и сигнализации на панелях; однотипности этой аппаратуры

Из этой таблицы видно, что во всех компонентах электрооборудования единым является деление его по функциональным механизмам и узлам, а внутриузловое секционирование является специфичным для каждого компонента электрооборудования и может меняться в зависимости от характера исполнения узла.

Узлы в зависимости от их оформления, функционального назначения и т. д. подразделяются по следующим признакам: по способу подготовки или трудоемкости проектирования — оригинальные, типовые и унифицированные узлы, характеристика которых будет рассмотрена в последующих главах;

по частоте повторения в различных станках и линиях — постоянные (всегда в том или ином исполнении, применяемые в агрегате) и переменные (редкого применения, определяемого конструктивными особенностями агрегата);

по способу оформления и функциональному назначению в управлении — узлы электрооборудования электрических и механических устройств;

по функциональному назначению в агрегате и взаимосвязи с другими узлами — общеагрегатные и однофункциональные;

по составу — простые, включающие аппаратуру только одного механизма, и комплексные, осуществляющие управление несколькими независимыми механизмами или устройствами.

Под узлами электрических устройств следует понимать узлы, выполняющие чисто электрические функции управления. К ним можно отнести следующие узлы: источников питания и защиты силовых цепей и цепей управления; выбора режимов работы и задания циклов; контроля и сигнализации. Под узлами механических устройств подразумевается узел электрооборудования для какого-либо механического устройства.

Такие узлы могут носить общеагрегатный или однофункциональный характер. Это находит отражение в особенностях и количестве связей между узлами, способе управления ими, последовательности включения в общий цикл работы агрегата, способе выполнения для них контроля и сигнализации.

Общеагрегатные узлы характеризуются по своему назначению тем, что они обслуживают целый ряд механизмов и имеют большое количество связей и блокировок с различными узлами. К таким узлам относятся: электрические устройства — узел источников питания, узел выбора режимов работы и задания циклов; узлы механических устройств — рабочий транспортер, системы охлаждения, уборки стружки и т. д. Однофункциональные узлы характеризуются узким целевым назначением по выполняемым функциям, ограничением области действия и, соответственно, малым количеством связей с малым числом адресатов этих связей (обычно с одним-двумя узлами общеагрегатного назначения).

Одной из характерных особенностей проекта электрооборудования при секционировании является наличие в нем общих и индивидуальных узлов, что из-за функциональной специфики каждого из них должно найти четкое отражение при оформлении документации.

Проект электрооборудования общего узла отражает все вопросы компоновки станка или линии из отдельных узлов, в то время как проект электрооборудования индивидуального узла подробно отражает все данные, характеризующие этот узел. В табл. 10 приведена характеристика общих узлов агрегата и индивидуальных узлов механизмов и устройств.

В единой системе секционирования и агрегатирования электрооборудования станков и линий большое значение имеет система всевозможных внешних электрических связей. С помощью этих связей из секционированных индивидуальных узлов агрегируется единый по управлению механизм. Качество выполнения этих связей как в принципиальном, так и в конструктивном отношении оказывает большое влияние на надежность

агрегата в эксплуатации. Одной из особенностей проектирования с делением электрооборудования на узлы и является четкое выделение указанных внешних связей, обеспечивающих работу всех узлов. В противоположность этому при обычных способах проектирования внешние связи либо вообще не выделяются и не отличаются ничем от внутренних связей, либо выделяются только частично и недостаточно четко.

Таблица 10

Компонент электрооборудования	Характеристика узла	
	общего	индивидуального
Принципиальная электросхема	Структурная, блочная, развернутая	Развернутая
Станция управления	Централизованное питание и система управления	Панели управления
Размещение электрооборудования	Общая компоновка с элементами присоединения механизмов	Расположение аппаратов и их связь на механизме
Пульты управления	Центральные, оперативные	Наладочные

К принципиальным вопросам выполнения системы связей относятся:

стремление к единству форм и функций связей;

уменьшение количества связей, т. е. применение только целесообразных логически обоснованных управляющих и блокировочных команд;

обеспечение всех узлов, помимо необходимых управляющих команд, также блокировочными командами, исключающими аварийные состояния на агрегате, а также специальными командами, создающими удобство обслуживания механизмов;

обеспечение наглядности выполняемых связей в технической документации и в первую очередь на принципиальной электросхеме.

Все эти связи представляют собой управляющие и блокировочные команды либо выходящие из узла, либо подводимые к нему. В электрическом отношении они представляют собой либо провода питания на различных режимах работы — шины, либо контакты аппаратов.

Поскольку все связи взаимодействуют между узлами, то для одного узла (там, где они образуются) они являются выходящими, а по отношению к другому узлу (которым они управляют) эти же связи являются входящими, т. е. связи должны рассматриваться относительно конкретного узла. Сокращенно управляющие и блокировочные команды-связи назы-

ваются входными и выходными командами. При этом под входными командами рассматриваемого узла следует понимать команды, подводимые к узлу, т. е. встраиваемые в принципиальную схему этого узла для управления им. Выходными командами узла являются команды, образуемые в нем для обеспечения связей с другими узлами.

По своему назначению входные и выходные команды можно подразделить на основные и дополнительные. Основные команды характеризуют общую систему управления агрегатом, являются типовыми, относятся к большому количеству узлов и всегда имеют место в схеме управления. Дополнительными можно считать редко встречающиеся или оригинальные команды управления, специфичные только для данного конкретного случая. Например, взаимная блокировка двух смежных индивидуальных механизмов. Дополнительные команды могут обеспечиваться различными способами. В унифицированных узлах эти команды частично предусматриваются в качестве резервных и присоединяются к наборам зажимов либо переключками для включения в этих местах входных команд, либо контактами аппаратов для выдачи выходных команд. В оригинальных узлах они выполняются непосредственно в схеме, однако и здесь целесообразно резервировать некоторые характерные команды.

## **7. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕКЦИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Принципиальная электросхема является основным документом электрооборудования для проектирования, отладки и эксплуатации. Вследствие этого к качеству выполнения электросхемы предъявляются повышенные требования.

Учитывая важность принципиальной электросхемы, следует оценить ее с точки зрения секционирования. В эксплуатации секционирование само по себе повышает качество схемы за счет облегчения ее чтения; при проектировании секционирование, начатое именно с принципиальной схемы, обеспечивает возможность дальнейшего секционирования других компонентов электрооборудования.

Секционирование схемы выполняется согласно общим принципам. В основе его лежит деление всей схемы агрегата на ряд схем управления механизмами или узлами. Эти схемы могут оформляться либо на общей схеме агрегата, например, на отдельных ее чертежах, либо входить в состав проекта оборудования соответствующего механизма или узла, и тогда на общей схеме такая индивидуальная схема находит отражение

только в виде команд-связей. И в первом и во втором случае такое деление схем представляет собой узловое секционирование.

Для получения ощутимых преимуществ секционирования схем необходимо соблюдать ряд требований, к которым следует отнести: обеспечение цельности представления о схеме агрегата; четкое выделение командных связей между узлами; проведение в необходимых случаях дополнительного внутривзлового секционирования; четкость выполнения маркировки различных элементов; введение поясняющих элементов в схемах, характеризующих принципы применяемого секционирования; отражение на схеме некоторых элементов секционирования, осуществляемого в конструктивно-монтажных решениях.

Все указанные требования должны найти отражение как в индивидуальных принципиальных электросхемах управления узлами и механизмами, так и на общей принципиальной электросхеме управления агрегатом.

Индивидуальные принципиальные электросхемы электрических устройств или управления механизмами являются основой узлового секционирования. Главной особенностью их составления является законченность схемы, при которой обеспечивается независимость ее от схем других узлов. Для анализа работы такой схемы достаточно подвести к ней провода питания, а также необходимые управляющие команды.

Второй особенностью составления индивидуальной схемы является требование четкого выделения внешних связей. При этом необходимо стремиться к уменьшению их количества, чтобы они по назначению и количеству как можно ближе соответствовали типовым связям, принятым в системе управления агрегатом. В некоторых случаях для выполнения этих требований появляется необходимость введения в узел дополнительных промежуточных реле для размножения входных команд. Наоборот, выходные команды целесообразно размножать в данном узле, поскольку это приводит к увеличению числа соединительных проводов.

Рассмотрим два способа оформления индивидуальных принципиальных электросхем узлов. Один из них — обычный способ вычерчивания схемы (рис. 11, а). Применяется он для узлов электрооборудования громоздких схем управления, а иногда при оформлении схемы индивидуального узла на отдельных чертежах общей схемы агрегата. При таком способе оформления управляющие и блокировочные команды, подводимые к узлу, т. е. непосредственно встраиваемые в схему, вычерчиваются для наглядности в пунктирной рамке. Команды, выходящие из схемы узла, вычерчиваются в стороне от схемы, обычно после ее изображения. Соответственно все входные команды имеют особую маркировку, содержащую: наимено-

вание узла, откуда они приходят, маркировку этой команды в нем, расшифровку назначения команды, а также маркировку, принимаемую командой в данном узле. Конструктивно все эти команды присоединяются к одному набору зажимов, предназначенному для внешних связей, что находит на схеме отражение в виде условного изображения клемм наборов зажимов.

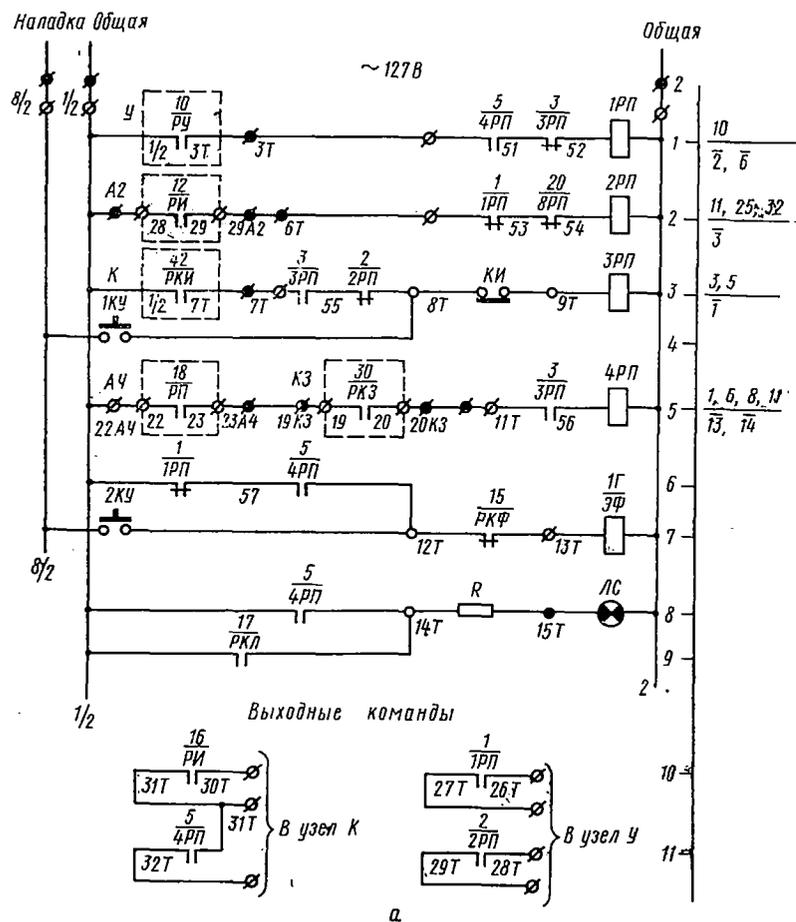
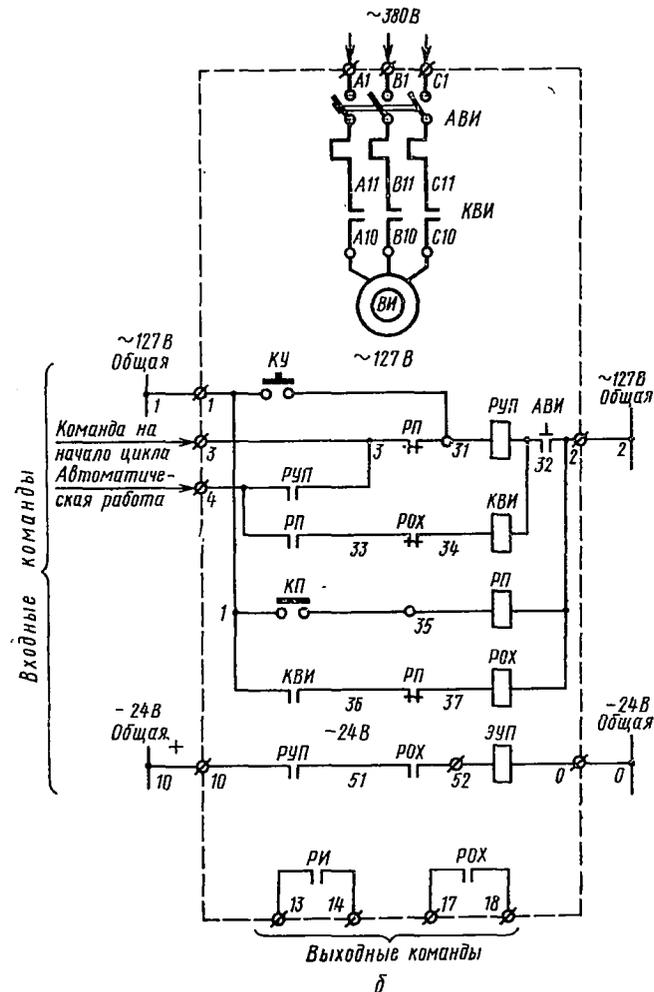


Рис. 11. Изображение принципиальных электросхем

Вторым способом вычерчивания секционированной принципиальной электросхемы какого-либо механизма или узла является вычерчивание схемы внутри общей пунктирной рамки (рис. 11, б). Эта рамка условно изображает панель управле-

ния с наборами зажимов для присоединения входных и выходных команд.

Внутри пунктирной рамки вычерчивается законченная схема узла, которая содержит: электроаппаратуру управления, установленную на панели; электроаппаратуру, установленную непосредственно на механизме. Внутри пунктирной рамки к



индивидуальных узлов при секционировании

условному изображению клемм присоединяются все выходящие из узла команды.

Снаружи пунктирной рамки вычерчиваются все команды внешних связей, подводимые к узлу. Кроме того, условно при-

яты снаружи показывать индивидуальную электроаппаратуру данного механизма, но установленную в общих устройствах, например, электромагниты гидрозолотников, реле давления, установленные в общих гидростанциях.

Такое их изображение дает наглядную добавочную монтажную информацию.

Второй способ изображения принципиальных электросхем индивидуальных узлов внутри пунктирной рамки имеет преимущества при наличии унифицированных и типовых силовых и вспомогательных механизмов, не имеющих автономных источников питания. К этим преимуществам относятся: более наглядное выделение входных команд; более четкое подчеркивание конструктивных и монтажных решений; общность изображения развернутой индивидуальной схемы с ее условным изображением на общей принципиальной схеме агрегата.

Следует остановиться на различных видах внутриузлового секционирования индивидуальных электросхем узлов. Первым из них является секционирование сложного и громоздкого механизма или узла на ряд законченных элементов, из которых данный механизм (узел) состоит. Вторым видом секционирования узла электрооборудования является компоновка его из отдельных независимых между собой механизмов или устройств, близких по функциональному назначению. В основном этот вид внутриузлового секционирования применяется для механизмов или устройств, в схеме которых используется малое количество аппаратов, и конструктивно их целесообразно выделять в самостоятельные узлы. Наиболее характерными примерами таких комплексных узлов являются: узел вспомогательных механизмов, объединяющий насосы смазки, охлаждения, грязеочистки, механизмы уборки стружки и другие; узел контроля и сигнализации, объединяющий различные типы технологического контроля и централизованную сигнализацию агрегата.

К дополнительным поясняющим элементам, которые должны приводиться на индивидуальных принципиальных электросхемах узлов и механизмов, относятся: развернутые циклограммы работы механизмов; для более сложных механизмов упрощенные кинематические или гидравлические схемы; расшифровка адресов и назначения управляющих команд; пояснения особенностей системы секционирования и связанных с ней условных обозначений.

Общая принципиальная электросхема агрегата представляет собой схему, на которой конкретно указано, каким образом разрозненные индивидуальные узлы объединяются в единую систему управления. Необходимость в такой схеме объясняется тем, что при любой степени типизации и унификации электрооборудования на агрегате будут иметь место оригинальные особенности по компоновке механизмов и

узлов, их связям между собой, типам и исполнениям механизмов и т. д.

Объем информации и форма выполнения, а соответственно с этим и количество выполняемых функций на общей принципиальной электросхеме могут значительно изменяться. Зависит это от способа оформления индивидуальных узлов, степени унификации и типизации узлов, а также от количества оригинальных узлов, выполненных по принципам секционирования с выделением внешних связей и обособленным конструктивно-монтажным оформлением.

В наиболее полном исполнении (например, для простых станков) эта схема выполняет все функции управления агрегатом. Схема вычерчивается в развернутом виде с осуществлением внутринузлового секционирования, и только типовые и унифицированные механизмы изображаются в виде индивидуальных блок-схем. К функциям управления в этом случае относятся: распределение проводов питания на различных напряжениях с одновременным обеспечением защиты этих проводов от аварийных режимов; выдача и распределение команд управления отдельными механизмами; прием и логическая переработка блокировочных команд, поступающих от индивидуальных узлов; осуществление централизованного контроля и сигнализации на агрегате; обеспечение переключения агрегата на необходимые режимы и задание различных циклов работы; связь отдельных механизмов с центральным пультом управления. При использовании унифицированных или типовых узлов общая схема должна содержать ряд сведений по используемым в данном конкретном случае исполнениям этих узлов.

На общей принципиальной схеме могут приводиться также развернутые схемы управления индивидуальными механизмами или специальными устройствами.

Для более сложных станков и автоматических линий для всех механизмов и электрических устройств целесообразно выполнять индивидуальные схемы. В этом случае общая схема агрегата превращается полностью в блок-схему, отражающую только связи между узлами. При этом все функции, которые перечислялись для предыдущей развернутой общей схемы агрегата, выполняют теперь независимые индивидуальные узлы.

К постоянным компонентам общей схемы относятся такие, которые дают цельность представления об агрегате, состоящем из отдельных узлов: схема общей компоновки агрегата с нанесением на ней всех узлов и механизмов; структурная циклограмма работы агрегата; таблицы с перечислением применяемых узлов и их исполнением. Кроме того, непосредственно на блок-схеме указываются все узлы агрегата и конкретно задействованные управляющие команды.

Требования к составлению общей схемы агрегата изменяются в соответствии с указанной возможностью изменения объема схемы, когда выполнение отдельных требований находит отражение в индивидуальных узлах. В наиболее полном исполнении основными требованиями являются: правильный выбор секционированной защиты цепей управления на различных напряжениях; четкость распределения управляющих и блокировочных команд; единство выполнения команд; стремление избежать объединения схемных связей между различными индивидуальными узлами.

На оформление общей принципиальной электросхемы агрегата также влияет принятый способ проектирования индивидуальных узлов. Можно выделить следующие способы изображения схем отдельных узлов и механизмов на общей схеме:

1. Схема вычерчивается обычным способом с проведением внутринузлового секционирования, т. е. схемы отдельных функциональных устройств и механизмов отделяются друг от друга только условно. При этом на отдельных чертежах общей схемы желательно группировать близкие по назначению узлы и механизмы. Часто такое условное разделение узлов выполняется только для цепей управления, силовые цепи всех механизмов группируются вместе на отдельном чертеже. Такое оформление схем применяется обычно для сравнительно простых типовых станков, на которых аппаратура управления отдельными узлами в конструктивном отношении не секционируется.

2. Целый ряд индивидуальных схем узлов выполняется на отдельных чертежах общей схемы по правилам узлового секционирования. Такое оформление применяется обычно для линий и сложных станков с целью выделения громоздких механизмов или комплексных узлов, относящихся к типу оригинальных или типовых узлов электрооборудования.

3. Унифицированные и многократно применяемые типовые узлы, а в некоторых случаях и оригинальные (если их количество по отношению к унифицированным невелико) изображаются на общей схеме агрегата в структурном представлении в форме индивидуальных блок-схем.

Индивидуальные блок-схемы отдельных узлов и механизмов вычерчиваются в виде пунктирной рамки, в которую вписываются условные изображения клемм входных и выходных команд. Эти клеммы устанавливаются на наборах зажимов непосредственно на панелях управления данного узла. В принципе пунктирная рамка индивидуальной блок-схемы в точности соответствует рассмотренному ранее способу вычерчивания секционированной принципиальной электросхемы индивидуально узла. На рис. 12 приведены соответственно полная и сокращенная индивидуальные блок-схемы механизма. Полная блок-схема содержит все задействованные в узле внешние связи. Причем входные команды обезличены, на них указаны толь-

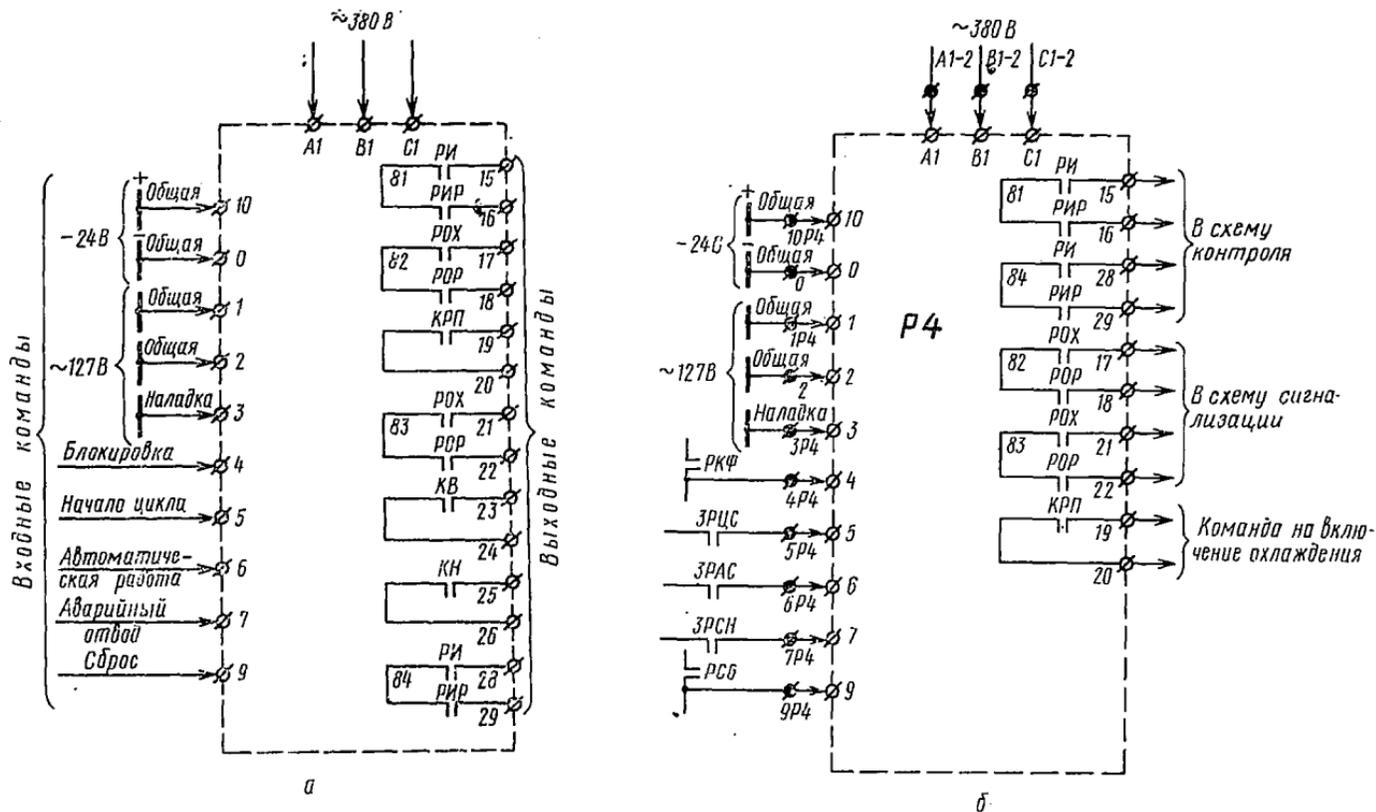


Рис. 12. Индивидуальные блок-схемы силового стода;

а—полная; б—сокращенная

ко выполняемая функция и маркировка проводов в узле. Сокращенная блок-схема, изображаемая на общей блок-схеме агрегата, содержит только конкретно задействованные внешние связи. Причем входные команды представляют собой конкретные контакты управляющих аппаратов и приобретают маркировку этой команды в общем узле управления, для выходных команд указывается адрес их присоединения.

Как уже отмечалось, система секционирования будет тогда наиболее полной, если она в строгом соответствии с секционированием принципиальной электросхемы охватывает также монтажные и конструктивные решения электрооборудования. Только весь этот комплекс работ по секционированию обеспечивает наиболее высокую степень надежности, а также организацию типового проектирования. Именно такое выполнение электрооборудования подразумевается под узловым секционированием.

В общем случае полный комплекс электрооборудования какого-либо устройства включает:

панель управления, на которой соответствующим образом смонтирована вся электроаппаратура управления механизмом, а также наборы зажимов для внешних соединений, т. е. панель управления представляет собой законченный в монтажном отношении узел;

размещение электрооборудования на механизме, которое включает всю аппаратуру, установленную непосредственно на механизме, а также элементы разводки проводов по механизму для соединения этих аппаратов между собой. Заканчивается этот узел каким-либо устройством (индивидуальным электрошкафом или разветвительной коробкой с наборами зажимов либо штепсельными разъемами), обеспечивающим связь механизма с его панелью управления.

Индивидуальная принципиальная электросхема вводится обычно в проект панели управления. Целесообразность этого объясняется тем, что аппаратура, установленная на панели, управляет всем узлом в комплексе, а также единством оформления, так как узлы электрических устройств не имеют размещения электрооборудования.

Проекты узлов панели управления и размещения электрооборудования индивидуального механизма могут оформляться двумя способами. Это может быть самостоятельный проект независимого индивидуального узла или отдельный чертеж в проекте соответствующего общего узла — станции управления или размещения электрооборудования. По первому способу оформления в документацию узла входит полный состав проекта, включая спецификации, общие виды, монтажные электросхемы и конструктивные детали, по второму отдельно оформляются только чертежи общих видов и соответствующие им монтажные схемы, вся остальная документация не подразде-

ляется по отдельным механизмам. Таким образом, первый способ при одноразовом проектировании оказывается более трудоемким, однако благодаря возможности повторного использования узла в различных моделях станков и линий и более легкой обработке документации в производстве предпочтение следует отдавать этому способу.

Необходимо отметить, что такое оформление документации узлов соответствует принятой на заводе-изготовителе дифференциации производственных участков — монтажный участок станции управления и блоков реле, монтажный участок размещения электрооборудования. Это облегчает обработку документации в производстве, позволяет предварительно изготавливать отдельные узлы для различных агрегатов и их отладку. Кроме того, такое секционированное построение электрооборудования станков и линий как по оформлению документации, так и «в металле», создает наиболее благоприятные условия при сборке и демонтаже агрегата, а также при эксплуатации у заказчика.

Компоновка обособленных индивидуальных конструктивных компонентов электрооборудования осуществляется согласно проекту общего узла соответствующего компонента проекта электрооборудования. Само назначение общего узла говорит о том, что он является в основном сборочным чертежом, на котором должны найти отражение только данные по типам и исполнениям компонуемых индивидуальных узлов, способам их стыковки и крепления, взаимного электрического монтажа.

На рис. 13 приведена типовая структурная схема компоновки конструктивных компонентов секционированного электрооборудования агрегата. Согласно этой схеме, панели управления электрических устройств, а также панели некоторых механизмов (механизм 1) монтируются в электрошкафах общего узла станции управления. Панели управления другими механизмами (2, 3) монтируются в индивидуальных электрошкафах, установленных на этих механизмах. Узлы размещения электрооборудования механизмов и индивидуальные электрошкафы компонуются согласно проекту общего узла размещения электрооборудования.

## **8. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ УЗЛЫ И ИХ ОСНОВНЫЕ СВЯЗИ**

Несмотря на большое разнообразие отличительных признаков конструктивного и структурного характера различных типов станков и линий, в их электрооборудовании можно выделить главные, наиболее характерные узлы, постоянно входящие в состав любого агрегата. Естественно, что конструкция и исполнение одних и тех же узлов будут значитель-

но отличаться в различных моделях станков и линий, однако выполняемые ими функции остаются близкими, причем в какой-то мере сохраняется общий характер связей между узлами. На рис. 14 приведена наиболее характерная структурная

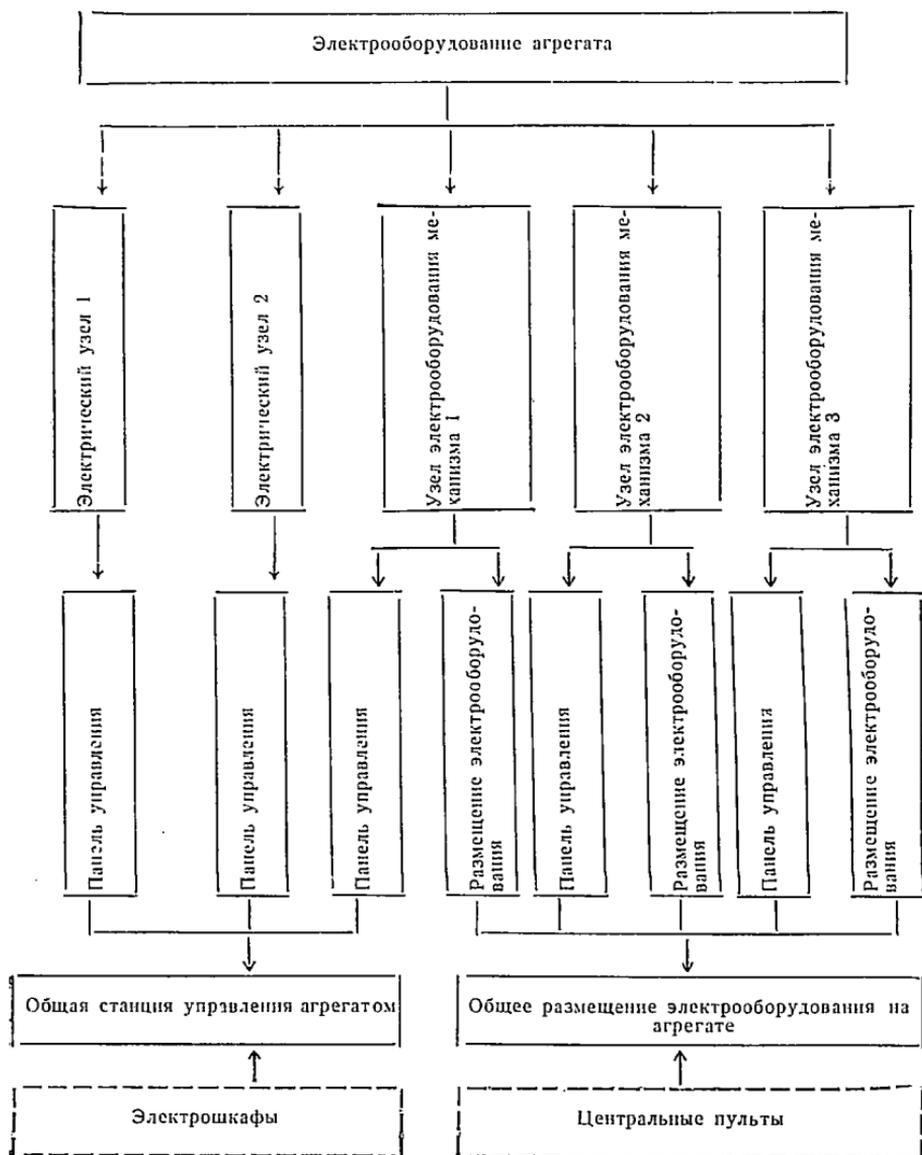


Рис. 13. Схема компоновки секционированного электрооборудования

схема узлов электрооборудования агрегатных станков и линий, отражающая функциональное назначение узлов и главные внешние связи между ними. Причем в данном случае предполагается, что весь агрегат разделен на узлы, которые

могут быть простыми или комплексными. В более простых станках некоторые из этих узлов могут отсутствовать (например, транспортное устройство на станках со стационарным приспособлением), некоторые узлы из-за малого объема аппа-

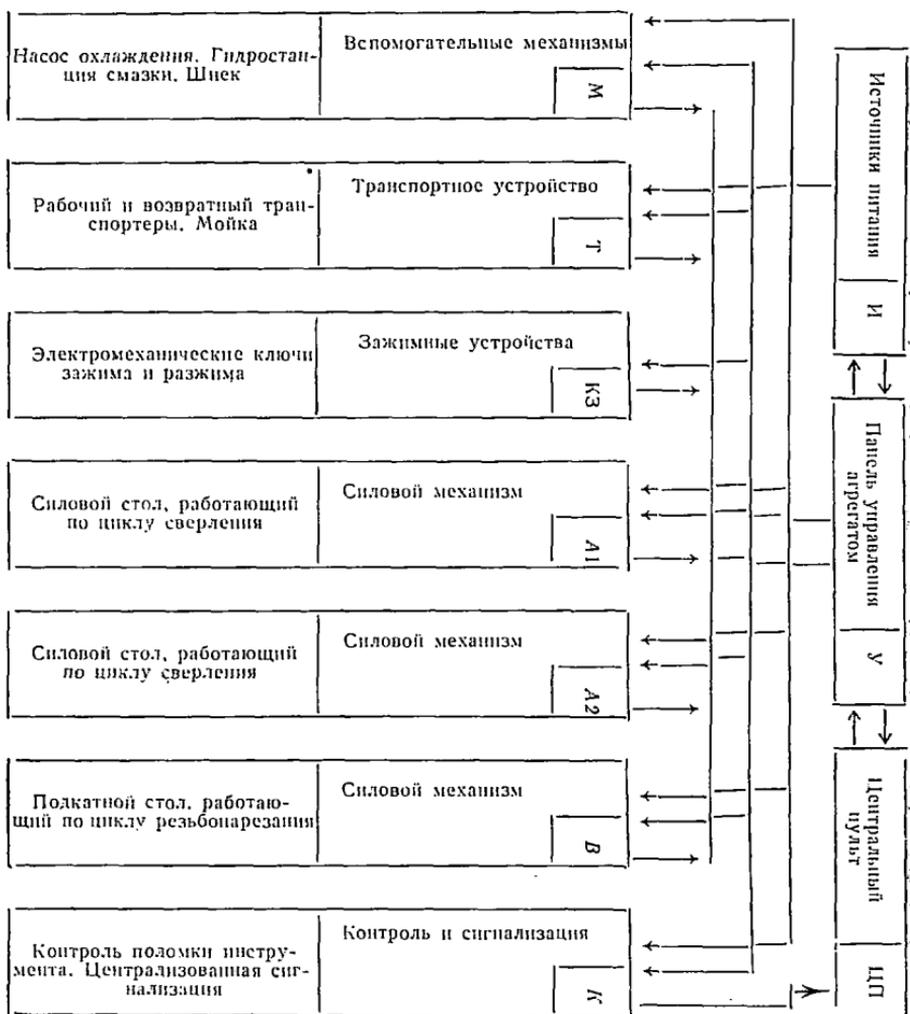


Рис. 14. Схема основных узлов агрегата и связей между ними

ратуры могут объединиться в комплексный узел (узел управления и централизованной сигнализации). В сложных же станках и тем более автоматических линиях эти узлы всегда имеют самостоятельное значение.

Следует привести основные характеристики этих узлов и внешних связей между ними, так как они являются наиболее характерными, что дает возможность, придерживаясь главных принципов их выполнения, синтезировать как различные

модификации этих узлов, так и других, оригинальных по выполняемым функциям узлов. Кроме того, при рассмотрении далее методов проектирования электрооборудования станков и линий из оригинальных, типовых и унифицированных узлов мы сможем оперировать уже готовыми решениями узлов и описывать только особенности объединения их для совместной работы в агрегате.

Источники питания (*И*). Электроэнергия к агрегату подается от цеховой сети (трехфазный ток напряжением 380 В). Ввиду сложности систем управления современных станков и линий, в которых имеются аппараты и устройства на различные уровни и род питающего напряжения, в схему управления вводятся различного рода преобразователи электроэнергии — трансформаторы, выпрямители, стабилизаторы.

Наиболее широкое распространение в станкостроении получило централизованное питание узлов агрегата, что позволило скомпоновать в одном узле все эти преобразователи достаточной мощности для питания всех узлов агрегата и создать для них в этом узле наиболее приемлемые условия работы: охлаждение, удобство распределения энергии, удобство поиска повреждений.

Вторым назначением узла *И* является обеспечение защиты от токов короткого замыкания и перегрузок элементов электросхемы (преобразователей энергии, питающих проводов, отдельных электроаппаратов), что представляется достаточно сложной задачей при имеющих место разветвленных цепях большой протяженности. Защита должна: срабатывать при падении напряжения ниже допустимых значений; отключать минимально возможные токи коротких замыканий при обеспечении отстройки от всплесков пусковых токов; обеспечивать селективность защиты; облегчать поиск причины и места повреждения при срабатывании защиты питающих цепей; содержать взаимную блокировку между преобразователями напряжений. Все эти в некоторых случаях противоречивые требования выполняются с помощью установки секционных автоматических выключателей, разделяющих цепи питания схемы управления на участки.

Наиболее целесообразным с точки зрения надежности является секционирование цепей питания схемы согласно делению самой схемы на узлы, когда каждый из них получает питание от своего индивидуального автомата защиты.

Внешние связи узла источников питания немногочисленны по функциям, но многочисленны по количеству. Ими являются: входная команда — провода питания на напряжение 380 В переменного тока, выходные команды — провода питания силовых цепей и цепей управления на различные уровни и род питающего напряжения. Одним из важных элементов узла являются устройства распределения проводов питания

между другими узлами. Наиболее часто для этой цели используются наборы зажимов на различные токи.

Кроме перечисленных элементов, в узел *И* вводятся элементы контроля повреждений, возникающих в цепях питания: отключения автоматов защиты, пробоя изоляции проводов и др. Наличие указанного контроля в сочетании с узловым секционированием проводов питания обеспечивает удобство поиска повреждений цепей питания. При несекционированных методах проектирования указанный поиск вызывает значительные затруднения и большую продолжительность простоя оборудования.

Таким образом, в отработанной системе проектирования узел *И*, включающий преобразователи энергии, автоматические выключатели, элементы контроля и устройства распределения проводов питания, наиболее легко выделяется в самостоятельный узел.

Узел управления (*У*). Этот узел в основном определяет структуру централизованной системы управления агрегатом. Он обеспечивает все внешние связи между индивидуальными механизмами, очередность включения их в работу, т. е. именно этот узел создает последовательность общего цикла агрегата, описываемого его структурной циклограммой. Кроме того, он определяет требуемый характер работы механизмов, а также целый ряд блокировочных связей.

В зависимости от характера работы каждый станок или линия имеют несколько режимов работы механизмов. Причем под режимом подразумевается статично, заранее выбранный (подготовленный) характер работы, по которому при выполнении каких-то последующих управляющих операций механизмы могут начать работу, т. е. режим определяет как бы потенциальную возможность управления механизмами.

В автоматических режимах работы как агрегат в целом, так и его отдельные участки и механизмы после получения определенных команд должны автоматически совершать работу по предусмотренному для них циклу. При этом под циклом следует понимать автоматическую работу механизма в динамике в строгом соответствии с его циклограммой работы. Управляющая команда, с помощью которой включается цикл, определяет собой задание цикла.

Помимо режимов и циклов, узел *У* обеспечивает также защиту от различных видов аварийных состояний на агрегате и различные блокировки между механизмами. К таким аварийным состояниям можно отнести минимальную защиту от самоходов, общий отвод в исходное положение силовых механизмов, предварительные или общие остановы агрегата.

Основными функциями узла централизованного управления агрегатом, принципиальная электросхема которого носит название «схемы выбора режимов работы и задания циклов»,

является распределение между механизмами следующих элементов: шин и контактов, обеспечивающих работу механизмов в различных режимах; управляющих команд задания циклов; аварийных и блокировочных команд; прием различных команд, поступающих от индивидуальных узлов, и их логическую обработку. Необходимые преобразования команд производятся с помощью промежуточных реле, на которых длительные команды превращаются в импульсные и, наоборот, обеспечиваются необходимые задержки импульсов, суммирование и размножение команд.

По конструктивному оформлению узел управления включает в качестве основных элементов промежуточные реле, выполняющие указанные функции логических преобразований. Характерным элементом узла являются наборы зажимов, с помощью которых осуществляются все внешние связи. При этом входными командами этого узла являются команды, подаваемые с центрального и оперативного пульта управления, а также блокировочные команды, поступающие от индивидуальных механизмов. Выходными командами являются управляющие шины и отдельные контакты, обеспечивающие управление индивидуальными механизмами в различных режимах и циклах работы.

Узел контроля и сигнализации (*К*). Для повышения надежности станков и линий в систему управления ими вводятся контроль и сигнализация состояния определенных параметров, которые позволяют следить за правильностью протекания процесса работы, а при возникновении повреждений производят необходимые переключения и способствуют быстрому нахождению и устранению повреждений. Выбор системы контроля и сигнализации зависит от структурных и конструктивных особенностей агрегата.

Для простых станков с малым количеством механизмов и простым циклом работы выполняется только обобщенная сигнализация состояния механизмов и устройств (включение напряжения, наличие давления, общее исходное положение). На сложных станках и автоматических линиях осуществляется разветвленная система контроля и сигнализации, которая может включать как общий и индивидуальный контроль, отражающий состояние механизмов в статике, так и контроль выполнения тактов работы, отражающий работу агрегата в динамике.

Узел *К* может выполняться несколькими способами. Обычно он представляет собой комплексный узел, включающий аппаратуру централизованной сигнализации агрегата и некоторых малых по объему индивидуальных контрольных устройств. Сложные по конструкции и количеству контролируемых параметров контрольные устройства оформляются в виде самостоятельных индивидуальных узлов. И наоборот, для

простых станков контрольные операции вносятся в узел управления.

Одним из основных принципов выполнения системы контроля и сигнализации, обеспечивающим максимальные преимущества ее применения, является соответствие принятому способу проектирования на основе узлового секционирования. Здесь сказывается не только единство их главного назначения — повышение надежности и улучшение ремонтпригодности — но и подобие принципов конструктивного построения. Основой этого подобия в обоих случаях является независимый индивидуальный узел. Так, система секционирования обеспечила создание этих узлов, всеми средствами выделила и подчеркнула их, а система контроля и сигнализации должна обеспечить наблюдение за их состоянием и оповещать оператора при возникновении повреждений в этих узлах.

Таким образом, назначением узла централизованного контроля и сигнализации помимо осуществления в нем отдельных видов контроля выполнения функций управления и соблюдения в норме технологических параметров является поиск механизма (узла) при возникновении в нем повреждений. Наблюдение за указанными видами контроля производится с центрального пульта управления.

Для сложных механизмов (узлов) недостаточно определить, что в нем произошло повреждение. В этом случае непосредственно в узле управления этим механизмом выполняются специфичные для него внутренние виды контроля. Соответственно выходные элементы контроля устанавливаются в электрошкафу на панели управления или на наладочном пульте этого механизма.

Повышению эффективности системы контроля и сигнализации служат различные методы внутриузлового секционирования. К ним относятся: выделение общей и индивидуальной сигнализации на центральном пульте, отражающей структуру агрегата, и развернутой подробной сигнализации на наладочных пультах механизмов; выполнение функционального секционирования аппаратуры контроля и сигнализации на панелях пультов.

Внешними связями узла контроля и сигнализации являются входные команды, поступающие от других устройств на включение сигнальных ламп и аппаратов контроля (команды о контроле исходного положения и работы механизмов, блокировочных связей, срабатывания контрольных устройств), и выходные команды, осуществляющие необходимые переключения в схеме управления и включающие сигнальную аппаратуру.

Конструктивно узел контроля и сигнализации имеет два элемента: панель управления, на которой устанавливается релейная и полупроводниковая аппаратура, наборы зажимов

для внешних присоединений, и центральный пульт управления, на панелях которого монтируются выходные аппараты узла.

Вспомогательные механизмы (*М*). Механизмы включают разнообразные устройства, которые должны обеспечить нормальную работу силовых и транспортных механизмов. В большинстве своем это одноэлементные механизмы, цикл работы которых состоит из включения и отключения их на различных этапах общего цикла агрегата. Вспомогательные механизмы могут быть общими, т. е. обслуживать группу механизмов на агрегате (стружкоотводы, пылеотсосы, централизованная смазка и т. д.), и индивидуальными для какого-либо одного механизма (обдув детали перед операциями контроля, чистовой обработки или резьбонарезания, индивидуальная смазка или местное охлаждение и др.).

Для каждого вспомогательного механизма схема управления, управляющие команды, отношение к общему циклу агрегата являются сугубо индивидуальными. Так, по отношению к циклу агрегата общие механизмы включаются либо на постоянную работу, либо циклично в начале каждого цикла агрегата или в любой другой момент цикла. Индивидуальные механизмы включаются либо командой от узла управления одновременно с силовыми механизмами, либо командой от механизма, который обслуживается этим вспомогательным устройством, на любом этапе цикла работы механизма. Входными командами вспомогательных механизмов чаще всего являются команды на их включение, выходными — команды на включение сигнализации о состоянии этих механизмов.

В системе секционирования узел *М* может оформляться двумя способами: в виде комплексного узла панели управления несколькими вспомогательными механизмами или отдельным узлом одного вспомогательного механизма. Первый способ применяется для малых по количеству аппаратуры механизмов, причем каждый из них выделяется в узле по правилам внутриузлового секционирования.

Для сложных по циклу работы и количеству аппаратуры механизмов применяется второй способ оформления проекта узла.

Транспортное устройство (*Т*). Оно состоит непосредственно из транспортера, осуществляющего перемещение обрабатываемой заготовки — детали между рабочими позициями, и дополнительных механизмов для установки, зажима, разгрузки, кантования или накопления деталей. Существует большое разнообразие транспортных устройств, нашедших применение в станках и автоматических линиях. Тип и конструктивное исполнение их определяет в основном структуру агрегата по циклограмме его работы и, соответственно, внешние связи узлов, устанавливающие цикловую последователь-

ность их работы. Эти связи узла  $T$  с другими узлами достаточно многочисленны.

Характерными входными командами узла являются команды, разрешающие включение его движения. К ним относятся: общий контроль исходного положения и работы всех механизмов, некоторые блокировки, обеспечивающие нормальную работу на стыках транспортера с другими механизмами, и команды на включение цикла работы транспортера. Почти все эти команды поступают от узла управления. Выходные команды транспортера разрешают движение силовых и некоторых вспомогательных механизмов. Ими являются: контроль его крайних положений (исходного и переднего), фиксации и зажима деталей или приспособлений-спустников на рабочих позициях. Кроме того, с транспортера поступает большое количество команд на включение контроля и сигнализации о состоянии его механизмов.

Из большого многообразия транспортных устройств в рамках одной организации применяются обычно только некоторые конструктивные типы с изменяющимися количественными характеристиками. Это дает возможность создавать не только оригинальные узлы управления транспортными устройствами, но и ставить вопрос об их типизации и унификации.

На характер выполнения узла  $T$  — выполнение одного комплексного узла, включающего и транспортер и дополнительные устройства (обводные транспортеры, зажимные приспособления, кантователи), или выполнение нескольких узлов для некоторых из этих механизмов — влияет ряд факторов: сложность узла; условие гибкости компоновок транспортных устройств для различных моделей станков и линий; количество внешних связей между механизмами. Количество связей — один из главных критериев при определении целесообразности секционирования на отдельные узлы. Большое количество связей затрудняет анализ работы схемы, вызывает большое количество монтажных соединений и, следовательно, в этом случае секционирование транспортного устройства на отдельные узлы может оказаться нецелесообразным.

**Зажимные устройства (З).** С помощью зажимных устройств осуществляется зажим (разжим) обрабатываемых заготовок-деталей в приспособлениях. Они являются характерными механизмами станков и линий. Большое разнообразие обрабатываемых деталей вызывает различные исполнения зажимных устройств по конструкции, приводу (пневматический, гидравлический, электромеханический), типу элементов контроля (в функции пути, тока, давления), типу дополнительных операций (подвод—отвод зажимной головки, центровка, фиксация заготовки, автоматическая разгрузка).

Особенности компоновки зажимных устройств в узел электрооборудования определяются принципиальными и конструк-

тивными характеристиками механизмов. В простейшем случае, когда имеется только один-два электрических аппарата контроля (наличие давления в системе гидро- или пневмозажима, исходное положение механизма), эти аппараты вносятся в узел управления или узел вспомогательных механизмов, что определяется минимумом количества связей, возможностью типизации узла, удобством ориентации наладчика. От количества связей зажимных приспособлений на линиях с беспутниковым транспортером зависит целесообразность ввода их в узел транспортного устройства.

Для более сложных конструкций (например, при электро-механическом приводе зажима и наличии устройства подвода—отвода зажимной головки) целесообразнее выделять зажимные устройства в самостоятельный индивидуальный узел.

В цикле работы агрегата зажимные устройства включаются в автоматическую работу одновременно с силовыми механизмами, что приводит к единству их внешних связей по управлению, блокировкам и контролю.

**Силовые механизмы.** Данные механизмы производят обработку деталей. Они по конструктивному исполнению, количеству, виду обработки наряду с транспортным устройством характеризуют тип станка или линии. Эти механизмы наиболее многочисленны по количеству и наиболее трудоемки при проектировании, так как они должны обеспечивать сложные режимы и циклы работы, требующие большого числа управляющих и блокировочных команд. В то же время для силовых механизмов характерна большая степень повторяемости не только в разных моделях станков и линий, но даже в одной и той же модели. Это сразу поставило вопрос о проектировании их в виде самостоятельных индивидуальных узлов, что привело к облегчению эксплуатации. Кроме того, улучшились условия проектирования, так как появилась возможность заимствования, типизации этих узлов.

Поскольку внешние связи силовых механизмов, т. е. способ управления ими и их контроля, в основном определяют систему управления всего агрегата, для них также в первую очередь ставится вопрос о типизации этих связей.

## МАРКИРОВКА УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

### 9. ОБОЗНАЧЕНИЯ УЗЛОВ

Для маркировки отдельных элементов в индивидуальных узлах секционированного электрооборудования необходимо определить приемлемый способ условного сокращенного обозначения самих узлов и механизмов. Принятое обозначение этих узлов должно затем сохраняться во всех компонентах проекта электрооборудования (принципиальной электросхеме, станции управления, центральном пульте управления, а также непосредственно на самих механизмах), указывая тем самым на принадлежность к узлу.

Для обозначения узлов применяются цифровые (арабские или римские цифры), буквенные или буквенно-цифровые обозначения. Наибольшее применение нашли буквенно-цифровые условные обозначения, поскольку они дают хорошее мнемоническое указание принадлежности к узлу и не сливаются с порядковой цифровой индексацией электрических аппаратов и соединений.

Применяются два способа буквенных обозначений узлов электрооборудования: в соответствии с территориальным расположением механизма согласно конкретной компоновке агрегата или безотносительно к компоновке их на агрегате. Поскольку в первом способе получаются довольно громоздкие обозначения (например, С09(Л) — левый (Л) силовой стол, входящий в условное обозначение станка С09), более приемлемым является второй способ. Согласно этому способу силовые механизмы, как наиболее многочисленные и повторяющиеся узлы агрегата, обозначаются либо одиночными буквами А, Б, В и т. д., либо имеют буквенно-цифровые обозначения: А1, А2, А3 и т. д., Б1, Б2 и т. д. В последнем случае увеличивается количество знаков, однако появляется дополнительная информация: под буквами указывается тип (исполнение) механизма, а под цифрами — порядковый номер меха-

низма данного типа в группе и, следовательно, дается общее количество механизмов каждого типа. Например, группа А— все силовые механизмы, работающие по циклу сверления, группа Б—по циклу резьбонарезания. Следует отметить также, что последний способ создает стандартизованную привязку обозначения к типу механизма, и, как следствие, повышение возможности повторного использования отдельных элементов в различных проектах станков и линий.

Для механизмов и узлов, не повторяющихся в одном агрегате, применяются буквенные условные обозначения, которые состоят из одной-двух букв, содержащих информацию о функциональном назначении узла.

Общими требованиями к выполнению этих обозначений являются: краткость начертания с учетом слияния обозначения узла с маркировкой аппаратов и проводов; мнемоническое подобие полному наименованию узла; соответствие стандартным формам обозначений; созвучность обозначения; возможность введения новых обозначений механизмов и узлов.

В табл. 11 приведена система условных обозначений узлов и механизмов, отвечающая структурному составу электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий. В основу классификации в таблице положены обозначения типовых узлов электрооборудования, особенности выполнения которых были рассмотрены в третьей главе. Кроме того, в таблице указаны обозначения наиболее часто встречающихся механизмов, а также зарезервированы обозначения для оригинальных механизмов однократного или многократного применения в одном агрегате. Например, для нескольких одинаковых контрольных устройств К1, К2 и К3, устанавливаемых на автоматической линии, выполняется только один проект электрооборудования, по которому изготавливается необходимое количество узлов. Это сокращает сроки проектирования, удешевляет производство и, естественно, уменьшает количество типов маркировочных обозначений по сравнению с обычным способом проектирования, когда все эти устройства изображаются на чертеже и имеют сквозную порядковую маркировку. Для различия элементов этих устройств, которые находятся в общих узлах управления (например, проводка входных и выходных команд), их маркировка дополняется условным обозначением узла.

Все обозначения в таблице подразделены на группы, в которых типовые узлы (*T* — транспортное устройство, *M* — вспомогательные механизмы) образуют основу группы, а часто встречающиеся и оригинальные узлы по характеру обозначения являются производными соответствующей группы (*T1* — транспортер 1-го участка, *MC* — механизм смазки).

Маркировочные таблички устанавливаются непосредственно около механизмов, причем они должны быть хорошо видны

Условное обозначение узла	Краткая характеристика узла	
И	Источники питания	
У	Узел управления. Схема выбора режимов работы и задания цикла	
Т	Транспортные устройства	Объединенный узел транспортных механизмов
ТР		Транспортер рабочий
ТВ		Транспортер возвратный
Т1—Т...		Транспортер 1-го (п-го) участка
М	Вспомогательные механизмы	Объединенный узел вспомогательных механизмов
МА		Моечный агрегат
МС		Механизм смазки
М1—М...		Повторяющиеся вспомогательные механизмы
К	Контрольные устройства	Объединенный узел контроля и сигнализации
КР		Контроль размеров
КО		Контроль отверстий
К1—К...		Контрольные устройства
СЗ	Станция зажима деталей	
СР	Станция разжима деталей	
П	Приспособления	Объединенный узел зажимных приспособлений
П1—П...		Приспособления отдельных позиций
А1—А...	Силовые механизмы	Силовой стол: цикл сверления с одной и двумя рабочими подачами
Б1—Б...		Силовой стол: цикл сверления и резьбонарезания
В1—В...		Подкатной стол: цикл резьбонарезания с одним и двумя выводами
Г1—Г...		Силовые механизмы, работающие по расточно-подрезному циклу
Д1—Д...		Прочие циклы работ: с доворотом, глубокое сверление и т. д.

с мест обслуживания линии или станка. Поэтому их устанавливают с двух сторон механизма: либо на специальном кронштейне, либо на боковых вертикальных стенках. Таблички должны устанавливаться единообразно, на одних и тех же конструктивных элементах, на одном уровне.

На рис. 15 показаны различные способы установки маркировочных табличек механизмов, которые соответствуют типовым способам монтажа механизмов. При креплении табличек на высоте более 2 м (рис. 15, а) они устанавливаются с двух

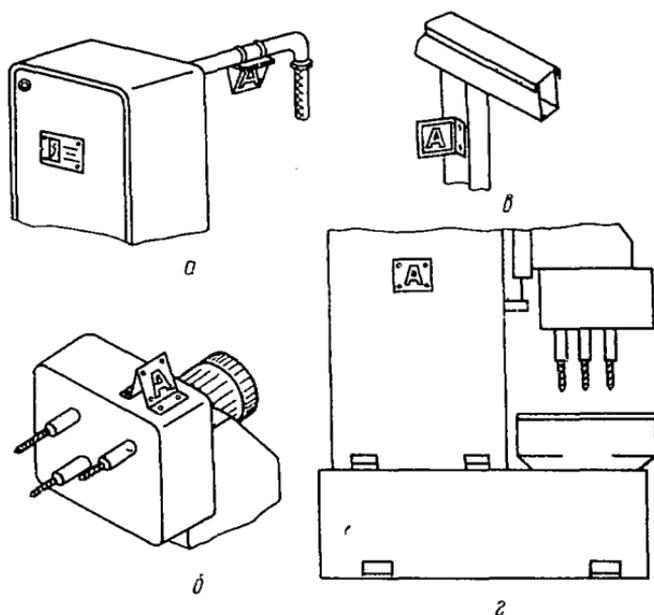


Рис. 15. Установка табличек на механизмах

сторон кронштейна, наклонные поверхности которого обеспечивают хороший обзор табличек. Этот же кронштейн используется при установке табличек на высоте менее 1,5 м, например, на шпиндельной коробке силового механизма (рис. 15, б). Для установки табличек примерно на уровне роста человека на вертикальном отводе короба верхней разводки применяется упрощенный кронштейн (рис. 15, в). В некоторых случаях табличка крепится непосредственно на механизме, например, на вертикальной колонке силового стола (рис. 15, г).

Установка маркировочных табличек узлов и механизмов на дверях электрошкафов общей станции управления сложного станка или автоматической линии приведена на рис. 16, а, б. Эти таблички позволяют быстро определить, в каком шкафу установлена аппаратура управления того или иного механизма. Для удобства обозрения и создания красивого внешнего вида таблички устанавливаются единообразно, верхний уро-

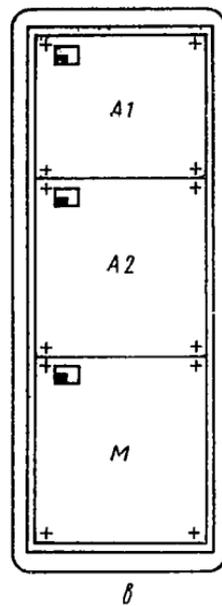
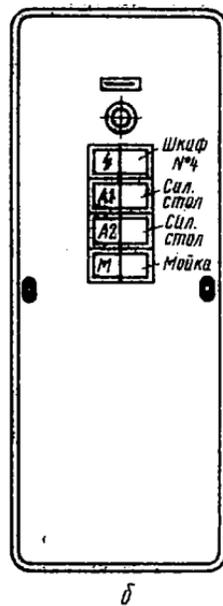
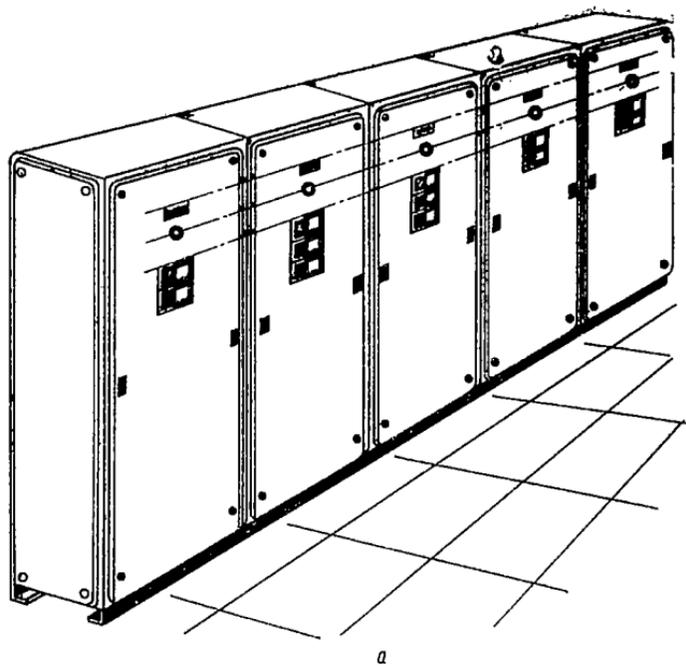


Рис. 16. Установка табличек на станции управления

вень их крепления расположен на одной горизонтали (на высоте примерно 1700 мм). На шкафах с двусторонним обслуживанием таблички устанавливаются с обеих сторон. Если по количеству аппаратуры управления механизм занимает несколько шкафов, таблички с условным обозначением этого механизма устанавливаются на каждом из них.

Таблички панелей управления механизмов и узлов устанавливаются на лицевой стороне панели, а при двустороннем обслуживании (при X-монтаже) — и с ее обратной стороны. На рис. 16, в приведен пример установки табличек на нескольких панелях, смонтированных в одном электрошкафу (шкаф условно показан со снятой дверью). Таблички на каждой панели следует по возможности устанавливать единообразно.

## 10. МАРКИРОВКА ЭЛЕМЕНТОВ

Секционирование электрооборудования вносит определенную специфику в обозначения различных элементов в индивидуальных узлах, которые выполняются с учетом рассмотренного условного обозначения узлов. Наиболее характерным в этом отношении является выполнение условных обозначений электроаппаратов на принципиальных и монтажных схемах и в соответствии с ним маркировка этих аппаратов на агрегате. При большом количестве электроаппаратов в схеме управления агрегатом способ их обозначения приобретает важное значение как для эксплуатации, так и для технологии изготовления самих маркировочных обозначений. Для наладки и эксплуатации агрегата важно, чтобы обозначения были наглядны, хорошего качества и долговечны, так как это облегчает поиск нужного аппарата.

Технология изготовления маркировочных табличек, их производство и учет — довольно трудоемкий процесс, поскольку на сложных агрегатах, какими являются автоматические линии, имеют место сотни и тысячи наименований аппаратов.

Интересна применяемая некоторыми иностранными фирмами технология изготовления табличек. На специальной цветной пластиковой ленте с помощью маркировочных клещей выдавливается условное обозначение аппарата. Затем выдавленное рельефное изображение обозначения обесцвечивается и получается четкая белая надпись на цветном фоне. Такую табличку приклеивают, обеспечивая необходимую долговечность крепления.

Принимая во внимание особенности обозначения аппаратов при секционировании, следует исходить из того, что за основу принято буквенно-функциональное обозначение. Например, реле автоматической работы столов — *РАС*, реле наладки — *РН*, путевой переключатель и реле исходного положения — соответственно *КИ* и *РИ*, контактор и электромагнит ускоренного

подвода механизма — *КУП* и *ЭУП*. Для основных функциональных назначений аппаратов эти обозначения стандартизируются, благодаря чему удешевляется производство маркировочных табличек за счет уменьшения их номенклатуры, а также облегчаются наладка и эксплуатация. Последнее обстоятельство объясняется разносторонней информацией, которую содержат буквенно-функциональные обозначения, так как они хорошо воспринимаются и запоминаются при анализе принципиальной электросхемы. Цифровое обозначение применяется иногда для нетиповых функций управления, когда возникают затруднения в выполнении функционального обозначения. Например, промежуточные реле обозначаются *1РП*, *2РП* и т. д.

Буквенно-функциональное обозначение аппаратов содержит следующую информацию: тип аппарата; выполняемая им функция; механизм, к которому относится аппарат; порядковый номер аппарата при нескольких одинаковых механизмах или при параллельном включении аппаратов. Например, *РИМ* — реле исходного положения манипулятора, *КУВЛТ* — контактор ускоренного перемещения вперед левого транспортера. При обычных способах проектирования как буквенно-функциональные, так и цифровые порядковые обозначения при большом количестве аппаратов на агрегате становятся громоздкими. Секционирование позволяет уменьшить обозначения аппаратов за счет третьей составляющей. Кроме того, если общим правилом несекционированного проектирования является требование не повторять во всей схеме агрегата одинаковых обозначений, то при секционировании не только допускается применение одинакового обозначения аппаратов в разных узлах, но, как правило, это является необходимым. В результате сокращается номенклатура обозначений на агрегате. Так, например, если при несекционированном проектировании конечный выключатель контроля крайних положений имеет обозначение типа *С1—2ККП* (вторая силовая головка станка *С1*), то при секционировании на узлы на всех силовых головках выключатели крайнего положения имеют единое обозначение — *ККП*. Соответственно, для всех механизмов создается стандартная маркировочная табличка (рис. 17, а). Для типовых и унифицированных механизмов большую экономию дает изготовление обобщенных маркировочных табличек аппаратов, установленных на механизме. На рис. 17, в приведен пример такой таблички, на которой в аксанометрическом изображении силового стола в местах действительного расположения аппаратов нанесены их условные обозначения. Следует различать два способа условного обозначения аппаратов при секционировании.

Аппарат, устанавливаемый в независимом индивидуальном узле (реле, контакторы и другие аппараты, располо-

женные на панели управления, или путевые переключатели, двигатели — на самом механизме), имеет независимое от других узлов обозначение. Причем в его обозначение не добавляется наименование узла, к которому он относится. Если внутри узла осуществляется один из видов внутриузлового секционирования (деление сложного механизма на самостоя-

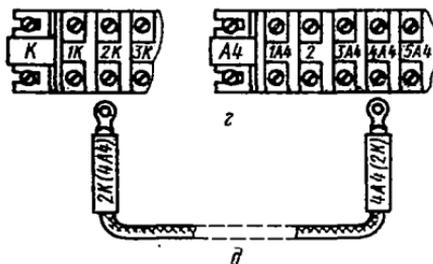
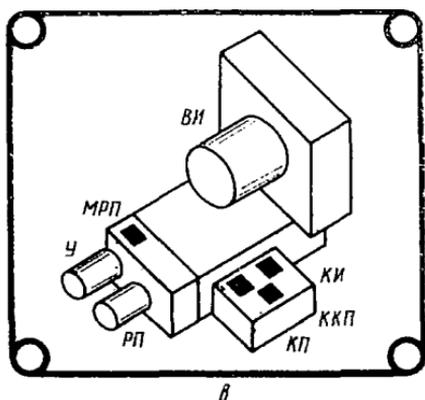


Рис. 17. Маркировка аппаратов и проводов:

*ВИ*—двигатель вращения инструмента; *МРП*—муфта рабочей подачи; *У*—двигатель ускоренных перемещений; *РП*—двигатель рабочей подачи; *КИ*—переключатель исходного положения; *КП*—переключатель подачи; *ККП*—переключатель контроля положения (предельных)

кируются аппараты, устанавливаемые в устройствах, обслуживающих группу механизмов. Так, электромагниты и реле давления, устанавливаемые в общих гидростанциях, приобретают индекс механизма, к которому они относятся. На рис. 17, б приведена маркировочная табличка реле давления зажима подкатного стола В2.

В последнее время в принципиальные электросхемы элек-

тельные функциональные устройства или компоновка комплексного узла из «малых» механизмов), то к обозначениям аппаратов добавляются индексы этих устройств или механизмов.

Например: *КИПС* — путевой переключатель контроля исходного положения подрезного суппорта, установленного на силовом столе; *КНО* — контактор насоса охлаждения, входящий в комплексный узел вспомогательных механизмов. В обоих примерах наименование самого узла (силовой стол, вспомогательные механизмы) не указано.

В тех случаях, когда аппаратура какого-либо индивидуального узла встраивается в общеагрегатный узел (например, для разномощения коммандных связей), она приобретает дополнительный индекс, характеризующий принадлежность к узлу (например, *РИ-А1* реле исходного положения силового стола А1). Аналогично мар-

трооборудования станков и линий, а также других производственных механизмов вводится дополнительная информация принципиального и монтажного характера. Это объясняется тем, что данные схемы при эксплуатации являются основным рабочим документом.

Одной из форм дополнительной информации, значительно облегчающей анализ принципиальной схемы, является введение в нее маркировки (нумерации) строк с указанием прямого и обратного адреса контактов и катушек электроаппаратов согласно этим строкам. Под прямым адресом подразумевается перечисление возле строки, в которой имеется катушка реле или контактора, номеров тех строк, в которых имеются контакты этого реле или контактора. На схеме (см. рис. 11, *а*) показаны прямой и обратный адреса, причем в прямом адресе номер строки размыкающего контакта подчеркнут для отличия его от замыкающего.

Таким образом, прямой адрес дает следующую информацию: количество, вид и место расположения имеющихся в схеме контактов данного аппарата; количество и тип имеющихся на этом аппарате контактов. Эта информация нужна при анализе работы схемы, так как она указывает, на какие цепи влияет данный аппарат, и при выявлении монтажных характеристик аппарата, т. е. количество работающих и свободных контактов на нем. Под обратным адресом подразумевается указание сколо изображения контакта номера строки, в которой расположена катушка его реле или контактора. Этим самым обратный адрес помогает анализировать работу схемы, облегчая поиск катушки аппарата, и, следовательно, выполняемую этим аппаратом функцию и характер его включения.

Существуют различные методы выполнения такой маркировки адресов, отличающихся изображением ее элементов и объемом информации. На рис. 18 на примере участка принципиальной электросхемы рассмотрено несколько таких способов, применяемых зарубежными станкостроительными фирмами. Причем, если некоторые фирмы применяют только прямой адрес (рис. 18, *а* «Заальфельд»), то другие дают не только прямой и обратный адреса, но и другую монтажную информацию. Например, на рис. 18, *в* (фирма «Вайссер», ФРГ) рядом с изображением контактов указаны номера контактных зажимов согласно их маркировке на самом аппарате, что дает еще большие преимущества в эксплуатации.

Секционирование электрооборудования вносит определенную специфику в маркировку строк. Так, для малых по количеству аппаратов узлов нумерация строк и контактов при анализе схемы уже не имеет большого значения, как это имеет место для громоздких узлов, для которых целесообразно выполнять и прямой и обратный адреса. Особенности нумерации строк при секционировании являются: значительное

уменьшение количества номеров строк, ограничиваемых пределами одного узла, т. е. каждый узел имеет свою независимую от других узлов нумерацию строк; прямой и обратный адреса контактов других узлов приобретает в маркировке индекс узла (рис. 18, б, в — фирмы «Бурр», «Вайссер», ФРГ).

Вторым видом дополнительной информации, вводимой в принципиальные схемы, являются различные монтажные обозначения. Эти обозначения поясняют конструктивные особенности метода проектирования (в частности осуществляемой системы секционирования), указывая на способ монтажа, трассу прокладки проводов, место установки некоторых аппаратов.

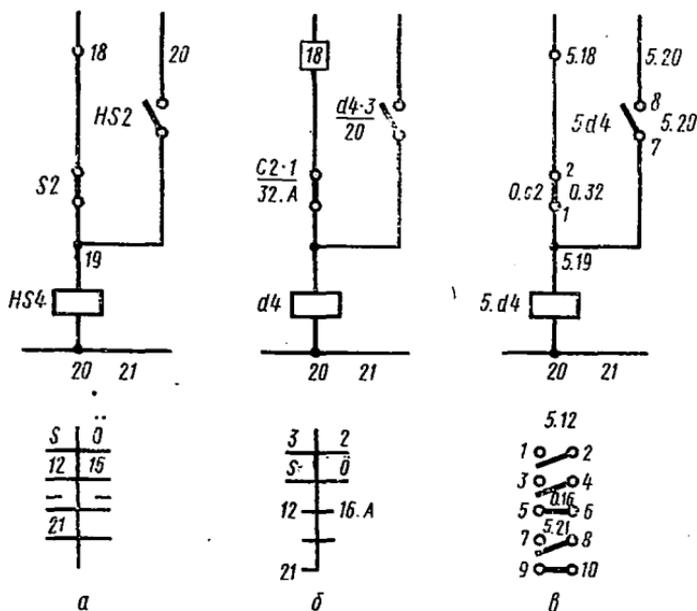


Рис. 18. Способы нумерации строк принципиальных электросхем, применяемые зарубежными фирмами

В первую очередь это касается команд внешних связей между узлами, способ изображения которых уже рассматривался в предыдущей главе.

Важным элементом облегчения поиска повреждений является изображение соединений клемм, с помощью которых осуществляется прозвонка электрических цепей. Некоторые точки электрических цепей специально для этой цели выводятся на наборы зажимов. К ним относятся: характерные точки управления узлами в системе секционирования; общие провода питания; узловые точки сложных разветвленных цепей и др. Изображаемые клеммы указывают действительный монтаж проводов, отводимых с панелей управления во внешних жгутах или осуществляющих связь между узлами в станции управления. Поскольку эти соединения несут различную функциональную нагрузку, следует применять для них различные способы изо-

бражения, которые должны соответствовать рекомендациям стандарта, быть простыми для вычерчивания и наглядными для запоминания. В общем случае может применяться четыре вида условных обозначений клемм:

○ — внутренняя клемма узла, например клемма связи панели управления с электроаппаратами (двигателями, переключателями), установленными на самом механизме (соответственно на схеме, приведенной на рис. 11, а, так изображена клемма провода 8Т);

∅ — клемма внешних связей (входных и выходных команд) панели управления узла с другими узлами (провод 29А2);

● — клемма транзитных связей между узлами, устанавливаемая вне панели узла, например, по условиям наиболее рационального монтажа на наборах зажимов других узлов (провод 3Т);

● — прочие клеммы, которые целесообразно указывать на схеме, например: присоединительные контакты полупроводниковых устройств (реле времени, бесконтактных путевых переключателей); характерные соединения в пультах и разветвительных коробках (провод 15Т).

Еще одним видом дополнительных обозначений является указание около изображения некоторых аппаратов места их установки на агрегате. Необходимость этого возникает при установке аппаратов данного узла на каком-либо другом узле или устройстве. Эти указания выполняются с помощью условных сокращенных обозначений узла, проставляемых рядом с обозначением аппарата ( $\frac{Ц.П.}{15 КУ}$  — кнопка управления 15КУ, установленная на центральном пульте,  $\frac{1Г}{ЭЗ}$  — электромагнит зажима ЭЗ, установленный на гидростанции № 1).

Рассмотренная дополнительная информация, вводимая в принципиальные электросхемы, усложняет их проектирование. Однако это оправдывает себя уже за счет преимуществ, получаемых в эксплуатации, например, уменьшается время поиска повреждений. В то же время возникающие при проектировании сложности должны каким-то образом компенсироваться, чтобы не снижать производительности труда. Предполагается, что эта компенсация может идти по двум направлениям: повышение организации труда при проектировании и уменьшение количества информации, вводимой во второстепенную монтажную документацию. К существенным мероприяти-

ям по повышению организации труда относятся: создание типовых решений элементных цепей и крупных узлов; единство формы и минимальное количество документации, необходимой для производства в звеньях — проектное бюро — завод-изготовитель (единые технические условия и инструкции, руководящие материалы, техническое обучение); решение ряда вопросов проектирования с помощью ЭВМ. Возможность уменьшения объема или упрощения монтажной документации появляется при разработке такого способа изображения монтажной информации на принципиальных электросхемах, который в сочетании с соответствующими конструктивными решениями позволил бы производить монтаж непосредственно по принципиальным схемам.

## 11. МАРКИРОВКА ПРОВОДОВ

Важным элементом при секционировании принципиальных электросхем является выполнение маркировки проводов, в которой следует выделить маркировку: внутренних точек в электросхемах индивидуальных узлов; внутренних точек на общей принципиальной электросхеме агрегата; проводов питания, входных и выходных команд. В табл. 12 приведены возможные способы маркировки проводов.

Маркировку проводов внутри индивидуальной схемы узла можно осуществлять двумя способами. Выбор способа зависит от повторения в агрегате двух и более узлов, работающих по одной принципиальной электросхеме, от многократного применения и унификации схем узлов.

Первым способом маркировки проводов индивидуальных схем является независимая от общей схемы агрегата маркировка в пределах узла. Такая маркировка характерна и обязательна для повторяющихся узлов. Причем в зависимости от типа станка или линии выполнение ее имеет некоторые особенности. Так, для линий из универсальных станков схемы выполняются только с такой маркировкой, причем без всяких дополнительных условностей. Провода на схемах всех универсальных станков, как и на общей схеме линии, маркируются с 1 и выше в последовательности порядковых номеров.

Для повторяющихся типовых и унифицированных механизмов агрегатного оборудования большая наглядность информации при таком способе достигается введением некоторых дополнительных условностей выполнения маркировки:

все узлы имеют два цифровых предела — начало маркировки проводов с некоторой цифры, например, 50, и конец маркировки по самому громоздкому узлу с некоторым запасом цифр, например, 199;

цифры с маркировкой от 1 до 49 заняты маркировкой проводов питания в различных режимах и маркировкой типовых управляющих и блокировочных команд внешних связей;

Таблица 12

Элемент принципальной электросхемы	Тип оборудования							
	Универсальные станки		Агрегатное оборудование					
	Независимая маркировка							
	Повторяющаяся в узлах и на общей схеме	Повторяющаяся во всех узлах		Повторяющаяся только в узлах	Для повторяющихся узлов ПУ и последовательная для прочих узлов			
Схемы индивиду- альных узлов и механизмов	1 и выше для всех станков	Обозначения узлов		От 50 до 199(199 по на- более сложному узлу)	Обозначения узлов			
		<i>И, У, Т, М</i>	<i>ПУ</i>		<i>ПУ</i>	<i>И</i>	<i>Т</i>	<i>М</i>
		1 и выше	От 50 и выше		50— 199	200— 249	250— 399	400—499
Общая схема агрегата	1 и выше	—		От 200 и выше	От 500 и выше			
Входные и вы- ходные команды	Применяются до- бавочные поясню- щие обозначения, содержащие адрес узла	Принимают ин- декс условного обозначения узла		1—25 входные команды и про- вода питания; 26—49 выходные команды Во внешних проводах к мар- кировке добавляется обозначе- ние узла	Согласно марки- ровке узлов, кроме проводов питания			

общая схема агрегата маркируется в этом случае, начиная с маркировки 200 и выше;

в случае полного секционирования схемы управления агрегатом на узлы общая схема выполняется в виде блок-схемы. Провода в узлах однократного применения маркируются с единицы и выше, а в узлах многократного применения, имеющих типовые управляющие команды, — аналогично повторяющимся узлам — ПУ, характерным примером которых являются силовые механизмы.

Вторым способом маркировки индивидуальных электросхем для неповторяющихся механизмов и узлов (источников питания, транспортного устройства, вспомогательных механизмов) является последовательное выделение области маркировочных цифр для каждого из перечисленных узлов. Например, с учетом некоторого резервирования цифр узел транспортера маркируется с 250 до 399, узел вспомогательных механизмов — с 400 до 499 и т. д.

Преимуществами второго способа являются: простота его выполнения, приближающаяся к обычной маркировке несекционированных схем; четкое секционирование по маркировке узлов, не требующее введения дополнительных обозначений управляющих команд; простота применения при несекционированном расположении аппаратов.

К недостаткам такого способа следует отнести: большую сложность заимствования в отношении четкости встройки узлов в новые агрегаты; быстрое возрастание номеров маркировки проводов до трех-, четырехзначных цифр, что ухудшает ориентацию в эксплуатации; значительно меньшую мнемоническую наглядность в обозначениях командных связей.

В результате и для неповторяющихся узлов целесообразнее применять первый способ маркировки. В качестве примера в табл. 13 рассмотрено несколько способов независимой узловой маркировки проводов, выполняемой некоторыми зарубежными станкостроительными фирмами.

При компоновке автоматических линий из универсальных станков общая схема маркируется обычно, начиная с 1, т. е. независимо от маркировки индивидуальных узлов. Отличиями маркировки общей схемы агрегатных станков или линий являются начало ее с цифры, на которой заканчивается маркировка индивидуальных повторяющихся узлов, и четкое выделение маркировки общих проводов питания цепей управления в различных режимах. При этом в схемах с централизованными источниками питания, какими являются схемы этих агрегатов, маркировка проводов питания является единой для общей схемы и индивидуальных узлов.

Внутри общей схемы осуществляется секционирование маркировки проводов с резервированием номеров по механизмам и узлам, выделяемым на общей схеме по правилам внут-

Фирма, страна	Примеры маркировки	Условные обозначения, входящие в состав маркировки
ТОС, ЧССР; „Рено“, Фран- ция	$1i, 1k, 1m$	1—номер провода в узлах $i, k, m$
„Заальфельд“, ГДР	$7Ei$ II/1, $7Ei$ IV	7—номер провода силовой голов- ки ( $Ei$ ); 1 на позиции обработки II и си- ловой головки на позиции обработ- ки IV
„Бурр“, ФРГ	18A, 18B, 18AB	18—номер провода, силовых голо- вок $A$ и $B$ и зажимного приспо- собления этих головок $AB$
„Вайссер“, ФРГ	011, 311, 511	11—номер провода в узлах 0, 3, 5
„АТАКА“, Япония	2104, 2109, 2112	21—номер провода в узлах сило- вых головок 04, 09, 12

риузловое секционирование, а также по различным уровням питающего напряжения.

Выполнение маркировки проводов управляющих команд, т. е. проводов, соединяющих независимые индивидуальные узлы, зависит от способа оформления принципиальных электросхем и принятого в них способа маркировки. Так, для неповторяющихся узлов, провода в каждом из которых маркируются определенной, только ему присущей областью цифр, управляющие команды сохраняют свою маркировку индивидуального узла. Для повторяющихся узлов и узлов, маркировка проводов в которых выполнена по типу маркировки повторяющихся узлов, применяются два способа обозначений:

маркировка проводов сквозными порядковыми номерами в области цифр узла, в который встраивается управляющая команда или из которого она выходит. При этом на схеме должна быть также маркировка этого провода, принятая в индивидуальном узле, т. е. имеет место двойная маркировка провода согласно его нумерации в обоих узлах, которые соединяет этот провод;

в наименовании провода управляющей команды сохраняется его маркировка в индивидуальном узле, но тогда на схеме узла, в которой встраивается команда, к его маркировке добавляется условное обозначение узла. Например, маркировка 5A1 означает, что провод относится к узлу A1 и имеет там маркировку 5.

Следует отметить целый ряд преимуществ, которые дает второй способ маркировки управляющих команд:

наличие в маркировке обозначения узла в большой степени подчеркивает идею секционирования, в то время как сквозная порядковая маркировка нарушает ее;

сохранение в однотипных узлах станка (линии) одной модели или рядом работающих станков разных моделей одинаковой маркировки в обозначении одинаковых команд способствует более быстрой ориентации и запоминанию этой маркировки относительно назначения управляющих команд, т. е. вводятся две дополнительные мнемонические информации в маркировке команд (назначение или выполняемая командой функция; адрес узла, к которому данная команда относится);

создаются более гибкие условия типизации и унификации различных узлов электрооборудования;

не требуется выполнения двух маркировок для одного и того же провода;

значительно сокращается область безадресной порядковой маркировки проводов, что также облегчает работу по обслуживанию сложного электрооборудования (в среднем для секционированной на узлы автоматической линии общая схема имеет 200—300 номеров вместо 1500—2000 для несекционированной).

Выполнение адресной маркировки проводов на агрегате на наборах зажимов (рис. 17, *г*) и маркировочных кольцах (рис. 17, *д*), осуществленной современными технологическими способами и имеющей хорошую наглядность и долговечность, обеспечивает высокую надежность эксплуатации.

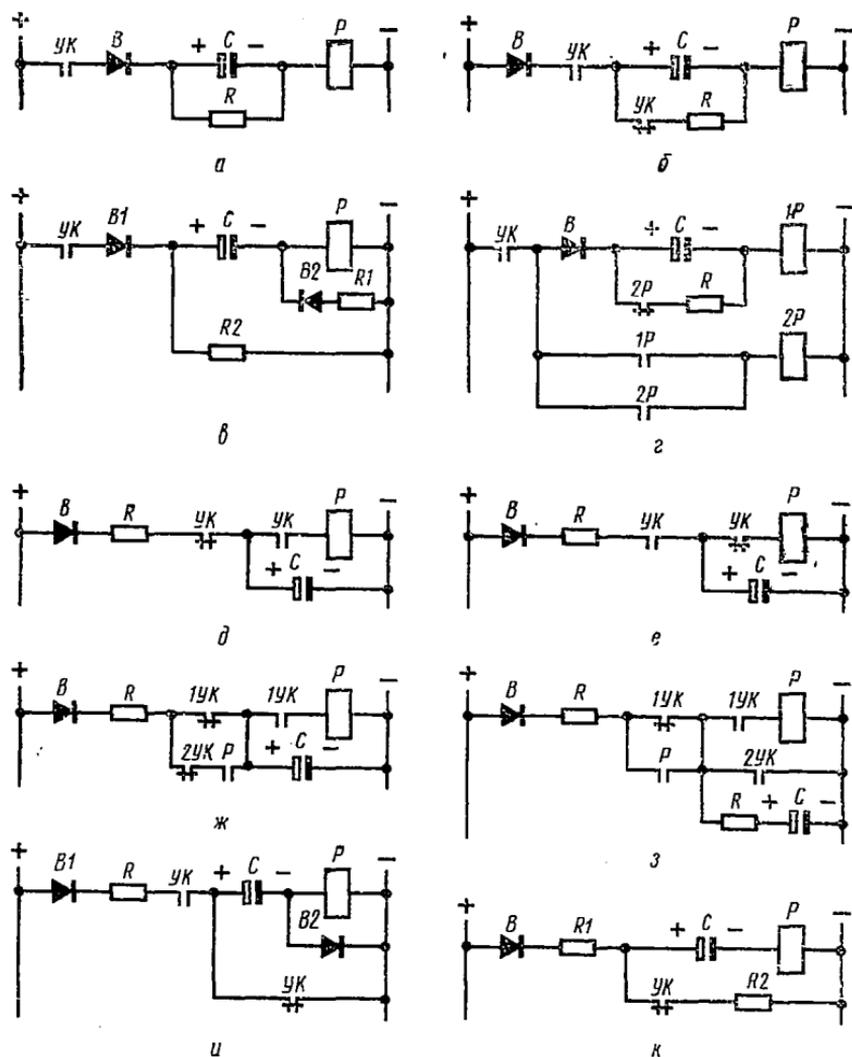
## ТИПИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

### 12. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ АППАРАТОВ

Принципиальная схема управления станка или автоматической линии включает определенные типовые электрические аппараты управления, контроля и сигнализации, схемы включения которых должны быть типовыми. Кроме того, для различных станков и линий схемы управления наряду с принципиальными отличиями имеют большое количество одинаковых простых цепочек, которые могут быть разработаны как типовые и в случае необходимости применяться в проектах. Типизация схем включения электрических аппаратов, отдельных схемных цепочек позволяет применять отработанные и испытанные решения схем, надежность работы которых достаточно высока. Это первый этап типизации схем управления отдельными механизмами станка или линии на пути к типизации схем управления станками и линиями в целом. Решение этих вопросов позволяет перейти к унификации схем управления как отдельными механизмами, так и станками и линиями в целом.

На рис. 19 приведены схемы импульсного включения реле за счет заряда и разряда конденсатора. В схеме, показанной на рис. 19, *а*, реле *Р* включается при замыкании управляющего контакта *УК* за счет тока заряда конденсатора. Длительность включенного состояния реле определяется емкостью конденсатора *С* и величиной питающего напряжения. Для разряда конденсатора *С* после размыкания контакта *УК* в схеме предусмотрено сопротивление *R*, величина которого должна быть такой, чтобы ток, протекающий через него, был меньше тока удержания реле при максимальном напряжении. Однако увеличение сопротивления приводит к тому, что увеличивается время разряда конденсатора и, следовательно, возрастает время между размыканием контактов *УК* и их последующим замыканием. Уменьшение паузы между двумя импульсами дос-

тигается уменьшением величины сопротивления  $R$  и установкой размыкающего контакта  $УК$ , при замыкании которого происходит разряд конденсатора (рис. 19, б). При отсутствии размыкающего контакта  $УК$  небольшая пауза между импуль-



19

Рис. 19. Схемы импульсного включения и отключения реле

сами обеспечивается схемой, приведенной на рис. 19, в. Разряд конденсатора  $C$  происходит по цепи  $R_1-R_2-B_2$ . Недостатком этой схемы является то, что при небольшой величине сопротивления  $R_2$  и замкнутом контакте  $УК$  на сопротивлении  $R_2$  выде-

ляется значительная мощность. На рис. 19, а приведена схема, лишенная этого недостатка и работающая более четко и надежно. При замыкании контакта  $УК$  срабатывает выходное реле  $1P$ , которое замыкающим контактом подает напряжение на обмотку реле  $2P$ . Реле  $2P$ , включившись, разрывает свой размыкающий контакт в цепи реле  $1P$ . Реле  $1P$  будет удерживаться еще некоторое время за счет заряда конденсатора  $C$ . При размыкании контакта  $УК$  реле  $2P$  отпадает. Достоинством этой схемы является то, что в момент срабатывания реле  $1P$  к его обмотке приложено практически полное напряжение сети (величина сопротивления  $R$  невелика), а недостатком — относительно большое число аппаратов.

Рассмотренные схемы имеют один общий недостаток: при резких колебаниях питающего напряжения возможны ложные срабатывания реле. Этого недостатка лишены схемы, в которых реле включается за счет тока разряда конденсатора. В схеме, приведенной на рис. 19, б, при подаче входного напряжения заряжается конденсатор  $C$ , а при срабатывании управляющего контакта  $УК$  — его разряд на обмотку реле  $P$ , в результате чего реле импульсно включается. Длительность импульса определяется емкостью конденсатора  $C$ , величиной подводимого напряжения и параметрами обмотки реле. Сопротивление  $R$  в схеме предусмотрено для ограничения зарядного тока конденсатора. В схеме, показанной на рис. 19, в, при замыкании управляющих контактов  $УК$  конденсатор  $C$  заряжается, а при их размыкании реле включается за счет разрядного тока конденсатора.

На рис. 19, г, з приведены схемы, в которых происходит импульсное включение реле с последующей постановкой его на самопитание. При срабатывании управляющих контактов  $1УК$  реле  $P$  включается и становится на самопитание. При размыкании управляющего контакта  $2УК$  реле отпадает. Схема, показанная на рис. 19, з, применяется в тех случаях, когда необходимо мгновенное отпадение реле  $P$  после срабатывания контакта  $2УК$  (в схеме, приведенной на рис. 19, ж, реле  $P$  отпадает с выдержкой времени, определяемой временем разряда конденсатора  $C$ ).

Для импульсного включения реле при отключении управляющих контактов  $УК$  может быть использована схема, изображенная на рис. 19, и. При замыкании замыкающего контакта происходит заряд конденсатора  $C$  по цепи  $B_1—R—УК—B_2$ . При замыкании замыкающего и размыкании размыкающего контактов конденсатор  $C$  разряжается на обмотку реле  $P$ . Реле  $P$  импульсно включается.

В схеме на рис. 19, к импульсное включение реле  $P$  происходит при включении и отключении управляющего контакта  $УК$ : за счет зарядного и разрядного токов конденсатора  $C$  соответственно.

При построении релейно-контактных схем управления агрегатами возникает необходимость в применении реле, включающихся и отключающихся с относительно небольшой выдержкой времени (до 1—1,5 с). Для таких цепей могут быть использованы схемы, приведенные на рис. 20.

В схеме на рис. 20, а при замыкании контакта  $УК$  реле  $P$  включается с задержкой, определяемой временем заряда конденсатора. Недостатком такой схемы является то, что при раз-

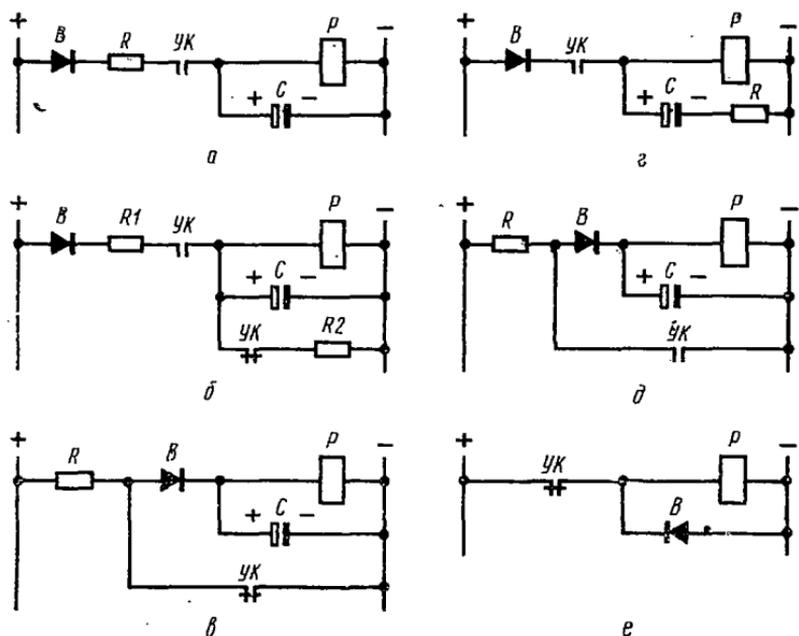


Рис. 20. Схемы включения и отключения реле с выдержкой времени

мыкании контакта  $УК$  реле отпадает также с задержкой за счет разрядного тока конденсатора. Этого недостатка лишена схема, показанная на рис. 20, б, так как конденсатор  $C$  шунтируется размыкающим контактом  $УК$ . Однако в этой схеме использованы замыкающие и размыкающие контакты  $УК$ . При отсутствии замыкающего управляющего контакта включение реле с выдержкой времени может быть осуществлено по схеме, приведенной на рис. 20, в. Недостатком этой схемы является то, что на сопротивлении  $R$  выделяется значительная мощность при замкнутом контакте  $УК$ .

Большое распространение получила схема, показанная на рис. 20, г. При размыкании контакта  $УК$  реле  $P$  отключается с выдержкой времени за счет разрядного тока конденсатора. Время выдержки отпадания реле  $P$  регулируется изменением величин сопротивления  $R$  и емкости  $C$ . При необходимости

отключения реле  $P$  с выдержкой времени замыкающим контактом  $УК$  применяется схема, приведенная на рис. 20, *д*. В тех случаях, когда требуется незначительная задержка отпадания реле, используется схема, изображенная на рис. 20, *е*.

Часто в схемах управления механизмами требуется различать четные и нечетные сигналы для подачи определенной

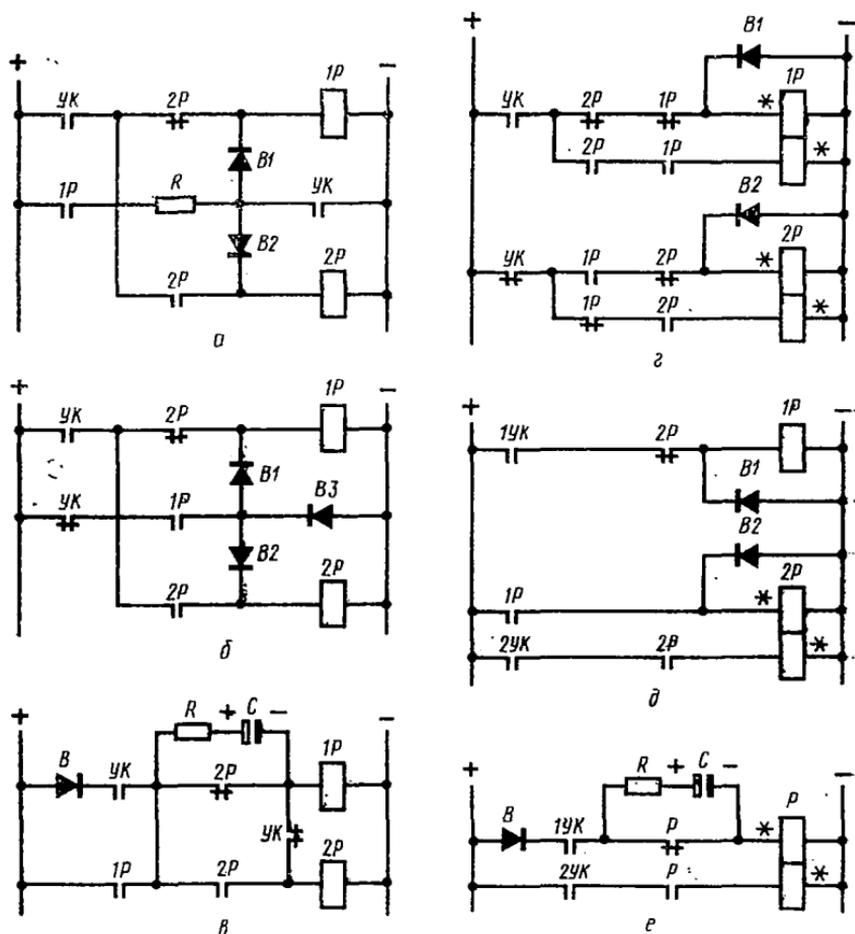


Рис. 21. Ячейки двоичного счета и схемы включения реле с магнитной блокировкой

команды. Для этих целей можно применять релейные ячейки двоичного счета, основанные на том, что реле имеет два состояния: включенное и отключенное. В таких ячейках сигналы на выходе схемы появляются при нечетных срабатываниях управляющих контактов и исчезают при четных срабатываниях. В качестве примера на рис. 21, *а—г* приведены часто встречающиеся схемы двоичного счета. Замыкание управляющих контактов  $УК$  (рис. 21, *а*) приводит к включению выходного реле

$1P$ , а размыкание — к включению вспомогательного реле  $2P$ . При повторном (четном) включении контактов  $УК$  отпадает реле  $1P$  (исчезает выходной сигнал). Реле  $2P$  отпадает при последующем размыкании контактов  $УК$ . При дальнейших срабатываниях контактов  $УК$  схема работает в той же последовательности. Величина сопротивления  $R$  в этой схеме выбирается из расчета надежного включения реле  $2P$ . При этом во время замкнутого состояния контактов  $УК$  на сопротивлении  $R$  выделяется значительная мощность. Избежать этого можно, используя переключающие контакты (рис. 21, б). При включении контактов  $УК$  срабатывает выходное реле  $1P$ . Отключение контакта  $УК$  приводит к включению реле  $2P$ , реле  $1P$  остается включенным. При повторном (четном) включении контактов  $УК$  выходное реле  $1P$  отключается; реле  $2P$  отпадает при отключении контактов  $УК$ . В этой схеме диод  $B_3$  предназначен для обеспечения задержки отпадания реле  $1P$  и  $2P$  при переключениях контактов  $УК$ . Задержка отпадания выходного реле  $1P$  на время переключения (перелета) контактов  $УК$  может быть выполнена с использованием конденсатора (рис. 21, в).

В ряде случаев необходимо иметь жесткую «память» последовательности поступления входных импульсов. Для этой цели применяются ячейки двоичного счета, построенные на двухобмоточных реле с магнитной блокировкой (рис. 21, г). В качестве управляющего контакта в таких ячейках используется переключающий контакт. При замыкании замыкающего контакта  $УК$  напряжение поступает на включающую обмотку выходного реле  $1P$ . Реле  $1P$  включается и своим размыкающим контактом рвет цепь питания включающей обмотки, а замыкающими контактами подготавливает цепи питания отключающей обмотки реле  $1P$  и включающей обмотки вспомогательного реле  $2P$ . Размыкание замыкающих и замыкание размыкающих контактов  $УК$  приводит к включению реле  $2P$ . При повторном (четном) замыкании замыкающего контакта  $УК$  напряжение поступает на отключающую обмотку реле  $1P$ , и оно отпадает. При замыкании размыкающего контакта  $УК$  на отключающую обмотку реле  $2P$  подается ток, и реле  $2P$  также отпадает. После двух срабатываний управляющих контактов схема заняла первоначальное состояние. При последующих срабатываниях управляющих контактов включение и отключение реле  $1P$  и  $2P$  происходит в той же последовательности. Для надежного включения реле их включающие обмотки зашунтированы диодом.

Другие более надежные способы включения реле с магнитной блокировкой приведены на рис. 21, д, е. В схеме на рис. 21, д при замыкании управляющего контакта  $1УК$  срабатывает вспомогательное реле  $1P$ , замыкающий контакт которого подает напряжение на включающую обмотку реле с магнитной

блокировкой  $2P$ . Реле  $2P$  срабатывает и своим размыкающим контактом рвет цепь питания реле  $1P$ . Реле  $1P$  отпадает с небольшой выдержкой времени (за счет диода  $B_1$ ) и размыкает замыкающий контакт в цепи обмотки реле  $2P$ . При замыкании контакта  $2УК$  реле  $2P$  отпадает.

В схеме на рис. 21,  $e$  размыкающий контакт реле зашунтирован цепочкой, состоящей из сопротивления  $R$  и конденсатора

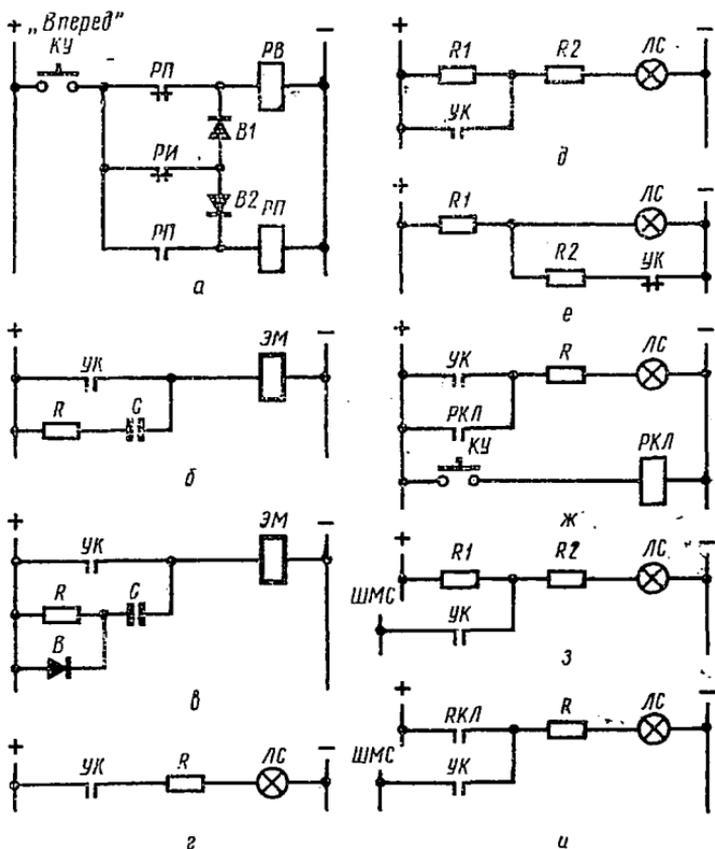


Рис. 22. Схемы включения реле, электромагнитов и сигнальных ламп

$C$ . При размыкании размыкающего контакта реле  $P$  включающая обмотка реле обтекает ток до полного заряда конденсатора  $C$ . За это время реле  $P$  надежно срабатывает.

На рис. 22 приведены некоторые типовые общесхемные цепочки, используемые при построении схем управления и сигнализации. В ряде случаев возникает необходимость в построении схемы управления механизмом, совершающим замкнутый цикл работы, начальное и конечное положение которого контролируется одним и тем же путевым переключателем (реле  $PИ$ , рис. 22,  $a$ ). Предположим, что механизм находится в исходном положении, реле  $PИ$  включено и его размыкающий кон-

такт разомкнут. При нажатии на кнопку «Вперед» включается выходное реле *PВ* через размыкающий контакт вспомогательного реле *РП*. Когда механизм сойдет с исходного положения, реле *РИ* отключится и его размыкающий контакт замкнется. В результате этого включается реле *РП*, замыкающий контакт которого шунтирует размыкающий контакт реле *РИ*. Обмотка реле *PВ* обтекается током уже через размыкающий контакт реле *РИ*. В исходном положении механизма срабатывает путевой переключатель, включается реле *РИ*, и реле *PВ* отпадает. Для задания следующего движения механизма необходимо отпустить и снова нажать на кнопку управления «Вперед».

В промышленной автоматике используются электромагниты, электромагнитные муфты и другие исполнительные аппараты постоянного тока, управляющие контакты в цепях которых в момент коммутации подвергаются значительному перенапряжению, вследствие чего управляющие контакты подгорают и быстро выходят из строя. Для увеличения срока службы применяются искрогасительные цепочки. На рис. 22, б изображена искрогасительная цепочка, состоящая из последовательно соединенных сопротивления и конденсатора. В момент размыкания контакта *УК* происходит заряд конденсатора, благодаря чему контакт *УК* разгружается. При замыкании контакта *УК* конденсатор разряжается. В схеме, показанной на рис. 22, в, искрогасительная цепочка состоит из трех элементов: конденсатора, сопротивления и диода. В момент размыкания контактов *УК* последний шунтируется конденсатором, так как ток проходит через диод и конденсатор заряжается. При замыкании контакта *УК* конденсатор разряжается на сопротивление *R*. В этой схеме учтены противоречивые требования искрогасительных цепочек: из условий искрогашения величина сопротивления должна равняться нулю, что недопустимо из условий разряда конденсатора.

На рис. 22, г приведена схема сигнализации, построенная так, что при замыкании управляющего контакта лампа загорается ярко, указывая на выполнение контролируемой операции. Однако при неисправной лампе сигнализации о выполнении контролируемой операции не будет. Схема, показанная на рис. 22, д, позволяет контролировать целостность лампы (свечение лампы вполнакала) и выполнение операции механизмом (загорание лампы полным накалом). При отсутствии замыкающего контакта *УК* сигнализация может быть выполнена при помощи размыкающего контакта (рис. 22, е).

При большом числе ламп на панели сигнализации целесообразно применять схему, приведенную на рис. 22, ж. В нормальном состоянии лампа не горит. При замыкании контакта *УК* лампа загорается ярко. Для проверки целостности ламп на панели сигнализации предусмотрена кнопка «Контроль

ламп», при нажатии на которую включается реле *РКЛ*, замыкающее свои контакты в цепях всех ламп, установленных на панели. При этом все исправные лампы загораются ярко.

Лампы аварийной сигнализации подключаются, как правило, к шине мигающего света *ШМС* (рис. 22, з, и). В первом случае проверка целостности лампы осуществляется включением ее в полнакала, во втором — при помощи контактов реле *РКЛ*.

В качестве аппаратов путевого контроля широкое распространение получили бесконтактные путевые переключатели типа БВК-24. На рис. 23, а—г показаны различные способы включения бесконтактных переключателей. Переключатель возбуждается при введении в щель его головки переключающей пластины, при этом включается реле *Р*. При выходе пластины из головки переключателя реле *Р* отключается (рис. 23, а). Запоминание срабатывания переключателя осуществляется постановкой реле на самопитание (рис. 23, б). Включение двух переключателей последовательно и параллельно показано на рис. 23, в, г.

На рис. 23, д приведена схема включения полупроводникового реле времени типа РВС-36М с выдержкой времени на включение до 10 с при емкости конденсатора *С*, равной 200 мкФ. Регулирование выдержки времени от 0 до 10 с осуществляется потенциометром, ось которого выведена из корпуса реле РВС-36М. При срабатывании выходного реле *Р* его замыкающие контакты шунтирует реле времени, что исключает дребезжание реле *Р*.

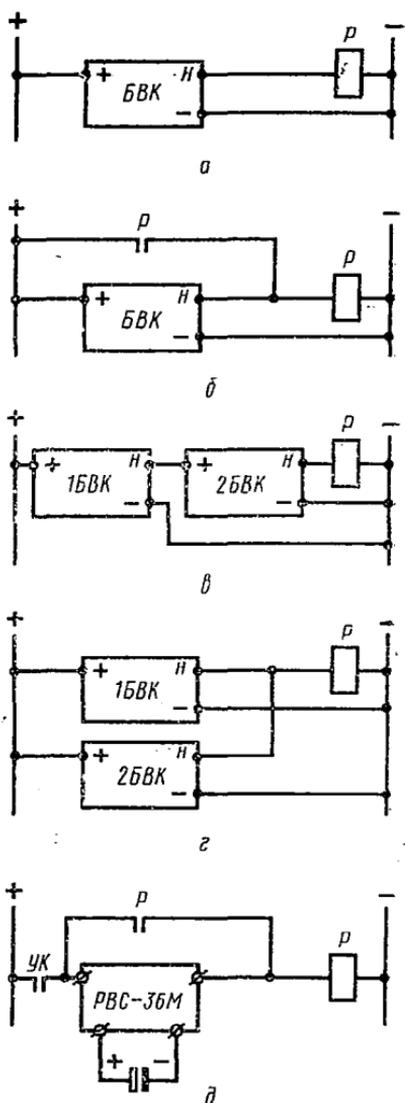


Рис. 23. Схемы включения переключателей серии БВК-24 и реле времени РВС-36М

### 13. ТИПОВЫЕ ОБЩЕСХЕМНЫЕ ЦЕПочки

Построение схем управления автоматическими линиями с различными циклами работы, состоящими из разнообразных механизмов, основано на общих принципах, благодаря чему становится возможным из всего множества разнообразных схем выбрать отдельные элементы, повторяющиеся из линии в линию с незначительными изменениями. Таким образом, эти элементы схем могут быть типовыми, а при их окончательной отработке — и унифицированными. К таким элементам схем относятся схема источников питания силовых цепей и цепей управления, схемы развернутой сигнализации и др.

На рис. 24, а приведена схема источников питания силовых цепей для автоматической линии. При включении вводного автоматического выключателя АВ загорается сигнальная лампа ЛС, установленная на двери электрошкафа, в котором установлен вводной автомат. Питание трансформаторов цепей управления и селенового выпрямителя осуществляется от отдельного автоматического выключателя АЦУ. Так как на каждом силовом узле устанавливается индивидуальный электрошкаф с аппаратурой, относящейся к данному узлу, то силовые цепи оказываются сильно разветвленными, в значительной степени ограничивая токи короткого замыкания, в результате чего вводной автоматический выключатель может не сработать при коротком замыкании цепи. Для исключения этого силовые узлы разбиваются на  $n$  групп примерно с равной нагрузкой. Для каждой группы на станции управления устанавливается автоматический выключатель с соответствующей уставкой ( $IAB-nAB$ ).

Питание цепей аварийного отключения вводного автоматического выключателя, включения цепей управления, а также сигнальных ламп осуществляется от трансформатора ТП (рис. 24, б). При нажатии на кнопку «Управление» включается и становится на самопитание контактор КЦУ, замыкающий контакты в цепи выключателя АЦУ (см. рис. 24, а) и подающий напряжение на трансформатор ТУ (рис. 24, в) и выпрямитель ВС (рис. 24, г).

В схеме предусмотрены кнопки «Оперативный стоп» (отключение цепей управления) и «Аварийный стоп» (отключение вводного автоматического выключателя), а также контроль и сигнализация пробоя изоляции общих проводов.

Питание цепей управления переменного тока механизмов линии осуществляется от трансформатора ТУ (см. рис. 24, в). Для улучшения условий отключения токов короткого замыкания цепи разделены на группы. Причем, для механизмов, имеющих цепи управления постоянного тока, в схеме предусмотрена блокировка, обеспечивающая снятие напряжения перемен-

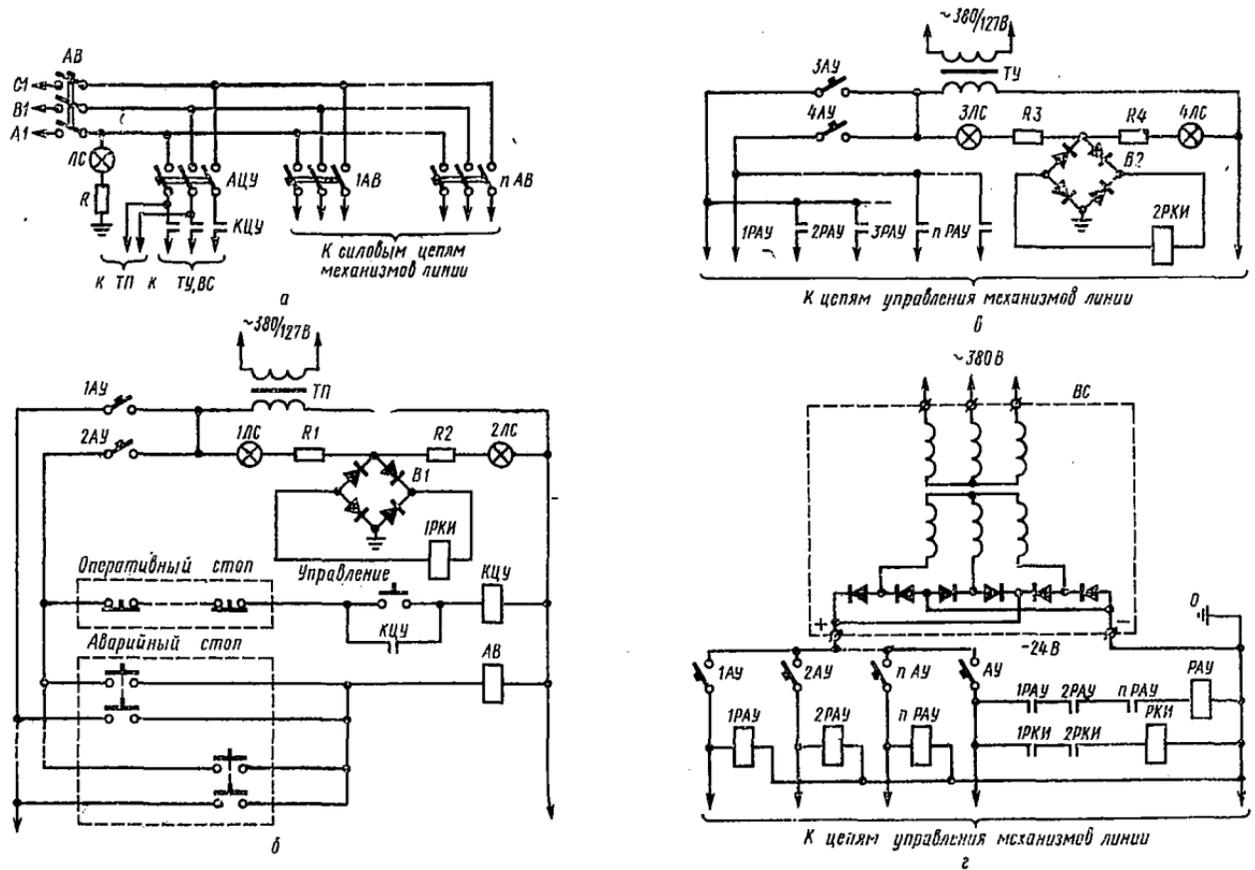


Рис. 24. Схема источников питания силовых цепей и цепей управления автоматической линией

ного тока при отсутствии напряжения постоянного тока (замыкающие контакты реле  $1PAУ — nPAУ$ ).

Защита цепей управления напряжением 127 В осуществляется однополюсными автоматическими выключателями  $1AU, 2AU$  (рис. 24, б) и  $3AU, 4AU$  (рис. 24, в).

В схеме предусмотрен контроль и сигнализация пробоя изоляции общих проводов. Питание цепей управления постоянного тока напряжением 24 В производится от селенового выпрямителя, собранного по трехфазной мостовой схеме (рис. 24, г). Цепи управления разбиты на группы, защищаемые автоматическими однополюсными выключателями  $AУ, 1AU — nAU$ . При таком способе защиты цепей улучшаются условия срабатывания защиты и облегчается поиск места повреждения.

Контроль включения автоматических выключателей осуществляется реле  $1PAУ — nPAУ$ , замыкающие контакты которых установлены в цепь обмотки реле  $PAУ$ . Контроль пробоя изоляции цепей управления напряжением 127 В осуществляется реле  $PКИ$ . Контакты реле  $PAУ$  и  $PКИ$  устанавливаются в цепи реле готовности линии к циклу.

Приведенная на рис. 24 схема источников питания является типовой для всех автоматических линий. В каждой линии схемы источников питания отличаются различным числом групп силовых цепей, цепей управления постоянного и переменного напряжения, номинальными токами автоматических выключателей, а также числом установленных кнопок аварийного и оперативного останова.

При выполнении проекта электрооборудования реальной автоматической линии за основу принимается типовая схема источников питания. Для данной схемы определяется число групп силовых цепей и цепей управления и номинальные токи автоматических выключателей в каждой группе. Кроме типовой схемы выполняется и типовая панель источников питания (рис. 25). В верхней части панели (рис. 25, а) устанавливаются автоматические выключатели силовых цепей и однополюсные выключатели цепей управления 127 В переменного и 24 В постоянного тока. В средней части панели устанавливаются реле контроля включенного состояния автоматических выключателей цепей управления постоянного тока и реле контроля пробоя изоляции. В нижней части панели устанавливаются трансформаторы и селеновые выпрямители. Количество аппаратов на панели выбирается с таким расчетом, чтобы в реальном проекте электрооборудования автоматической линии их количество было таким же или меньше. С обратной стороны панели устанавливаются наборы зажимов для подключения проводов питания силовых цепей и цепей управления (рис. 25, б). Панель источников питания для автоматических линий целесообразно иметь типовой, а не унифицированной.

ной, так как при обычных способах унификации потребовалось бы иметь огромное число исполнений проекта панели, определяемое произведением чисел количества аппаратов на числа возможных сочетаний по номинальным данным каждого аппарата.

Для обеспечения надежной работы станков и автоматических линий, а также удобства их эксплуатации, заключающей-

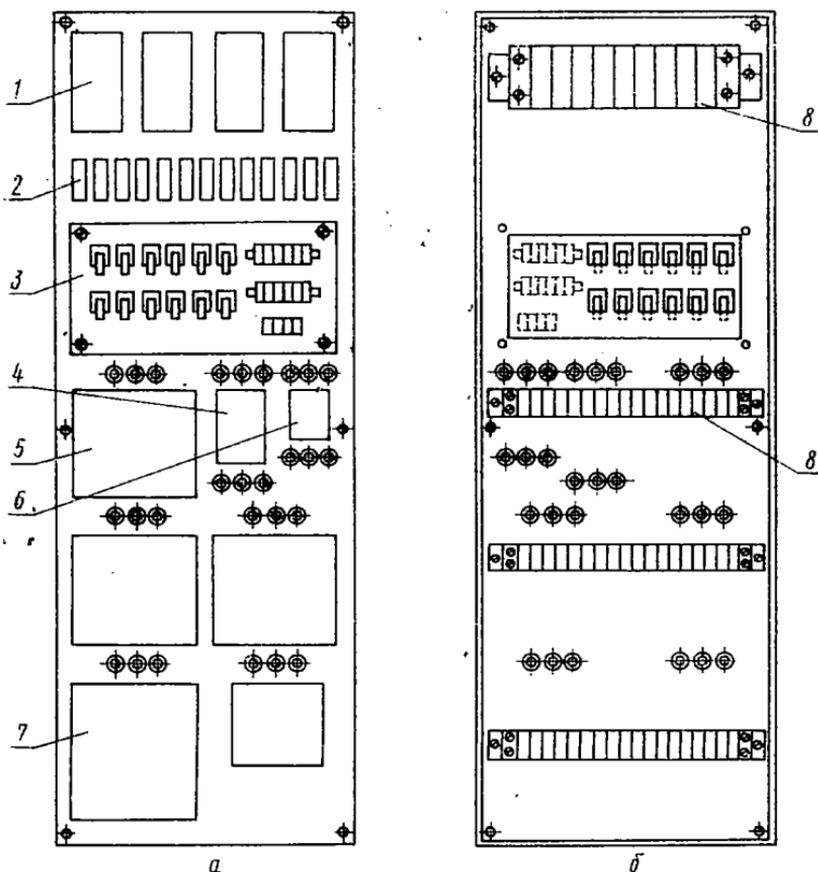


Рис. 25. Панель источников питания:

*а*—лицевая сторона панели; *б*—вид панели со стороны монтажа; 1—автоматические выключатели силовых цепей; 2—автоматические выключатели цепей управления; 3—панель аппаратов автоматики и связи; 4—автоматический выключатель трансформаторов цепей управления и селеновых выпрямителей; 5—селеновый выпрямитель; 6—контактор включения цепей управления; 7—трансформатор; 8—наборы зажимов

ся в быстром нахождении и устранении повреждений, которые могут возникнуть в процессе работы, в схемах управления должны предусматриваться различные системы контроля и сигнализации.

Типовая система контроля и сигнализации, основанная на узлом секционирования электрооборудования, позволяет определить механизм, в котором произошло повреждение, или при сложных механизмах — на каком движении этого механизма возникла неисправность. Эта же система позволяет следить за состоянием механизмов в процессе нормальной работы агрегата или при его наладке.

На рис. 26 приведена часть панели центрального пульта управления автоматической линии, состоящей из штангового транспортера *T*, силовых узлов *A1—A4*, *B1—B4*, контрольного устройства *K* и приспособлений *П1—П6*. Как видно из рисун-

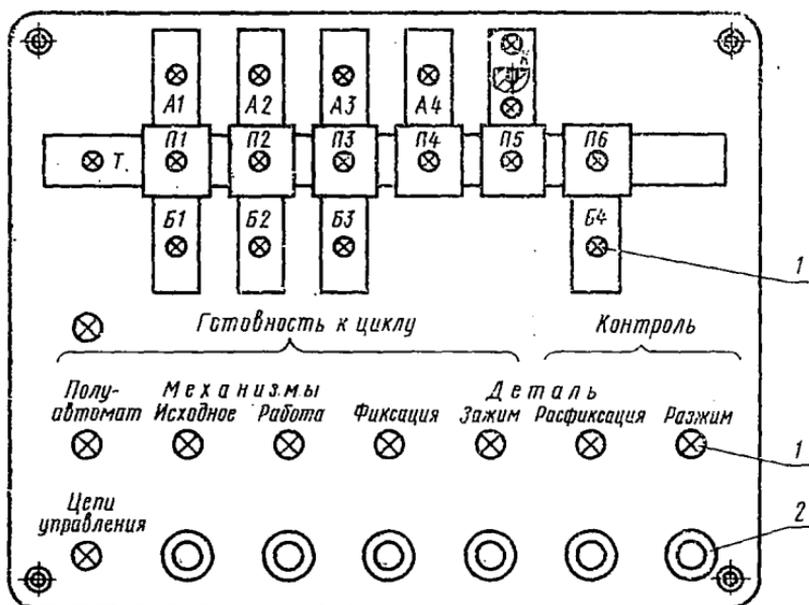


Рис. 26. Панель сигнализации центрального пульта управления автоматической линии:

1—лампа сигнальная; 2—кнопка управления

ка, сигнализация состоит из мнемосхемы, отдельных ламп с кнопками, разделенными на две группы. Первую группу ламп объединяет надпись «Готовность к циклу», а вторую — «Контроль». Мнемосхема — это условное изображение в плане линии с индивидуальной сигнализацией механизмов. Каждая лампа территориально встраивается в мнемоническое изображение сигнализируемого ею механизма. Эти лампы включаются с помощью кнопок управления. При такой системе сигнализации поиск неисправностей осуществляется по общей лампе, затем по групповым лампам и окончательно по индивидуальным лампам. Например, для запуска линии в работу ее необходимо привести в состояние готовности, о чем сигнализи-

рует лампа «Готовность к циклу». Если линия не подготовлена к работе, то лампа «Готовность к циклу» гореть не будет. По общим лампам в группе «Готовность к циклу» определяют причину неисправности. Пусть в этой группе не горит лампа «Исходное». Для определения механизма, находящегося не в исходном положении, необходимо нажать на кнопку под этой лампой. При этом на мнемосхеме определяют механизмы, находящиеся не в исходном положении. Принципиальная электросхема, реализующая такую систему сигнализации и контроля, может быть построена по-разному. В качестве примера на рис. 27, а показана схема сигнализации исходного положения и работы силовых механизмов. На панели сигнализации установлена лампа *ЗЛС*, сигнализирующая исходное положение всех силовых механизмов. Если один или несколько механизмов находятся не в исходном положении, то лампа гореть не будет. Для определения механизмов, находящихся не в исходном положении, необходимо нажать на кнопку «Контроль исходного положения». При этом на мнемосхеме загораются лампы тех механизмов, которые находятся в исходном положении. Лампы механизмов, находящихся не в исходном положении, гореть не будут. Для проверки исправности ламп предусмотрена кнопка «Контроль ламп». Эта схема проста в построении, однако имеет один существенный недостаток. Все лампы каждого вида сигнализации (исходного положения, контроля работы механизмов и т. д.) для ориентации должны иметь определенное условное обозначение, что приводит к загромождению панели при большом числе видов сигнализации и тем самым затрудняет поиск неисправностей при помощи сигнализации. Избавиться от этого недостатка можно, несколько усложнив схему сигнализации.

Схема, приведенная на рис. 27, б, работает следующим образом. При исходном положении силовых узлов (включено реле *РИС* и его контакт замкнут) горит лампа *ЗЛС*. Если же эта лампа не горит, то для определения механизма, находящегося не в исходном положении, необходимо нажать на кнопку *1КУ*. При этом включается реле *РСИ*, которое замыкает замыкающие контакты в цепях ламп исходного положения (на рисунке лампа *1ЛС*). Кроме того, реле *РСИ* замыкающим контактом присоединяет реле *РКЛИ* к шине мигающего света *ШМС*. При нажатой кнопке *1КУ* реле *РКЛИ* периодически включается и выключается. Таким образом, на лампу *1ЛС* напряжение питания поступает по двум цепям: через замыкающие контакты реле *РСИ* и реле исходного *РИ* контролируемого узла *А1* и через периодически замыкающийся контакт реле *РКЛИ*. Следовательно, при исходном положении узла *А1* (замкнутом контакте реле *РИ*) лампа *1ЛС* горит, пока нажата кнопка *1КУ*. Если же узел *А1* не в исходном положении (контакт реле *РИ* разомкнут), то лампа *1ЛС* периодически заго-

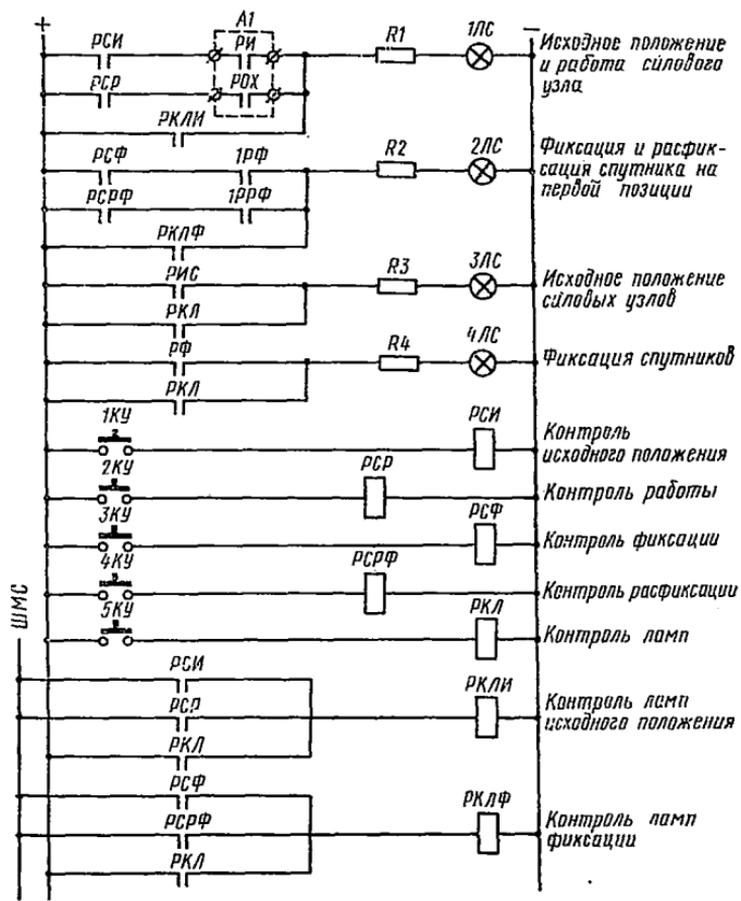
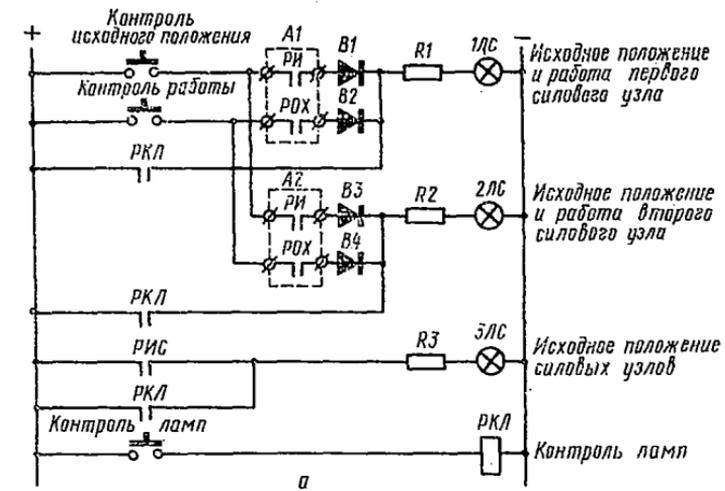


Рис. 27. Схемы развернутой сигнализации для автоматической линии

рается в соответствии с замыканием контакта реле *РКЛИ*. Таким образом, при нажатии на кнопку для проверки какого-то состояния механизмов линии на мнемосхеме постоянно загораются лампы тех механизмов, которые находятся в этом состоянии, и периодически загораются лампы механизмов, находящихся не в проверяемом состоянии (пока нажата кнопка).

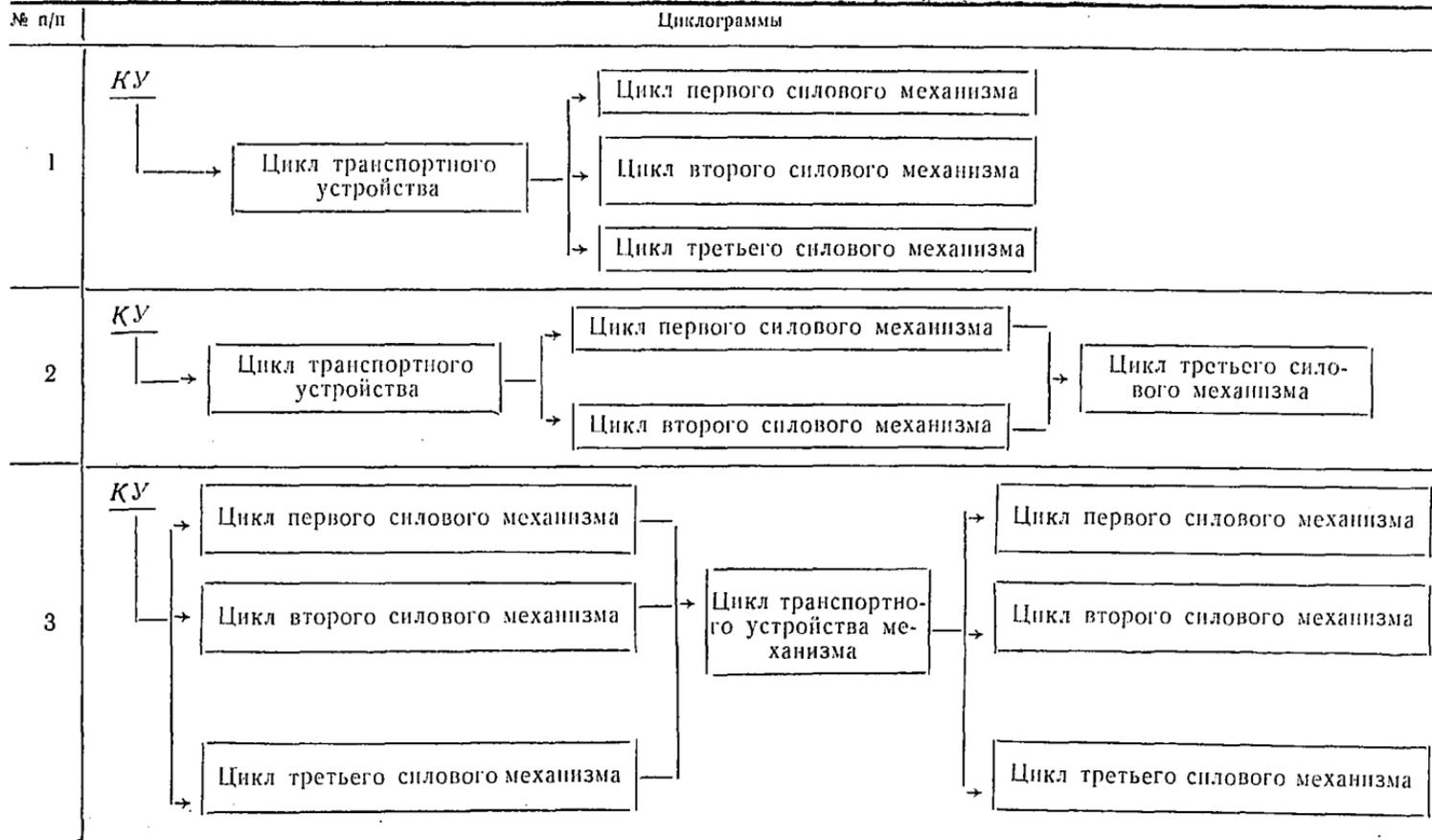
Схема, приведенная на рис. 27, б, является типовой. Для такой схемы сигнализации и контроля может быть выполнена типовая панель управления. На панели устанавливаются реле контроля и сигнализации, а также наборы зажимов для присоединения проводов центрального пульта управления. Кроме этого, могут быть разработаны и типовые панели центрального пульта управления. Однако мнемосхема на панели пульта выполняется оригинальной для каждой линии, поскольку компоновки линии, как правило, отличаются одна от другой.

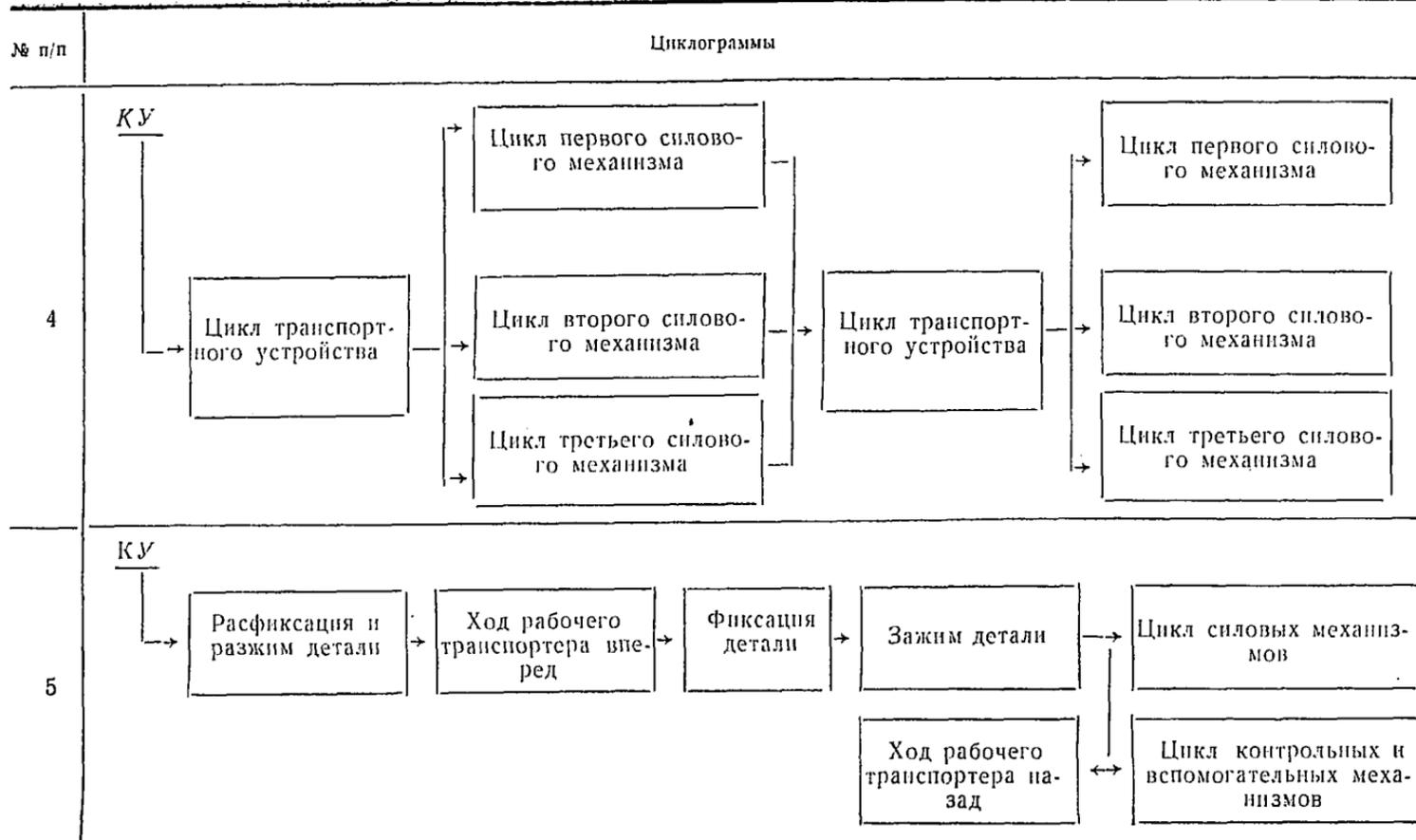
#### 14. ТИПИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ЦИКЛОГРАММ И СХЕМ ВЫБОРА РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ЦИКЛА

Общая часть принципиальной электросхемы станка или линии, осуществляющая выбор режимов работы, задание цикла механизмам в последовательности, определяемой циклограммой станка или линии, блокировки и контроль состояния этих механизмов называется схемой выбора режимов работы и задания цикла.

Однако прежде чем перейти к описанию схем выбора режимов работы и задания цикла, рассмотрим некоторые характерные циклограммы станков и линий. При этом циклограммы механизмов, входящих в станок или линию, будем изображать в виде квадрата, так как в данном случае не имеет значения цикл работы отдельных механизмов, а важно знать их последовательность и взаимосвязь. Таким образом, циклограмма станка или линии принимает вид структурной циклограммы.

В табл. 14 приведены структурные циклограммы агрегатных станков с транспортным устройством, имеющим круговое или прямолинейное движение, и структурная циклограмма автоматической линии. Число силовых механизмов для всех циклограмм станков одинаково и принято равным трем. Циклограммы же с одним, двумя, четырьмя и более силовыми механизмами не приведены ввиду их структурного подобия. Кроме того, в этих циклограммах не отражены виды зажима детали в приспособлении (с помощью электромеханического ключа, гидравлический, пневматический или механический), так как для составлений схемы выбора режимов работы и задания цикла это не имеет принципиального значения.





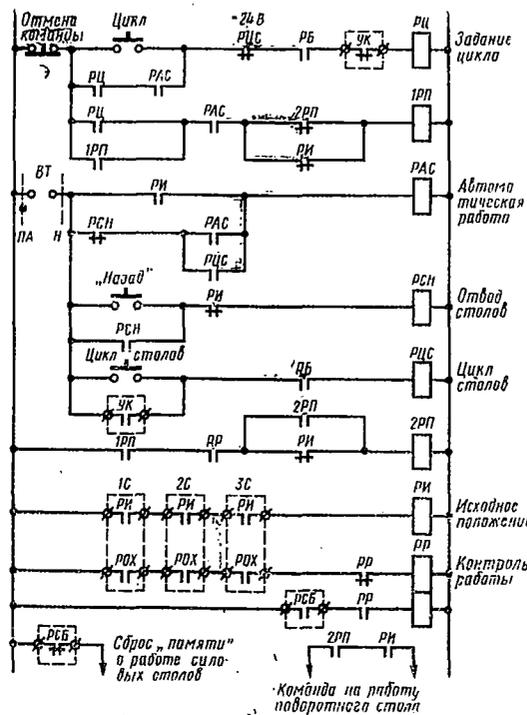
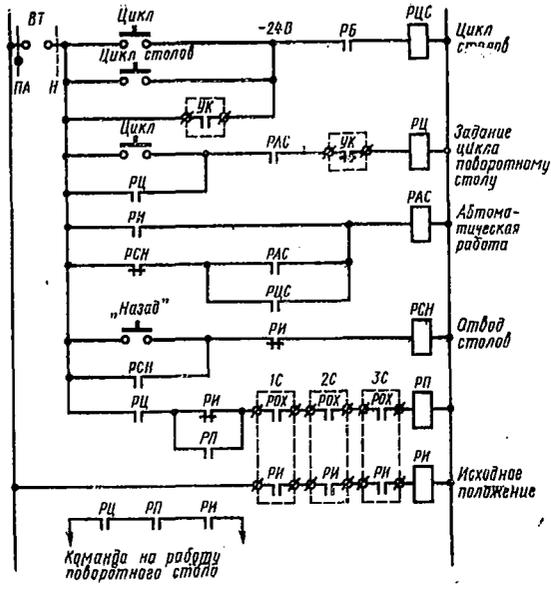
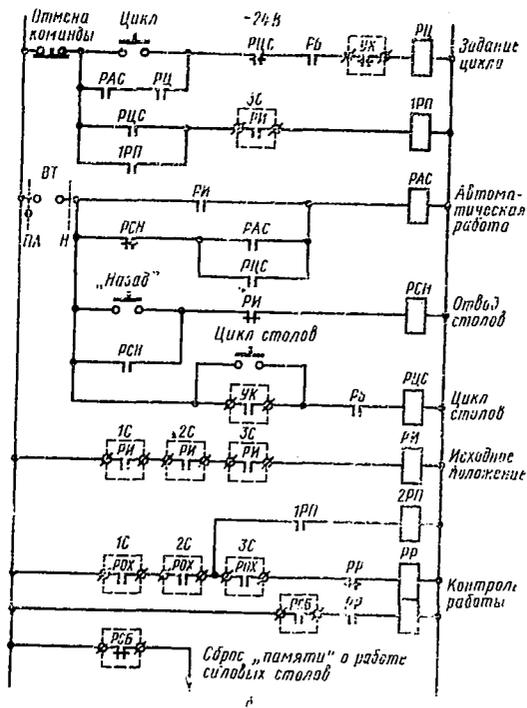
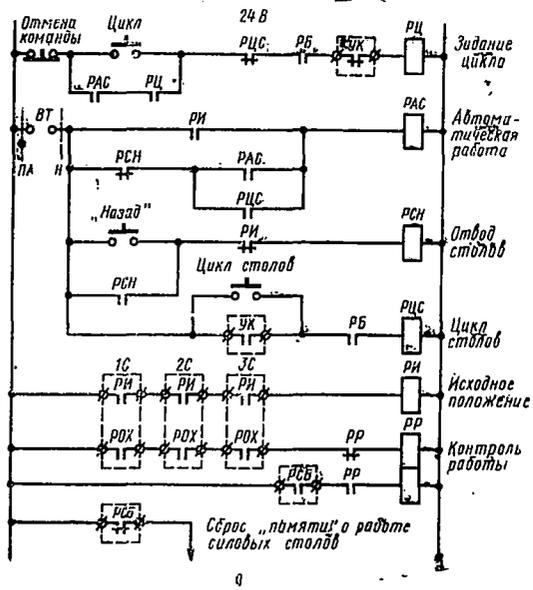


Рис. 28. Схемы выбора режимов работы и цикла для агрегатных станков

Циклограмма 1 описывает работу станка, после цикла транспортного устройства которого силовые механизмы одновременно и независимо друг от друга производят обработку детали (параллельная работа). На циклограмме 2 показана последовательная работа силовых механизмов, т. е. после работы транспортного устройства два силовых механизма совершают цикл независимо друг от друга, но окончание их работы служит командой на начало цикла третьего силового механизма.

Цикл большинства агрегатных станков начинается с цикла транспортного устройства, однако встречаются циклограммы, когда вначале совершают цикл силовые механизмы (с параллельной или последовательной работой), затем транспортное устройство и снова силовые механизмы (циклограмма 3). Аналогична циклограмма 4, но она начинается с работы транспортного устройства. Число элементарных циклов (работа транспортного устройства и силовых механизмов) может быть и больше двух.

Для агрегатных станков со стационарным приспособлением структурные циклограммы отображают последовательность работы силовых механизмов и их взаимосвязь. При этом возможны случаи параллельной или последовательной работы механизмов.

Циклограммы 1 и 2 являются типовыми для агрегатных станков с транспортным устройством (с поворотным-делительным столом).

Для автоматической линии типовой является циклограмма 5, при которой после работы транспортного устройства совершают работу в соответствии со своими циклограммами силовые, вспомогательные и контрольные механизмы.

На рис. 28 приведены принципиальные схемы, обеспечивающие работу механизмов станков по циклограммам, изображенным на рис. 28, а—г.

Схема выбора режимов работы и задания цикла для станка (рис. 28, а) работает следующим образом. При исходном положении силовых механизмов включено реле *PI* и соответственно реле автоматической работы силовых механизмов *PAC*. Кнопкой «Цикл» включается реле *PЦ*, которое становится на самопитание и замыкающим контактом подает команду на работу транспортного устройства, в конце цикла которого в схему поступают кратковременные команды в виде замыкающих и размыкающих контактов *УК* и *PCB*. При этом реле *PЦ* отключается и включается реле цикла силовых механизмов *PЦС*. Силовые механизмы обрабатывают в соответствии со своими циклограммами. Контроль работы их осуществляется реле *PP* с жесткой «памятью», сброс «памяти» которого осуществляется замыкающим контактом *PCB*, а размыкающим *PCB* выполняется сброс «памяти» о работе силовых ме-

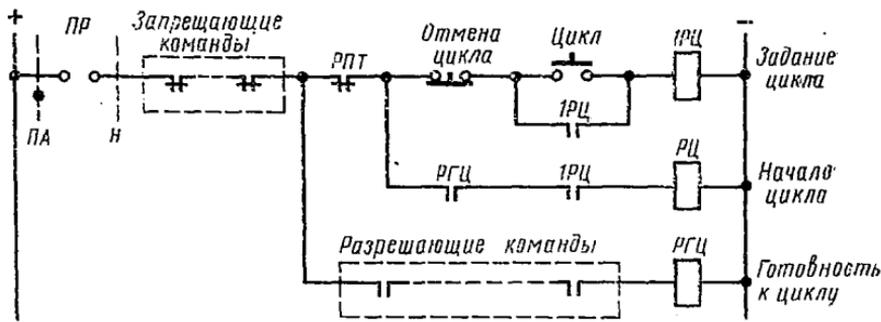
ханизмов непосредственно в схемах этих механизмов. Для отвода силовых механизмов в исходное положение независимо от их местонахождения в схеме предусмотрена кнопка «Назад», при нажатии на которую включается реле *РСН*, становится на самопитание и подает команды на отвод столов. Кроме того, размыкающим контактом реле *РСН* отключается реле *РАС*.

Последовательная работа силовых механизмов (циклограмма приведена в табл. 14) и их взаимоблокировки также обеспечиваются схемой выбора режимов работы и задания цикла, показанной на рис. 28, б. Эта схема отличается от вышеописанной двумя вновь введенными реле *1РП* и *2РП* и командами на начало цикла силовых механизмов, т. е. в схемы первых двух силовых механизмов поступает команда от реле *РЦС*, а в схему третьего — от последовательно соединенных замыкающих контактов реле *2РП* и *РИ*.

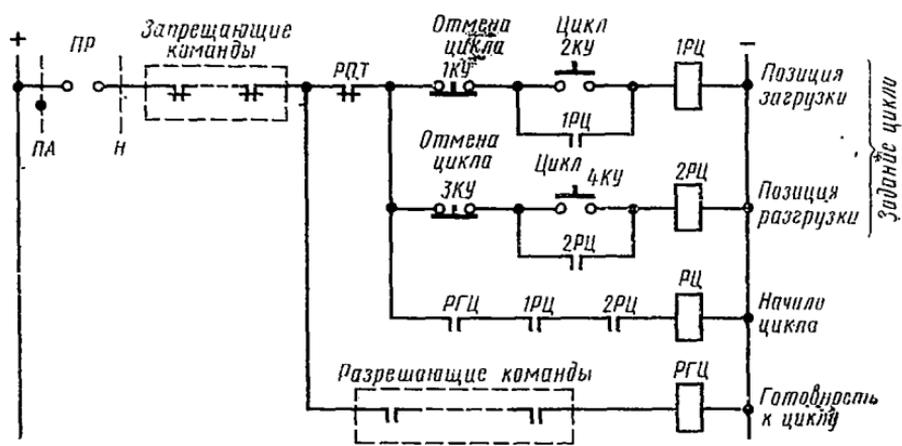
Схема выбора режимов работы и задания цикла, приведенная на рис. 28, в, отличается от первых двух прежде всего тем, что в ней отсутствует реле контроля работы силовых механизмов, поскольку цикл станка начинается не с работы транспортного устройства, а с работы силовых механизмов (циклограмма 3 в табл. 14). Нажатием на кнопку «Цикл» подается команда на работу силовых механизмов реле *РЦС*, по окончании цикла которых включается реле *РП* и суммой замыкающих контактов реле *РП*, *РИ* и *РЦ* подается команда на работу транспортного устройства. Повторный цикл силовых механизмов осуществляется включением реле *РЦС* от замыкающего контакта *УК*, поступающего из схемы управления транспортным устройством.

На рис. 28, г изображена схема выбора режимов работы и задания цикла, реализующая циклограмму 4, приведенную в табл. 14. Отличие этой схемы от схемы, показанной на рис. 28, а, заключается в получении повторной команды на работу транспортного устройства, для чего в схему введены дополнительно реле *1РП* и *2РП*.

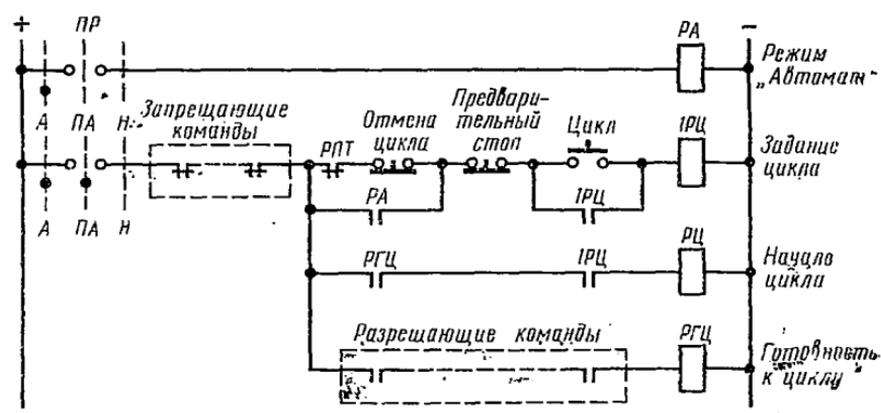
На рис. 29 приведены типовые схемы задания цикла автоматической линии. На рис. 29, а показана схема задания цикла оператором с позиции загрузки. Когда линия подготовлена к работе, включается реле готовности к циклу *РГЦ*, о чем сигнализирует сигнальная лампа, установленная на центральном пульте управления. Нажатием на кнопку «Цикл» (переключатель *ПР* должен быть установлен в режиме «Полуавтомат») включается реле *1РЦ*, становится на самопитание и замыкающим контактом последовательно с контактом реле *РГЦ* включает реле начала цикла *РЦ*. При перемещении транспортного устройства на один шаг импульсно включается реле *РПТ*, размыкающим контактом которого обесточивается цепь самопитания реле *1РЦ*. Реле *1РЦ* отключается, но цикл линии продолжается. Когда все механизмы линии совершат требуемые



а



б



в

Рис. 29. Типовые схемы выбора цикла для автоматических линий

движения и займут первоначальное (исходное) положение, снова включается реле *РГЦ*. Схемой обеспечивается предварительное задание цикла, т. е. во время работы линии при нажатии на кнопку «Цикл» включается реле *IPЦ*, становится на самопитание и подготавливает цепь включения реле *PC*. С включенным реле *РГЦ* начнется следующий цикл линии. Для отмены предварительного цикла предусмотрена кнопка «Отмена цикла». Такая схема применяется при обслуживании линии оператором с одного места. При обслуживании линии двумя операторами с двух мест (с позиций загрузки и разгрузки) используется схема, приведенная на рис. 29, б. В этом случае для каждого оператора предусматривается оперативный пульт с кнопками «Цикл» и «Отмена цикла». Цикл линии начинается после задания цикла каждым оператором.

Приведенные на рис. 29, а, б схемы служат для задания цикла линии в режиме «Полуавтомат». В этом режиме перед каждым циклом линии необходимо нажимать на кнопку «Цикл». При работе линии в автоматическом режиме пуск линии в работу осуществляется нажатием кнопки «Цикл». После этого каждый последующий цикл начинается автоматически, если все механизмы отработали в предыдущем цикле. Для остановки линии предусмотрена кнопка «Предварительный стоп». При нажатии на эту кнопку работа линии прекратится, когда все механизмы линии отработают и займут исходное положение. В режиме «Полуавтомат» описываемая схема (рис. 29, в) работает так же, как и схемы, приведенные выше. Режимы работы автоматической линии (определенный характер работы механизмов линии) определяются конструктивными особенностями. При автоматической загрузке и разгрузке обрабатываемых деталей в схеме управления линией предусматриваются, как правило, три режима: автоматический, полуавтоматический и наладочный. В автоматическом режиме линия работает непрерывно от задания цикла один раз. В полуавтоматическом режиме каждый цикл задается кнопкой, при этом механизмы линии совершают один полный цикл движений, т. е. происходит один цикл обработки. В наладочном режиме управление механизмами осуществляется с наладочных пультов, устанавливаемых, как правило, на самих механизмах. В этом режиме установочные перемещения механизмов осуществляются от воздействия на наладочные кнопки. При ручной загрузке или разгрузке в схеме управления линией предусматриваются два режима: полуавтоматический и наладочный. Выбор режимов работы линии осуществляется с центрального пульта переключателем режимов *ПР* (рис. 30). Приведенная схема является типовой схемой выбора режимов работы и задания цикла для автоматической линии, обслуживаемой с двух мест двумя операторами.

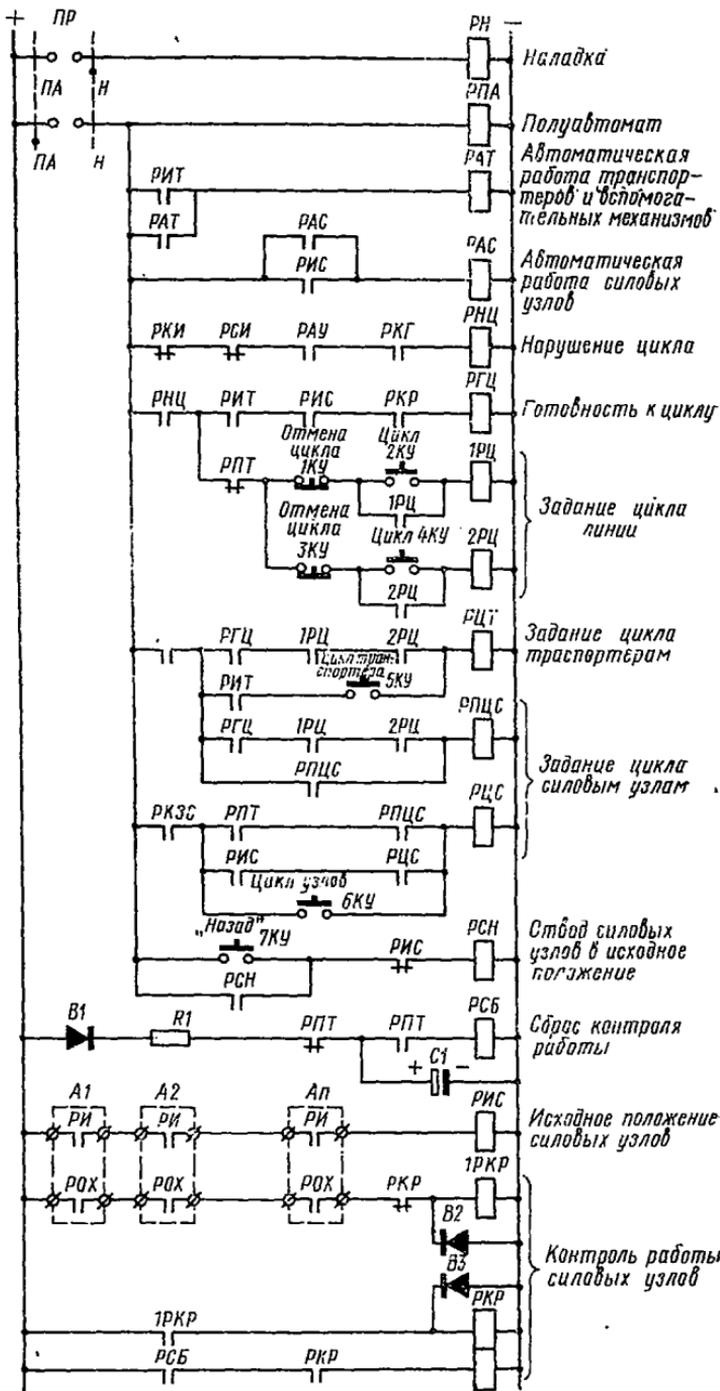


Рис. 30. Типовая схема выбора режимов работы и цикла для автоматической линии

При обслуживании линии одним оператором из схемы исключается реле *2РЦ*.

В режиме «Полуавтомат» включаются реле автоматической работы транспортеров и вспомогательных механизмов *РАТ* (при включенном реле исходного положения указанных механизмов *РИТ*) и реле автоматической работы силовых столов *РАС* (при включенном реле исходного положения столов *РИС*). Реле *РАТ* и *РАС* выполняют также функцию нулевой защиты.

Задание цикла производится нажатием на кнопки *2КУ* и *4КУ*. При включенном реле нарушения цикла *РНЦ* (включены все постоянно работающие электродвигатели — реле *РКГ*, нет нарушений в цепях управления — реле *РАУ*, исправен инструмент — реле *РКИ* и *РСИ*) включаются и становятся на самопитание реле *1РЦ* и *2РЦ*. Замыкающие реле *1РЦ* и *2РЦ* последовательно с замыкающим контактом реле готовности к циклу *РГЦ* включают реле *РЦТ*, дающее команду на работу транспортного устройства.

Готовность линии к циклу определяется исходным положением транспортера и вспомогательных механизмов (реле *РИТ*), исходным положением силовых столов (реле *РИС*), отработкой силовых узлов в предыдущем цикле (реле *РКР*), отсутствием нарушений в работе линии (реле *РНЦ*).

После перемещения транспортера на один шаг и зажима деталей (замыкаются контакты реле *РПТ* и *РКЗС*) включается реле *РЦС*, подающее команды на работу силовых столов. Для одновременного отвода силовых столов в исходное положение в схеме предусмотрена кнопка *7КУ* «Назад», расположенная на центральном пульте управления. При нажатии на эту кнопку включается реле *РСН*, подающее команды в схемы управления силовыми столами на отвод в исходное положение.

При перемещении транспортера вперед на один шаг срабатывает реле переднего положения транспортера *РПТ*, в результате чего импульсно включается реле сброса контроля работы *РСБ*. Реле *РСБ* замыкает свой контакт в цепи отключающей обмотки реле контроля работы *РКР* и подает команды в схемы силовых столов на отключение реле контроля работы силовых столов. В полуавтоматическом режиме схема обеспечивает задание цикла транспортеру или силовым столам при помощи кнопок *5КУ* и *6КУ*, установленных на центральном пульте управления.

Описанные схемы выбора режимов работы и задания цикла для станков и автоматических линий, несмотря на отличия между собой, имеют общее в формировании и выдаче команд, управляющих работой силовых механизмов. К таким командам относятся команда на начало цикла силового механизма (реле *РЦС*), команда автоматической работы (реле *РАС*),

команда на отвод силового механизма в исходное положение (реле *РСН*) и команда на сброс «памяти» контроля работы (реле *РСБ*). Эти команды представляют собой входные команды. Кроме того, из схемы управления силовыми механизмами в схемы выбора режимов работы и задания цикла поступают команды об исходном положении (реле *РИ*) и о контроле работы (реле *РОХ*) механизмов, представляющие собой выходные команды.

Создание типовых схем выбора режимов работы и задания цикла наряду с другими требованиями возможны лишь благодаря типизации входных и выходных команд.

Следует подчеркнуть, что система входных и выходных команд обеспечивает создание единой типизированной системы управления станками и линиями, способствует проведению широкой унификации проектов электрооборудования индивидуальных узлов, является одним из необходимых условий перехода к полностью унифицированным или типизированным проектам электрооборудования станков и линий.

Создание типовых схем управления силовыми механизмами на базе типовых входных и выходных команд обеспечивает возможность встраивания в типовую схему выбора режимов работы и задания цикла различных силовых механизмов, имеющих различные схемы управления. Следует отметить, что в типовую схему выбора режимов работы и задания цикла можно встроить и нетиповую схему управления силовым механизмом и наоборот, нетиповая схема выбора режимов работы и задания цикла может управлять работой силовых механизмов, имеющих типовые схемы управления, если электрическая связь между ними выполнена на базе типовых входных и выходных команд.

Таким образом, система входных и выходных команд обеспечивает электрическую связь силовых механизмов со схемой выбора режимов работы и задания цикла, при этом связь между отдельными силовыми механизмами (например, при их последовательной работе) выполняется не непосредственно между собой, а через схему выбора режимов работы и задания цикла.

В табл. 15 приведены обозначение и наименование типовых входных и выходных команд, обеспечивающих связь между типовыми схемами управления силовыми механизмами и схемой выбора режимов работы и задания цикла.

Число входных и выходных команд определяется исходя из различных вариантов их использования.

Типовые схемы выбора режимов работы и задания цикла для агрегатных станков с типовыми компоновками (типичные структурные циклограммы, типы и виды входящих в станок механизмов) могут быть выполнены унифицированными.

Команды	
Входные	Выходные
<i>РН</i> —наладка	<i>РН</i> —исходное положение силового механизма
<i>РАС</i> —автоматическая работа	<i>РОХ</i> —контроль работы
<i>РЦС</i> —начало цикла	<i>КРП</i> —включение электронасоса (КВИ) охлаждения
<i>РСН</i> —отвод силовых механизмов в исходное положение	<i>РП</i> —положение силового механизма в зоне рабочей подачи
<i>РСБ</i> —сброс „памяти“ контроля работы	<i>КВ, КН</i> —включение смазки метчиков (для силовых столов с резьбонарезной установкой или приставкой)

В этом случае типовая схема имеет постоянную маркировку и рассчитана на управление определенным числом силовых и вспомогательных механизмов.

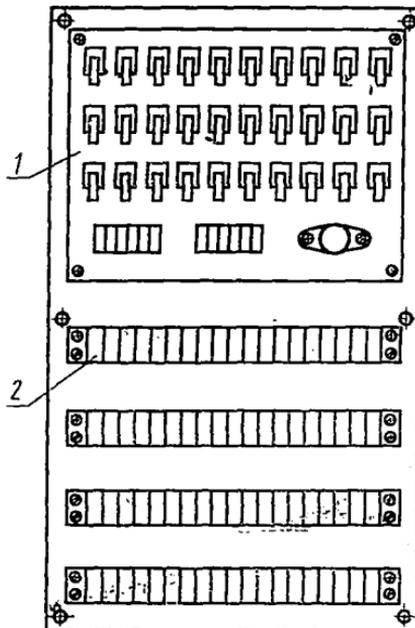


Рис. 31. Панель управления:  
1—панель аппаратов автоматки и связи;  
2—наборы зажимов

Для автоматических линий схема выбора режимов работы и задания цикла выполняется типовой, так как для линии не унифицированы входные и выходные команды (для встройки схемы управления транспортным устройством, так как транспортное устройство как механизм не унифицировано и изме-

няется из линии в линию) и не определены их типовые компоновки.

В конструктивном отношении схема выбора режимов работы и задания цикла может быть оформлена в виде самостоятельного узла, называемого панелью управления (рис. 31). Как видно из этого рисунка, в верхней части панели установлены реле и другие элементы схемы, а в нижней — наборы зажимов для присоединения питающих проводов и проводов, соединяющих панель управления с другими узлами станка или линии. Для типовых схем выбора режимов работы и задания цикла выполняется типовая панель управления, а для унифицированных схем — соответственно унифицированная панель.

## УНИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СИЛОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

### 15. ТИПИЗАЦИЯ ЦИКЛОГРАММ СИЛОВЫХ МЕХАНИЗМОВ АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Агрегатные станки и автоматические линии комплектуются, как указывалось, из стандартизованных механизмов. Эти механизмы, число которых относительно невелико, могут выполнять различные операции, т. е. работать по различным циклограммам. Так, силовой стол со сверлильной (расточной, фрезерной) бабкой конструкции Минского СКБ-АЛ может работать по различным циклограммам (табл. 16). Как видно из таблицы, циклограммы отличаются одна от другой числом подач, зоной вращения инструмента и характером движения на рабочей подаче. Например, циклограмма 1 характеризуется участком ускоренного подвода силового стола, участком рабочей подачи, выдержкой на упоре и участком ускоренного отвода стола в исходное положение. Пунктирной линией показано, что силовой стол может перемещаться ускоренно за исходное положение для смены инструмента.

1 Вращение инструмента в этой циклограмме происходит в зоне рабочей подачи, в том числе и при ускоренном отводе стола. Циклограмма 2 характеризуется наличием ускоренного хода стола в зоне рабочей подачи, т. е. перебега. По такой циклограмме работают механизмы при обработке пустотелых деталей с целью увеличения производительности станка или линии.

Циклограммы 3 и 4 характеризуются наличием двух разных по величине рабочих подач и отличаются между собой также зоной вращения инструмента и характером движения на рабочей подаче.

Следует отметить, что в практике конструирования встречается такой цикловой характер работы, как рабочая подача и ускоренный отвод, с выдержкой и без выдержки на упоре и с различной зоной вращения инструмента. Все это говорит

№ п/п	Циклограммы	№ п/п	Циклограммы
1		3	
2		4	

## Условные обозначения

— вперед } ускоренное перемещение  
 — назад }

— рабочая подача, нарезание резьбы

— вторая рабочая подача

— выдержка на жестком упоре

— отвод для смены инструмента

— замедленное перемещение

— поджим к упору

— зажим подкатного стола

— разжим подкатного стола

— влево } вращение инструмента

— вправо }

— переключение направления } вращение инструмента

— останов }

— включение, отключение аппарата

— клемма станции управления

— клемма панели управления

— входная, выходная команды

— путевой бесконтактный переключатель

о многообразии функций, выполняемых одним и тем же механизмом. Однако из анализа этих циклограмм вытекает, что для одного и того же механизма их можно разделить на группы подобных циклограмм. Так, в табл. 16 циклограммы силового стола со сверлильной (расточной, фрезерной) бабкой разделены на две группы подобных циклограмм: первая — 1—2, вторая — 3—4. Кроме того, в каждой группе можно выделить одну часто повторяющуюся циклограмму для механизмов, встраиваемых в станки и линии и называемую типовой. Для первой группы подобных циклограмм типовой является циклограмма 1, а для второй — циклограмма 3.

Циклограммы, приведенные в табл. 16, описывают работу простых или иначе одноэлементных механизмов, т. е. механизмов, выполняющих один вид механической обработки. Однако большое применение в станках и линиях находят многоэлементные механизмы, предназначенные для выполнения одновременно нескольких различных операций. К таким механизмам относятся силовые столы со сверлильной (расточной) бабкой и резьбонарезной приставкой, предназначенные для сверления (расточки) и нарезания резьбы, силовые столы с расточно-подрезными головками, предназначенные для сверления, расточки и подрезки торцов детали и др. В табл. 17 приведены типовые циклограммы силовых столов со сверлильной (расточной) бабкой и резьбонарезной приставкой, образующие соответственно шесть групп подобных циклограмм.

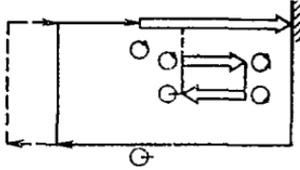
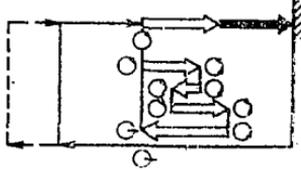
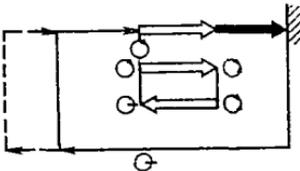
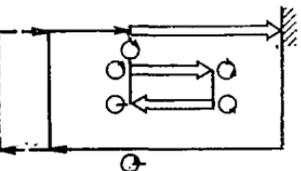
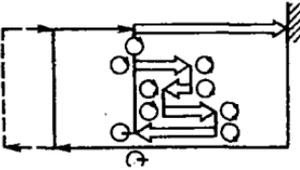
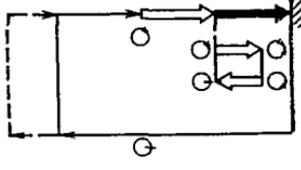
В каждой группе циклограммы могут отличаться одна от другой зоной вращения инструмента силовой бабки и выдержкой силового стола на упоре.

Циклограмма 2 отличается от первой наличием двух рабочих подач силового стола.

Циклограммы 3 и 4 отличаются соответственно от первой и второй наличием в резьбонарезании промежуточного вывода метчиков, предназначенного для предотвращения поломки метчиков при большой глубине нарезания резьбы.

Довольно часто встречаются случаи, когда начало резьбонарезания не совпадает с началом первой рабочей подачи силового стола (в основном при большой длине рабочей подачи), а начинается позже или совпадает с началом второй рабочей подачи (циклограммы 5—6).

Из многоэлементных механизмов представляет интерес силовой стол с расточно-подрезной головкой. Большое число возможных циклов подрезной каретки в сочетании с различными циклами стола и их взаимосвязью приводит к большому числу циклограмм всего механизма (общее число циклограмм равно произведению чисел возможных циклов подрезной каретки, возможных циклов стола и возможных вариантов их взаимосвязи).

№ п/п.	Циклограммы	№ п/п	Циклограммы
1		4	
2		5	
3		6	

Несколько меньше число циклограмм возможно для расточно-подрезной головки, установленной на подкатном (гидравлическом) столе и служащем только для подвода головки к обрабатываемой детали, так как в этом случае один из сомножителей (число возможных циклов стола) превращается в единицу. В табл. 18 и 19 в качестве примера приведены некоторые из возможных циклограмм расточно-подрезной головки на силовом и подкатном столах соответственно.

Циклограммы 1—2, 3—4, 5—6, 7—8 составляют соответственно шесть групп подобных циклограмм. В каждой группе циклограммы отличаются одна от другой взаимосвязью работы силового стола и подрезной каретки: с последовательным

(нечетные циклограммы) или одновременным (четные циклограммы) отводом в исходное положение подрезной каретки и силового стола. Последовательный отвод каретки и стола необходим при внутренней подрезке, а одновременный отвод возможен лишь при наружной подрезке. Кроме того, в каждой группе не приведены циклограммы, отличающиеся между собой зоной вращения инструмента и выдержкой на упоре подрезной каретки.

Следует отметить, что в табл. 18 и 19 не приведены циклограммы, имеющие другой цикловой характер работы силового стола и подрезной каретки и другие комбинации зоны вращения инструмента.

В каждой группе имеется типовая циклограмма, на базе которой строят подобные ей циклограммы. Однако эти же механизмы могут работать и по другим циклограммам, резко отличающимся одна от другой и не имеющим типовой циклограммы. В табл. 20 в качестве примера представлено несколько оригинальных циклограмм. Циклограмма 1 описывает работу резьбопарезной установки: нарезание резьбы (ход вперед и вывод метчиков (обратный ход на рабочей подаче). Циклограмма 2 отличается от предыдущей наличием ускоренного подвода и отвода механизма. Циклограммы 3, 4 предназначены для точного нарезания резьбы и характеризуются ускоренным подводом стола (в первом случае силового, во втором подкатного), небольшого участка рабочей подачи (замедленного перемещения для подкатного стола), постановкой стола на упор, нарезанием резьбы и отводом стола в исходное положение. Циклограмма 5 соответствует точному нарезанию резьбы с промежуточным выводом метчиков.

Наличие рабочей подачи при ходе стола вперед и назад и выдержек на упоре в обоих крайних положениях — таковы характерные особенности циклограммы 6. Циклограммы 7, 8 подобны друг другу, однако различаются между собой началом первой рабочей подачи: в первом случае после определенной длины хода стола назад, во втором — с обратного хода стола. В обеих циклограммах вращение инструмента предусмотрено только на участке рабочей подачи.

Циклограмма 9 характеризуется ускоренным подводом стола вперед, ускоренным отводом стола в крайнее положение, участком ускоренного подвода и рабочей подачей до исходного положения, обозначенного буквой *И*. Вращение инструмента — на участке рабочей подачи.

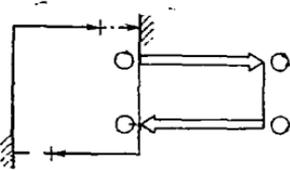
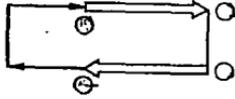
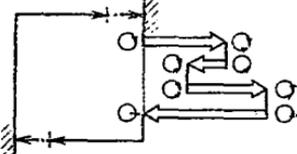
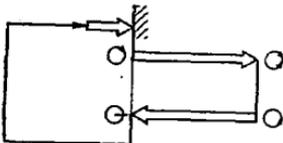
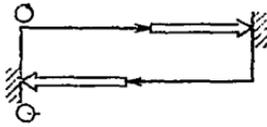
Циклограммы 10, 11 отличаются одна от другой характером движения на рабочей подаче и зоной вращения инструмента. Каждая из этих циклограмм состоит из ускоренного подвода, рабочей подачи (ход вперед), ускоренного отвода, рабочей подачи (ход назад) и ускоренного подвода стола в исходное положение *И*.

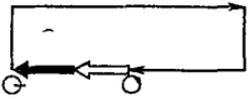
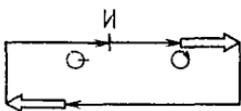
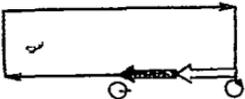
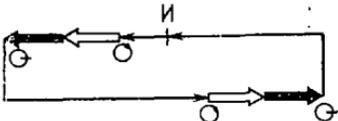
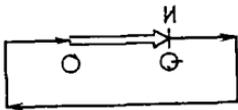
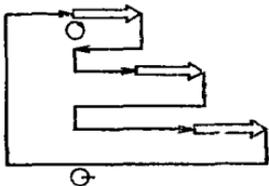
Таблица 18

№ п/п	Циклограммы	№ п/п	Циклограммы
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

Таблица 19

№ п/п	Циклограммы	№ п/п	Циклограммы
1		3	
2		4	

№ п/п	Циклограммы	№ п/п.	Циклограммы
1		4	
2		5	
3		6	

№ п/п	Циклограммы	№ п/п	Циклограммы
7		10	
8		11	
9		12	

Наконец, циклограмма 12 описывает работу силового стола по циклу глубокого сверления, при котором после каждого участка рабочей подачи происходит ускоренный отвод стола. Следует отметить, что каждый последующий подвод стола завершается несколько раньше, чем закончилась предыдущая подача. Это необходимо для того, чтобы при переходе стола с быстрого хода на рабочую подачу предотвратить поломку инструмента. Промежуточный вывод инструмента из детали может происходить до исходного положения стола, но в этом случае увеличивается время цикла стола по сравнению с цик-

лограммой 12. Циклограммы глубокого сверления довольно разнообразны и отличаются одна от другой длиной участков рабочей подачи и их числом, доходящим до 20 и более в зависимости от глубины сверления и диаметра сверла. Кроме того, изменяется зона вращения инструмента, а стол может работать с выдержкой на упоре и без выдержки.

При этом следует иметь в виду, что приведенные циклограммы являются характерными для некоторых стандартизованных силовых механизмов конструкции Минского СКБ-АЛ и, следовательно, не охватывают всего многообразия циклограмм механизмов станков и линий. Однако для каждого механизма могут быть определены типовые циклограммы на основе анализа возможных циклограмм данного механизма и степени их повторяемости в ранее выпущенных проектах с учетом перспективы их применения.

## 16. ТИПИЗАЦИЯ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Из приведенных в предыдущем параграфе рисунков видно, по какому большому числу циклограмм может работать один и тот же стандартизованный механизм. Однако благодаря классификации циклограмм, выделения их в группы подобных и определения в каждой группе типовой циклограммы удается составить типовую принципиальную схему управления механизмом, которая реализует группу подобных циклограмм. Такая схема управления силовым столом изображена на рис. 32. Типовой циклограммой для этой схемы является циклограмма 6 (табл. 21).

Схема управления столом состоит из цепей напряжением 127 В переменного тока (обмотки контакторов) и напряжением 24 В постоянного тока (реле, электромагнитная муфта).

В полуавтоматическом режиме схема работает следующим образом. При поступлении кратковременной команды из общей схемы станка или линии РЦС включается и становится на самопитание контактор ускоренного подвода стола КУП (замкнутый контакт реле автоматической работы РАС при этом постоянно включен). Контактор КУП включает двигатель ускоренных перемещений У и отключает муфту рабочей подачи МРП. Происходит ускоренный подвод стола. Путевой контроль осуществляется бесконтактными путевыми переключателями типа БВК-24. При срабатывании путевого переключателя КП включается реле РП, отключающее контактор КУП и включающее контактор рабочей подачи КРП. При этом двигатель ускоренных перемещений стола обесточивается и включается двигатель рабочей подачи РП. Кроме того, включается муфта рабочей подачи МРП, соединяющая вал двигателя рабочей подачи с ходовым винтом стола.

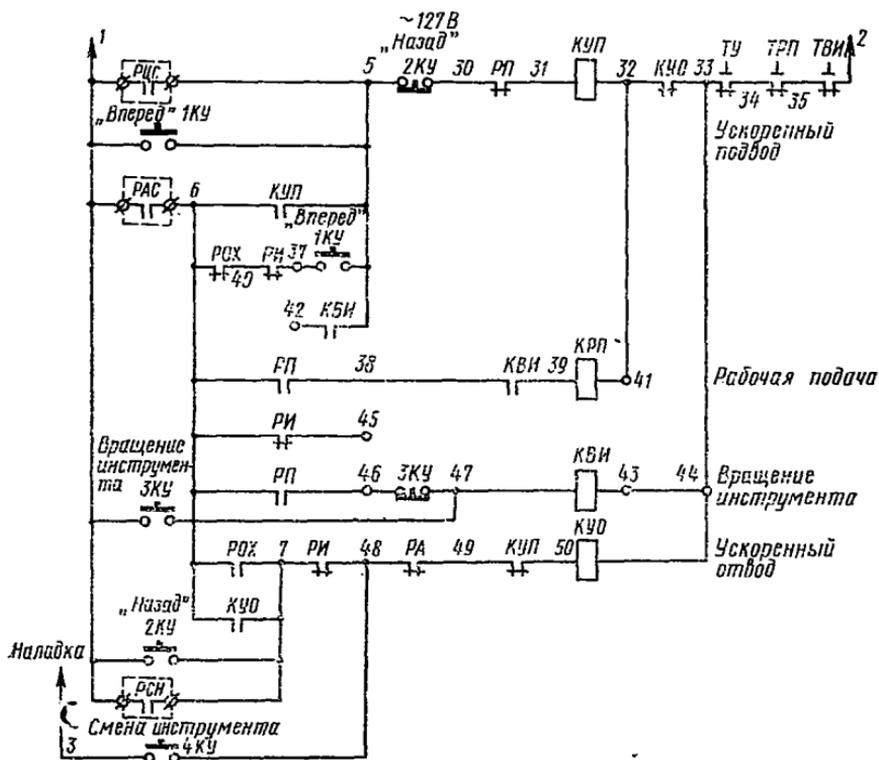
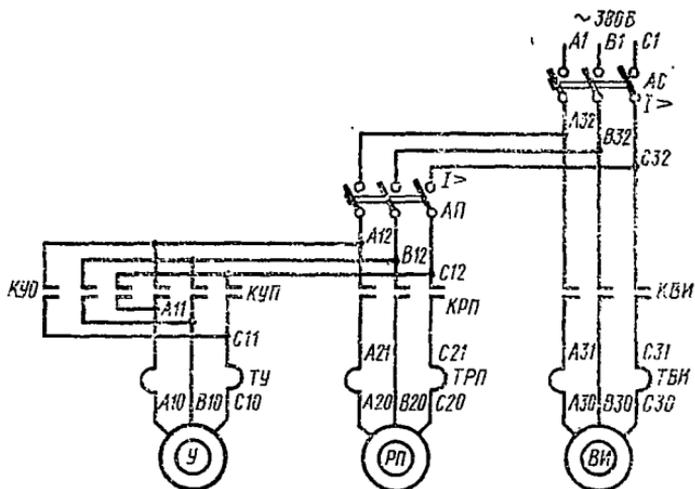


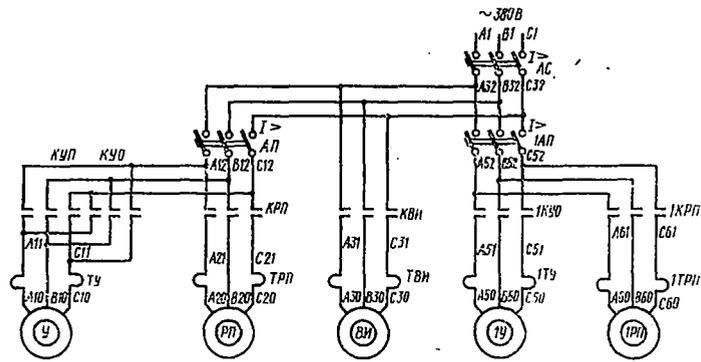
Рис. 32. Схема управления силовым



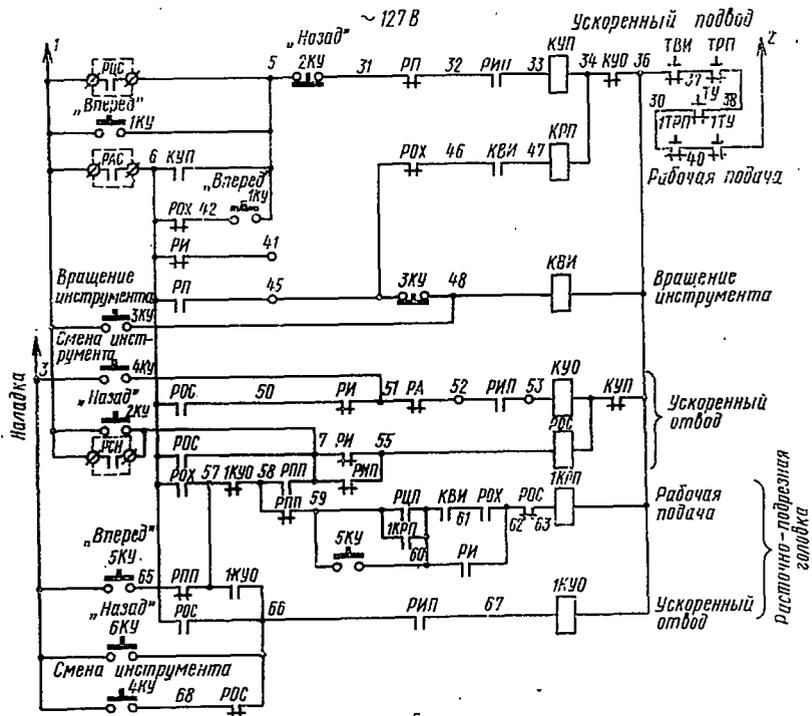
№ п/п	Циклограммы	Примечание
1		Снять перемычку 43—44 и установить 41—43, 79—80
2		Снять перемычку 43—44 и установить 41—43
3		Снять перемычку 43—44 и установить 41—43, 45—46, 79—80
4		Снять перемычку 43—44 и установить 41—43, 45—46
5		Установить перемычку 79—80
6		

№ п п	Циклограммы	Примечание
7		Установить перемычки 45—46, 79—80
8		Установить перемычку 45—46
9		Установить перемычки 37—42, 45—46, 79—80
10		Установить перемычки 37—42, 45—46

В конце рабочей подачи срабатывает переключатель обратного хода *КОХ*, включается реле *ПРОХ*, которое через замкнутый контакт подает напряжение на полупроводниковое реле времени. За время, равное установленной на реле выдержке времени, стол доходит до упора. По истечении указанной выдержки времени включается реле обратного хода *РОХ*, обмотка которого включена в выходную цепь реле времени. Реле *РОХ*, включившись, становится на самопитание (для выполнения функции контроля работы стола) и включает контактор ускоренного отвода стола *КУО*. Двигатель ускоренных перемещений реверсируется, и стол возвращается в исходное положение до срабатывания переключателя *КИ*.

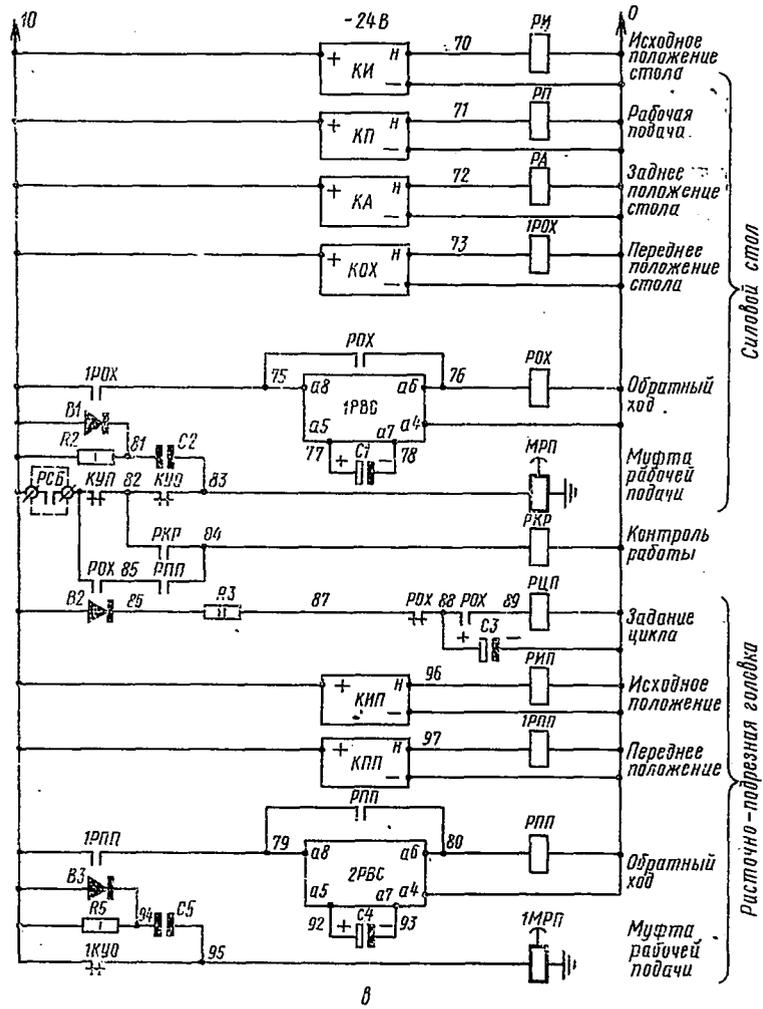


а



б

Рис. 33. Схема управления силовым



в

столом с расточно-подрезной головкой

Реле *РОХ* снимается с самопитания либо с началом следующего ускоренного подвода (разомкнутым контактом контактора *КУП*), либо контактом реле сброса *РСБ*, поступающего из схемы станка или линии и кратковременно отключающегося после перемещения транспортного устройства на один шаг. Так как рабочая подача и вращение инструмента имеют индивидуальный привод, то для исключения подачи без вращения инструмента в цепи контактора *КРП* предусмотрен блокировочный контакт контактора *КВИ*. Для отвода стола в исходное положение в любом режиме служит кнопка «Назад», установленная на наладочном пульте стола.

Отвод стола может быть осуществлен также с центрального пульта, для чего в схеме предусмотрен замкнутый контакт реле *РСН*.

По полуавтоматическому циклу силовой стол может работать и от кнопки «Вперед» *КУ*, но при включенном реле *РАС*.

Для управления столом в режиме «Наладка» в схеме предусмотрены кнопки «Вперед», «Назад», «Вращение инструмента» и «Смена инструмента».

Для работы стола по другим циклограммам в схеме предусмотрены клеммы для установки соответствующих перемычек (см. табл. 21). При отсутствии выдержки на упоре устанавливается перемычка между клеммами 79—80, шунтирующая реле времени. Так как полупроводниковое реле времени *РВС* устанавливается на многоконтактном плоском штепсельном соединении, вопрос об установке его может решаться отдельно. Опыт изготовления и эксплуатации агрегатированного электрооборудования показал, что с целью расширения возможностей перекомпоновки и повторного использования узлов установка реле времени целесообразна.

На рис. 33, а и б приведена типовая принципиальная схема управления силовым столом с расточно-подрезной головкой, реализующая группу циклограмм. Типовой циклограммой для данной схемы управления является циклограмма 2 (табл. 22).

В полуавтоматическом режиме команда на работу стола поступает от реле *РЦС*. При этом схема управления работает так же, как и предыдущая, за исключением схемы управления расточно-подрезной головкой, т. е. в конце рабочей подачи стола включается реле *РОХ*, благодаря которому импульсно (за счет разряда конденсатора) включается реле начала работы расточно-подрезной головки *РЦП*. Последнее включает контактор рабочей подачи *1КРП*. Контакт *1КРП* включает двигатель рабочей подачи *1РП*. Происходит рабочая подача. В конце рабочей подачи срабатывает бесконтактный путевой переключатель переднего положения головки *КПП* и с выдержкой времени включается реле *РПП*. Включение реле *РПП* приводит к отключению контактора рабочей подачи *1КРП* и к

включению реле РКР и реле отвода стола РОС, которые становятся на самопитание. Реле РОС включает контактор ускоренного отвода расточно-подрезной головки ИКУО и подготавливает к включению контактор ускоренного отвода силового стола КУО. Контактор ИКУО включает двигатель ИУ и отключает муфту МРП. Происходит ускоренный отвод расточно-подрезной головки в исходное положение. В конце ускоренного отвода включается бесконтактный путевой переключатель исходного положения головки КИП, который включает реле РИП, при этом включается контактор КУО, двигатель У и отключается муфта МРП. Происходит ускоренный отвод стола в исходное положение до срабатывания бесконтактного путевого переключателя КИ (включения реле РИ).

Для управления столом в наладочном режиме в схеме управления предусмотрены кнопки (устанавливаемые, как правило, на наладочном пульте): «Вперед», «Назад», «Смена инструмента», «Вращение инструмента», «Подрезка вперед» и «Подрезка назад».

В схеме управления предусмотрены блокировки: рабочая подача стола и расточно-подрезной головки возможна при вращающемся инструменте, а при исходном положении силового стола рабочая подача головки возможна без вращения инструмента; подвод и отвод силового стола во всех режимах возможен только в том случае, если расточно-подрезная головка находится в исходном положении, т. е. включено реле РИП.

Так как рассматриваемая схема управления является типовой, то в ней предусмотрены клеммы, при установке или снятии перемычек, на которых схема обеспечивает работу стола по циклограммам, отличным от типовой. Все эти циклограммы и выполнение перемычек на клеммах для каждой циклограммы приведены в табл. 22.

Таким образом, благодаря выделению групп подобных циклограмм и определению типовой циклограммы удастся разработать типовую принципиальную схему управления, реализующую группу подобных циклограмм. Для всего множества сложных циклограмм, каждая из которых не имеет себе подобных, необходимо соответственно на каждую циклограмму разрабатывать свою принципиальную схему управления, т. е. типовая схема управления может быть выполнена только при наличии типовой циклограммы.

№ п/п	Циклограммы	Примечание
1		Установить пере- мычку 79—80
2		
3		Установить пере- мычки 41—45, 79—80
4		Установить пере- мычку 41—45
5		Установить пере- мычки 52—53, 79—80

№ п/п	Циклограммы	Примечание
6		Установить пере- мычку 52—53
7		Установить пере- мычки 41—45, 52—53, 79—80
8		Установить пере- мычки 41—45, 52—53

### 17. УНИФИКАЦИЯ ПРИНЦИПАЛЬНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Создание типовых принципиальных схем управления силовыми механизмами является подготовительным этапом к переходу на более совершенную систему организации проектирования электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий, т. е. к унификации электрооборудования отдельных механизмов, из которых komponуются станки и линии. Ниже описываются условия, при выполнении которых возможна унификация принципиальных схем управления силовыми механизмами.

Силовой механизм, работа которого обеспечивается одной схемой управления, в зависимости от его габарита и вида механической обработки, выполняемой этим механизмом, имеет различные типы электрических машин и аппаратов, т. е. имеет

переменные величины. Так, на силовом столе конструкции Минского СКБ-АЛ с изменением габарита стола и вида механической обработки изменяются редуктор стола (двигатели ускоренных перемещений и рабочей подачи и электромагнитная муфта подачи) и силовая бабка (двигатель вращения инструмента), т. е. переменными величинами являются типы установленных на столе электродвигателей и тип электромагнитной муфты. Это приводит и к изменению параметров электрических аппаратов, входящих в схему механизма. Однако, зная характер изменения переменных величин и их возможные сочетания, можно составить таблицу для выбора параметров входящих в схему аппаратов.

В табл. 23 приведены возможные сочетания переменных величин для силового стола с силовой бабкой, типовая принципиальная схема управления которым приведена на рис. 32.

Таблица 23

Электродвигатель вращения инструмента		Габариты силового стола		
Тип	Мощность, кВт	II, III,	IV, V	VI, VII
		Номера сочетаний переменных величин		
АОЛ2—12—4	0,8	1		
АОЛ2—22—6	1,1	2		
АОЛ2—22—4	1,5	3		
АО2—32—6	2,2	4		
АО2—32—4	3	5	6	
АО2—41—6	3		7	
АО2—41—4	4		8	
АО2—42—6	4		9	
АО2—42—4	5,5		10	14
АО2—51—6	5,5		11	15
АО2—51—4	7,5		12	16
АО2—52—4	10		13	17
АО2—61—4	13			18
АО2—62—4	17			19

Как следует из таблицы, число возможных сочетаний равно девятнадцати, т. е. на II и III габариты силового стола может быть установлена силовая бабка с двигателем вращения инструмента 0,8—3 кВт (порядковый номер сочетаний 1—5), на IV и V габариты — 3—10 кВт (порядковый номер сочетаний 6—13), а на VI и VII габариты — 5,5—17 кВт (порядковый номер сочетаний 14—19).

Параметры двигателей и электромагнитной муфты редуктора в зависимости от габарита силового стола приведены в табл. 24.

Таблица 24

Габариты слового стола	Электродвигатель ускоренных перемещений		Электродвигатель рабочей подачи		Муфта рабочей подачи
	Тип	Мощность, кВт	Тип	Мощность, кВт	
II, III	ДПТ22—4	0,5	АОЛ12—4	0,18	ЭМ-22
IV, V	АОЛ22—4	1,5	ДПТ22—4	0,5	ЭМ-32
VI, VII	АО2—32—4	3	АОЛ2—21—4	1,1	ЭМ-42

Зная таблицу возможных сочетаний переменных величин, нетрудно выбрать параметры электрических аппаратов, входящих в принципиальную схему управления (табл. 25).

Таблица 25

Номера сочетаний перемен- ных величин	Номинальный ток автома- тических выключателей АК63—3МГ		Тепловые реле																		
			ТВИ			ТУ			ТРП												
			Тип	Номиналь- ный ток, А	Уставка	Тип	Номиналь- ный ток, А	Уставка	Тип	Номиналь- ный ток, А	Уставка										
												АС, А	АП, А								
1	4	1,5	ТРН-10	2	+1	ТРН-10	3,2	-2	ТРН-10	2	-5	ТРН-10	0,8	-5							
2				3,2	-1																
3	6,3			3,2	+2																
4				5	+2																
5	10			8	-4																
6				8	-4																
7				8	-2																
8				8	+1																
9	16			4	8										+3	ТРН-10	3,2	-2	ТРН-10	2	-5
10					12,5										-2						
11		12,5	-1																		
12	25	ТРН-25	20	-5	ТРН-25	20	-1														
13			20	-1																	
14	16	10	12,5	-2	ТРН-10	8	-4	ТРН-10	3,2	-3											
15			12,5	-1																	
16	25	10	20	-5	ТРН-10	8	-4	ТРН-10	3,2	-3											
17			20	-1																	
18	50	ТРН-40	32	-4	ТРН-40	32	+1														
19			32	+1																	

Кроме таблицы выбора параметров электрических аппаратов необходимо унифицировать входные и выходные команды, т. е. каждой команде присвоить постоянную маркировку независимо от того, в какой схеме они применяются.

Типовая принципиальная схема управления отдельными механизмами, дополненная таблицей выбора электрических аппаратов в зависимости от возможных сочетаний переменных величин, построенная на базе унифицированных входных и выходных команд и имеющая постоянный номер, превращается в унифицированную.

Унифицируются не только типовые схемы, но и схемы, реализующие оригинальные нетиповые циклограммы, если механизмы, работающие по таким циклограммам, часто применяются. Например, схему управления механизмом, работающим по циклу резбонарезания (циклограмма 2 в табл. 20), целесообразно унифицировать, так как она часто используется в проектах станков и линий.

Для механизмов, работающих по другим оригинальным циклограммам и редко применяющихся в станках и линиях, схемы управления этими механизмами могут быть построены:

на базе унифицированных входных и выходных команд с целью встраивания такой схемы в типовую схему выбора режимов работы и задания цикла, однако при этом возможно некоторое усложнение схемы механизма;

без учета унифицированных входных и выходных команд, при этом возможно упрощение схемы, однако такая схема не может быть встроена в типовую схему выбора режимов работы и задания цикла.

Эта дилемма, стоящая перед конструктором при построении оригинальных схем управления механизмами, решается в каждом конкретном случае, и выбор того или иного варианта определяется сравнением трудоемкости проектных работ. При этом учитываются также такие факторы, как однотипность оформления технической документации электрооборудования станка или линии, удобство монтажа, наладки и эксплуатации.

Унифицированная принципиальная схема управления силовым столом с силовой бабкой (типовая схема изображена на рис. 32) имеет номер УМ8761—1.00 с исполнениями 1.01—1.19, где номер исполнения соответствует номеру возможных сочетаний переменных величин (см. табл. 25). Эта схема с вынесенными из нее входными командами может быть вычерчена в виде квадрата, под которым подразумевается схема и в котором изображены выходные команды (рис. 34, а). Как видно из рисунка, связь унифицированного узла с центральной станцией управления не ограничивается системой входных и выходных команд. Эта связь характеризуется также наличием так называемых постоянных неуправляемых электрических



связей, состоящих из системы питающих шин и шин режимов работы.

Следует отметить, что выходные команды схем силовых механизмов могут отличаться между собой. На рис. 34, б приведен квадрат унифицированной схемы управления силовым столом с силовой бабкой и резьбонарезной приставкой. Исходное положение для схемы, приведенной на рис. 34, а, контролируется замкнутым контактом реле исходного положения стола *РИ*, а для схемы, показанной на рис. 34, б, — последовательным соединением замкнутых контактов реле *РИ* и реле исходного положения резьбонарезной приставки *РИР*, хотя функциональное назначение этих выходных команд одно и то же. Из этого следует, что при построении унифицированных схем управления силовыми механизмами для их связи со схемой выбора режимов работы и задания цикла не имеет значения структура внутренних команд, а важно их назначение.

## 18. УНИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И МОНТАЖНЫХ РЕШЕНИЙ

Унификация принципиальных схем управления силовыми механизмами позволяет перейти к унификации электрооборудования механизмов. Это означает, что используется не только готовая принципиальная схема управления механизмом, но и готовое электрооборудование всего механизма, при этом необходимо лишь произвести присоединение такого механизма к центральной станции управления станка или линии. Один из способов унификации монтажа и конструктивных решений электрооборудования силовых механизмов и описывается в данном параграфе.

На рис. 35 в качестве примера представлена структурная схема унифицированного электрооборудования силового стола со сверлильной (фрезерной, расточной) силовой бабкой. Как видно из рисунка, электрооборудование стола состоит из трех отдельных унифицированных проектов: *I* — электрооборудования силового стола (без силовой бабки); *II* — панели управления, на которой установлены и смонтированы электроаппараты, входящие в схему управления столом с силовой бабкой; *III* — размещения (компоновки) электрооборудования на силовом столе, который объединяет в себе первые два проекта, а также наладочный пульт управления столом и силовую бабку, т. е. монтаж этих элементов и электропроводку между ними.

Следует отметить, что выполнение первого унифицированного проекта электрооборудования целесообразно для всех унифицированных и стандартизованных механизмов независимо от унификации принципиальных схем управления этими

механизмами и имеет следующие достоинства: упрощение документации на электрооборудование станков и линий; изготовление по единым чертежам на специализированном участке и возможность испытания механизмов на специальных стендах, изготовление которых, в свою очередь, возможно только при наличии одного унифицированного проекта электрооборудования механизмов.

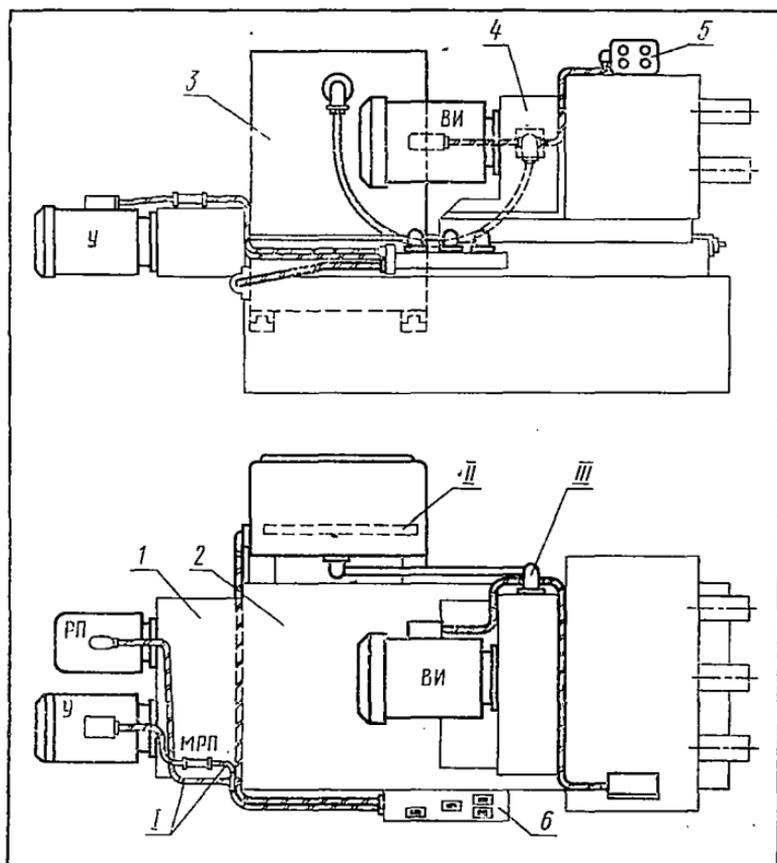


Рис. 35. Структурная схема унифицированного электрооборудования силового стола с силовой бабкой:

1—редуктор; 2—силовой стол; 3—электрошкаф; 4—силовая бабка; 5—наладочный пульт; 6—упоры управления

дования механизмов. Так как этот проект является составной частью комплекта общей документации механизма и в проект электрооборудования станка или линии конструктором-электриком не вносится, то в дальнейшем будем считать, что унифицированное электрооборудование механизмов состоит из двух самостоятельных проектов: панели управления и размещения (компоновки) электрооборудования на механизме.

Целесообразность деления унифицированного электрооборудования на два проекта объясняется тем, что в этом случае

общее число проектов для механизмов, подлежащих унификации, равно сумме основных признаков, отличающих один проект от другого (в данном случае циклограмма работы и компоновка электрооборудования). Выполнение одного унифицированного проекта на механизм привело бы к увеличению общего числа проектов, так как в этом случае число проектов равно произведению этих же отличительных признаков. Например, для двух типовых циклограмм УМ8761—1.00 и УМ8761—2.00 и четырех компоновок электрооборудования УМ8461—1.00, 2.00, 3.00, 4.00 (см. табл. 29) потребовалось бы выполнить восемь проектов, т. е. для каждой циклограммы четыре проекта с различными компоновками, при этом в каждом таком проекте необходимо было бы повторить часть документации, относящейся к панели управления, и в то же время для проектов с различными циклограммами повторялась бы документация, относящаяся к компоновке.

Для приведенного примера при выполнении двух унифицированных проектов на механизм общее число проектов равно шести, т. е. два проекта панелей управления и четыре проекта компоновок. При этом документация не повторяется из проекта в проект.

Деление на отдельные унифицированные проекты приводит к резкому уменьшению общего числа проектов и документации, а также делает систему более гибкой, позволяя варьировать проектами и получать при этом необходимые технические характеристики. Кроме того, при проектировании электрооборудования конкретной линии иногда использование одного из унифицированных проектов на силовой механизм невозможно, например, циклограмма работы отличается от унифицированной. В этом случае достаточно выполнить оригинальный проект на панель управления, а проект размещения электрооборудования на механизм используется унифицированный. При наличии же одного унифицированного проекта на механизм пришлось бы выполнять оригинальный проект с большим объемом документации и, кроме того, возможности использования унифицированных проектов были бы несколько ограничены.

Рассмотрим особенности составных проектов унифицированного электрооборудования отдельных механизмов.

Электрооборудование механизма. В качестве примера на рис. 36 приведены общий вид и монтажная схема силового стола без силовой бабки. Электрооборудование силовой бабки не входит в этот проект ввиду конструктивных и производственных особенностей, т. е. силовой стол без силовой бабки является конструктивно законченным узлом, изготавливается на специальном участке, где проводят его испытания, и может использоваться как силовой механизм (основное его назначение) и как транспортное устройство. Кроме того, следует учесть, что силовая бабка устанавли-

ливается на общей сборке станка или линии и, если бы она входила в этот проект, то заранее до общей сборки невозможно было бы выполнить электромонтаж силового механизма.

Как видно из рисунка, все провода от двигателей и путевых бесконтактных переключателей выведены в коробку и распаяны на колодку штепсельного разъема. Маркировка проводов и порядок их распайки на разъеме выбраны произвольно, однако маркировка провода соответствует номеру штыря штепсельного разъема, например, провод с маркиров-

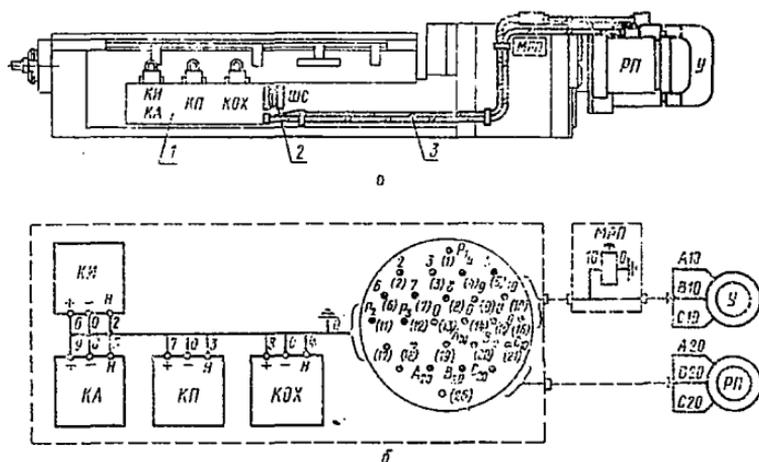


Рис. 36. Силовой стол без силовой бабки:

а—общий вид; б—монтажная схема; 1—упоры управления (бесконтактные путевые переключатели); 2—штепсельный разъем; 3—металлорукав

кой 1 подпаивается к штырю разъема с номером 1, т. е. маркировка проводов не зависит от принципиальной схемы управления, в которую встраивается силовой стол.

Проект состоит из двух чертежей: общего вида, на котором показана электропроводка, и монтажной схемы, на которой приведены сечение, цвет, маркировка проводов и их присоединение. Эти чертежи являются составной частью комплекта общей документации силового стола.

Поскольку силовые столы разработаны нескольких типоразмеров, отличающихся мощностью установленных электродвигателей, а унифицированный проект электрооборудования на все столы выполнен один, то отличие одного типоразмера стола от другого, а также расположение упоров управления на столе (с левой или правой стороны стола по ходу его движения) определяются исполнением проекта, что иллюстрируется табл. 26.

Как следует из таблицы, для силового стола габрита V с правыми упорами управления электрооборудование силового стола имеет номер УМ8440—1.09.

Как правило, на всех унифицированных механизмах, так же как и на силовом столе, устанавливается колодка штепсельного разъема. Причем, для каждого механизма распайка разъема строго постоянна. Для подключения такого механизма в агрегатный станок или автоматическую линию к ме-

Т а б л и ц а 26

Габариты силового стола	Наименование и обозначение проекта	Исполнение проекта	
		Правое расположение упоров управления	Левое расположение упоров управления
I	Электрооборудование силового стола—УМ8440—1.00	101	102
II		103	104
III		105	106
IV		107	108
V		109	110
VI		111	112
VII		113	114

ханизму присоединяют вставку разъема, распаянную в соответствии с колодкой (номера штырей) и принципиальной схемой управления, в которую встраивается механизм (маркировка проводов).

Следует отметить, что подключение механизма в станок или линию посредством штепсельного разъема не обязательно. Вместо штепсельного разъема в разветвительной коробке могут быть установлены наборы зажимов, промаркированные от единицы и выше произвольно и независимо от принципиальной схемы управления, в которую встраивается механизм. В этом случае внешние провода, присоединяемые к зажимам механизма, должны иметь двойную маркировку: в соответствии с принципиальной схемой управления станка или линии, в которую встраивается механизм, и маркировку зажима, к которому присоединяется данный провод.

Панель управления. Конструктивно панель управления выполнена как законченный самостоятельный узел и состоит из следующих чертежей: принципиальной схемы управления механизмом, ее описания, общего вида и монтажных схем. На лицевой стороне панели устанавливаются электрические аппараты, входящие в унифицированную схему управления механизмом, а на обратной — наборы зажимов и монтажные провода. На наборы зажимов выведены провода, которые необходимо соединить с центральной станцией управления станка или линии (входные и выходные команды) и механизмом, для которого предназначена панель. Так как унифицированная принципиальная схема управления имеет исполнения, определяющие параметры входящих в схему

электрических аппаратов в зависимости от сочетания переменных величин (см. табл. 25), то и панель управления имеет те же исполнения. Кроме того, панель выполнена двух типоразмеров: для встройки в индивидуальный электрошкаф и в общий шкаф в компоновке с другими панелями, что также определяется исполнениями проекта панели управления.

На рис. 37 в качестве примера приведена панель управления для силового стола с силовой бабкой, принципиальная

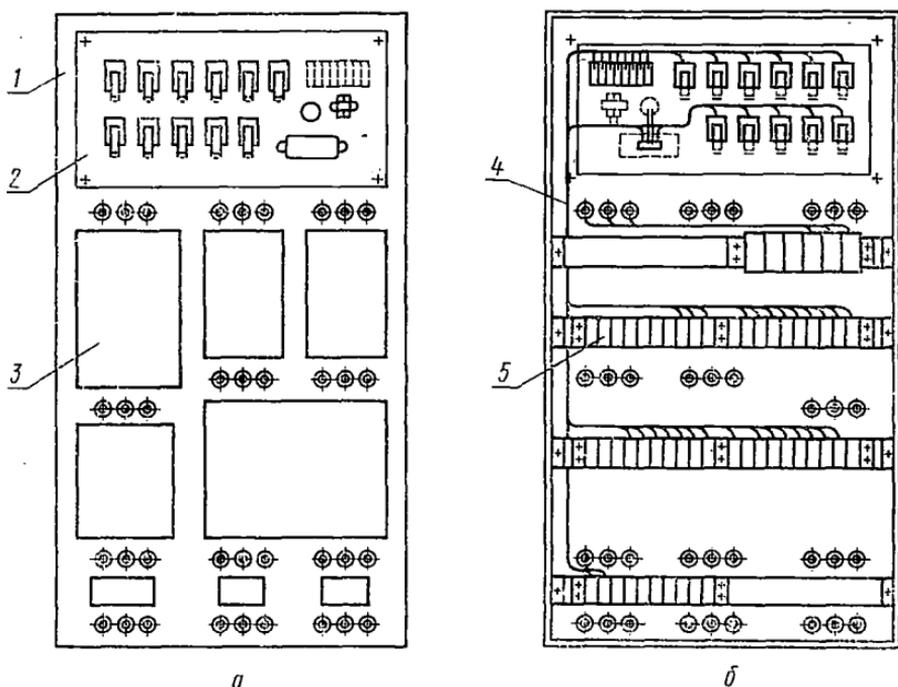


Рис. 37. Панель управления силовым столом с силовой бабкой:

*а*—вид панели с лицевой стороны; *б*—вид панели со стороны монтажа; 1—панель; 2—панель аппаратов автоматки и связи; 3—электрические аппараты; 4—жгут проводов; 5—набор зажимов

схема управления которым изображена на рис. 32. Для примера выбора исполнений этой панели приведена табл. 27.

Панели управления УМ8761—1.00 и УМ8761—5.00 отличаются между собой габаритными размерами и предназначены: первая — для встройки в индивидуальный электрошкаф, вторая — для встройки в общий шкаф в компоновке с другими панелями.

Следует отметить, что для силовых механизмов с относительно большим удельным весом электрооборудования целесообразно панель управления устанавливать в индивидуаль-

ный электрошкаф, прикрепляемый к основанию механизма или устанавливаемый рядом с ним. Однако иногда в зависимости от компоновки механизмов на станке или линии установка индивидуальных электрошкафов невозможна или нецелесообразна. В этом случае панели силовых механизмов вместе с другими панелями komponуются в общих электрошкафах центральной станции управления станка или линии.

Таблица 27

Габариты силового стола	Тип электродвигателя главного движения и его мощность, кВт					
	АОЛ2-22-4; 1,5	АО2-32-6; 2,2	АО2-32-4; 3	АО2-42-4; 4	АО2-42-4; 5,5	АО2-51-5; 7,5

*Исполнение панели УМ8761-1.00*

II, III	103	104	105			
IV, V				108	109	112
VI, VII					114	116

*Исполнение панели УМ8761-5.00*

II, III	503	504	505			
IV, V				508	510	512
VI, VII				514	516	

Размещение (компоновка) электрооборудования на механизме. Как указывалось, известные преимущества имеет компоновка электрооборудования, при которой панель управления силового механизма встраивается в индивидуальный электрошкаф, прикрепляемый к основанию этого механизма. Место установки индивидуального электрошкафа, упоров управления, наладочного пульта и их взаимосвязь между собой и остальным электрооборудованием определяются данным унифицированным проектом, состоящим из чертежей общего вида и монтажной электросхемы.

В результате проведенного анализа работы станков и линий, спроектированных в СКБ-АЛ и изготовленных на МЗАЛ, были приняты четыре типовые компоновки размещения электрооборудования на силовых и подкатных столах: для горизонтальных (рис. 38, а, б) и для вертикальных (рис. 38, в, г).

Компоновка, показанная на рис. 38, а, предназначена главным образом для агрегатных станков, однако в некоторых случаях применяется и для автоматических линий, на рис. 38, б — в основном для автоматических линий, однако довольно часто применяется при проектировании агрегатных

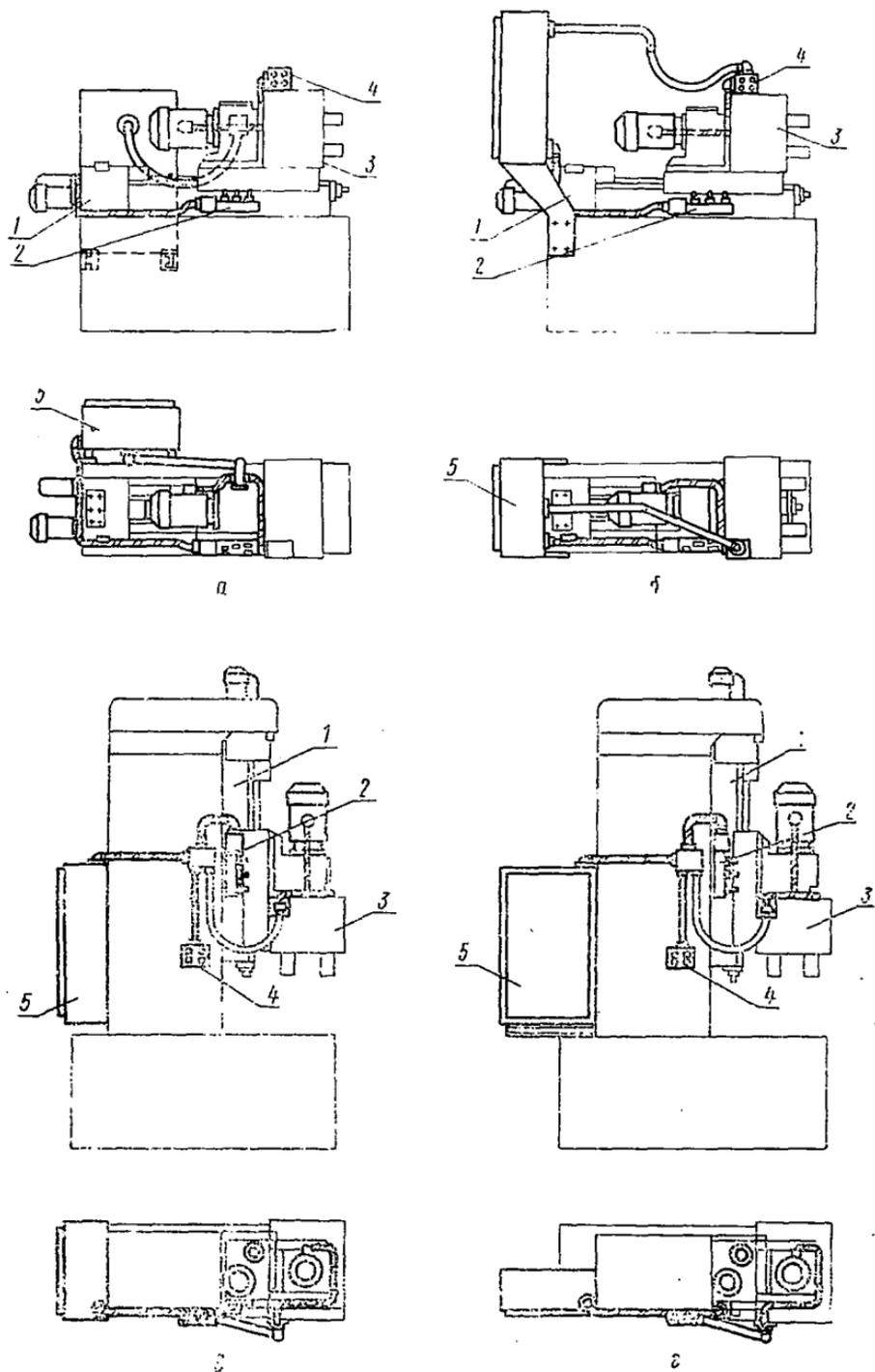


Рис. 38. Типовые компоновки электрооборудования на силовых столах:  
 1—силовой стол; 2—упоры управления; 3—силовая бабка; 4—наладочный пульт; 5—электрошкаф

станков, на рис. 38, в — как для автоматических линий, так и для агрегатных станков, на рис. 38, г — только для агрегатных станков.

Во всех четырех компоновках индивидуальный электрошкаф жестко прикреплен к узлу. Для первых двух компоновок шкаф устанавливается на кронштейнах, прикрепленных к основанию механизма, для третьей компоновки шкаф прикрепляется к колонне, а для четвертой — к основанию колонны. Эти особенности крепления шкафов обусловлены общей компоновкой линии или станка, в которых применяются эти механизмы. Для связи индивидуального электрошкафа с центральной станцией управления в нем предусматривается необходимое количество отверстий.

Следует отметить, что на рис. 38 приведены компоновки силовых столов с правыми упорами управления. Однако упоры управления могут быть расположены и с левой стороны стола (по ходу движения вперед). Расположение упоров в каждом проекте определяется исполнением. Причем, наладочный пульт устанавливается всегда со стороны упоров управления (для удобства наладки стола и выставки упоров). Электрошкаф для компоновки, приведенной на рис. 38, а, всегда устанавливается со стороны, противоположной упорам, а рис. 38, г — с той же стороны, что и упоры.

Пример выбора исполнений проекта «Размещение электрооборудования на силовом столе» УМ8461—1.00 (см. рис. 38, а) для панелей управления УМ8761—1.00 (силовой стол по циклу с одной рабочей подачей) и УМ8761—2.00 (силовой стол по циклу с двумя рабочими подачами) приведен в табл. 28.

Т а б л и ц а 28

Габариты силового стола	Расположение упоров управления	Панель управления	Габариты электродвигателя главного движения			
			1—3	4	5	6
II—VII	Правое	УМ8761—1.00	101	103	105	108
	Левое		102	104	106	107
	Правое	УМ8761—2.00	111	113	115	117
	Левое		112	114	116	118

Из таблицы следует, что исполнения унифицированного проекта компоновки электрооборудования силового стола определяются расположением упоров управления и габаритом электродвигателя главного движения и не зависят от типа-размера стола.

Следует отметить, что один и тот же проект компоновки предусматривает встраивание в индивидуальный электрошкаф различных панелей управления, обеспечивающих работу стола по различным циклограммам (например, панелей управления УМ8761—1.00 и УМ8761—2.00).

Таким образом, при проектировании электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий для механизмов, имеющих унифицированные проекты панелей управления и размещения электрооборудования на механизме, необходимо лишь правильно выбрать номера и исполнения этих проектов и заказать их в соответствующем документе. Для примера рассмотрим конкретный случай. Пусть требуется выбрать унифицированные проекты для силового стола габарита IV с силовой бабкой, на которой установлен электродвигатель вращения инструмента А02-41-4 мощностью 4 кВт; циклограмма работы стола — быстрый подвод, рабочая падача, выдержка на упоре и быстрый отвод. Стол устанавливается горизонтально и имеет индивидуальный электрошкаф, упоры управления правые. Из табл. 27 определяем номер и исполнение панели управления — УМ8761—1.08, а из табл. 28 — номер и исполнение размещения электрооборудования на силовом столе — УМ8461—1.03.

В том случае, когда для силового механизма панель управления встраивается в общий электрошкаф, унифицированное размещение электрооборудования на этом механизме не используется, а выполняется как для оригинального механизма.

В табл. 29 приведена часть сводной таблицы унифицированных проектов силовых механизмов, разработанных в Минском СКБ-АЛ. Как видно из таблицы, для четырех панелей управления разработано восемь проектов размещения электрооборудования на силовом столе. Каждый вид типовой компоновки предусматривает возможность встройки двух различных панелей управления.

При проектировании электрооборудования линии встречаются оригинальные или унифицированные механизмы, работающие по циклограммам, отличным от унифицированных. В этом случае необходимо выполнить оригинальный проект электрооборудования механизма. При этом возможны два варианта: выполнение одного проекта на механизм или двух, как это принято при выполнении унифицированных проектов. Второй вариант предпочтительнее, поскольку оформление документации на механизмы будет одинаковым с унифицированными проектами: панель управления и размещение электрооборудования на механизме. Два проекта составят узел электрооборудования на механизм.



## УНИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УЗЛОВ

## 19. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кроме силовых механизмов, методы унификации электрооборудования которых были рассмотрены в предыдущей главе, в состав станков и линий входят также и другие отдельные механизмы. В соответствии с классификацией, приведенной в первой главе, основными из них являются различные транспортные устройства (поворотные столы и барабаны, передвижные столы, спутниковые и беспутниковые транспортеры и т. п.), пневматические, гидравлические, электромеханические зажимные устройства, различные вспомогательные механизмы (механизмы для уборки стружки, смазки узлов станка или линии, охлаждения инструмента и т. п.). Электрооборудование этих устройств и механизмов по сравнению с электрооборудованием силовых механизмов отличается рядом существенных особенностей. Поэтому методы его унификации отличаются от методов унификации электрооборудования силовых механизмов. В ряде случаев из-за большого количества конструктивных исполнений и модификаций (для одной схемы управления) унификация электрооборудования отдельных устройств и механизмов представляет значительные трудности, разрешить которые можно при помощи особых способов. Отсутствие рациональных методов приводит, как мы видели во второй главе, к отказу от унификации такого электрооборудования, что значительно снижает уровень унификации электрооборудования станка (линии) в целом.

Унификация электрооборудования отдельных устройств и механизмов целесообразна при использовании рассмотренных ранее принципов секционирования электрооборудования станка (линии) с выделением электрооборудования отдельных устройств и механизмов. Такое выделение позволяет провести сбор и анализ данных применимости, выявить основные требования и разработать наиболее рациональные схемы управ-

ления и конструкцию унифицированных узлов электрооборудования, определить оптимальный ряд типоразмеров.

В расширении области унификации электрооборудования, выражающемся в первую очередь в охвате единой системой унификации всех узлов электрооборудования независимо от их функциональных особенностей — силовых механизмов, транспортных и зажимных устройств, электрических узлов, таких, как источники питания и т. д., — заключается одно из основных отличий рассматриваемых способов унификации станочного электрооборудования.

## 20. ТИПИЗАЦИЯ ЦИКЛОГРАММ ОТДЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

**Циклограммы зажимных устройств.** Зажим и разжим деталей на агрегатных станках и автоматических линиях может осуществляться при помощи электро-механических ключей зажима и разжима, при помощи пневматики, гидравлики или вручную.

Рассмотрим циклограммы электромеханических ключей зажима. Конструктивно электромеханический ключ представляет собой редуктор с приводным электродвигателем (как правило, с повышенным пусковым моментом). Сцепление шпинделя ключа с винтом зажимного приспособления станка или линии осуществляется при помощи накидной гайки.

На рис. 39 представлены некоторые типовые циклограммы работы электромеханических ключей; обозначение циклограмм принято в соответствии с табл. 30.

Анализ применения электромеханических ключей в различных компоновках станков и линий, а также их циклограмм позволяет выделить основные признаки, определяющие характер электрооборудования ключей: место установки и выполняемая операция; привод механизма подвода ключей к приспособлению; контроль зажима детали; контроль разжима детали.

Электромеханические ключи обычно устанавливаются на позиции загрузки детали, на позиции, следующей за позицией загрузки, или на позиции разгрузки. В двух первых случаях ключи выполняют операцию зажима детали, однако для удобства оператора в циклограммах предусмотрен также разжим. При установке на позиции разгрузки ключи выполняют только операцию разжима. На станках особенно распространен вариант, при котором загрузка и разгрузка деталей происходят на одной позиции; в этом случае один ключ выполняет операцию как зажима, так и разжима детали.

Привод подвода ключей может быть: ручной; гидравлический или пневматический с ручным управлением; гидравлический с питанием от гидросистемы фиксации спутников; элек-



трогидравлический или электропневматический; электромеханический. Для ручного привода подвода ключа или гидравлического привода с питанием от гидросистемы фиксации спут-

Таблица 30

Обозначение	Привод подвода	Контроль	
		зажима	отжима
1	Ручной; гидравлический или пневматический с ручным управлением; гидравлический с питанием от гидросистемы фиксации спутников	По току	По току
2			По пути
3			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
4		По времени	По пути;
5			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
6			по пути;
7		По усилию	визуальный
8			По току;
9			по пути;
10	Электрогидравлический или электропневматический	По току	визуальный
11			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
12			По пути;
13		По времени	по пути с установкой счетного механизма; визуальный
14			По пути;
15			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
16		По усилию	По пути;
17			визуальный
18			По току;
19	Электромеханический	По току	по пути;
20			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
21			По пути;
22		По времени	по пути с установкой счетного механизма; визуальный
23			По пути;
24			по пути с установкой счетного механизма; визуальный
25		По усилию	По пути;
26			визуальный
27			По пути;

ников контролируется исходное (отведенное) положение ключа (циклограммы 1—6; 8 на рис. 39) при помощи путевого переключателя КИЗ, а в остальных случаях — исходное и подведенное положение (циклограммы 10; 19) при помощи переключателей КИЗ и КПЗ. Контроль окончания зажима

детали может выполняться тремя способами: по току; по времени; по усилию.

При контроле по току (циклограммы 1—4; 10; 19) в конце зажима детали момент на валу двигателя резко увеличивается соответственно увеличивается ток двигателя, который контролируется реле максимального тока (РМЗ). Реле срабатывает и дает сигнал об окончании зажима детали.

При контроле по времени (циклограммы 5; 6) в кинематической цепи привода вращения шпинделя ключа предусмотрена ограничительная муфта, прощелкивающая при превышении вращающего момента выше заданного. Одновременно с пуском двигателя ключа запускается реле времени РВС. Уставка реле времени рассчитана таким образом, чтобы после зажима шпиндель ключа сделал еще один-два оборота. Ограничительная муфта при этом прощелкивает, а затем срабатывает реле времени и дает сигнал на отключение двигателя.

При контроле по усилию (циклограмма 8) в кинематической цепи привода вращения шпинделя ключа предусмотрена ограничительная муфта, которая при превышении момента выше заданного расцепляется и посредством системы рычагов воздействует на путевой переключатель КЗ, а последний дает сигнал на отключение двигателя.

Разжим детали в ключах зажима контролируется следующими способами: по току; по пути; по пути с установкой счетвого механизма; визуально.

Контроль по току (циклограммы 1; 10; 19) аналогичен контролю зажима. При контроле по пути (циклограммы 2; 8) в приспособление встраивается упор, который при отжиме детали нажимает путевой переключатель отжима КО, дающий сигнал на отключение двигателя. Контроль по пути с установкой счетного механизма (циклограммы 3; 6) применяется, если конструкция приспособления не позволяет встроить упор для контроля по пути. В этом случае на ключе устанавливается счетный механизм, который служит для снижения скорости вращения диска с упорами до одного неполного оборота. После поворота шпинделя ключа на определенное число оборотов нажимается путевой переключатель отжима КО и подается сигнал на отключение двигателя ключа. После отвода ключа нужно производить зарядку, т. е. возвратить счетный механизм в исходное положение.

Пример визуального контроля разжима отражен в циклограмме 4.

Ключи разжима, устанавливаемые на позиции разгрузки, работают по аналогичным циклограммам, но без операции «Зажим», причем контроль разжима детали в них может производиться еще одним способом — по времени с установкой реле времени.

Типизация циклограмм ключей зажима и разжима заключается в выявлении перечисленных основных признаков, определяющих характер электрооборудования ключей, и в построении циклограмм на основе этих признаков.

Классификация типовых циклограмм ключей зажима, установленных на позиции загрузки, приведена в табл. 30.

При установке ключей зажима на позиции, следующей за позицией загрузки, циклограммы 1; 10; 19 не применяются.

Классификация типовых циклограмм ключей разжима приведена в табл. 31.

Т а б л и ц а 31

Обозначение	Привод подвода	Контроль отжима
1	Ручной; гидравлический или пневматический с ручным управлением; гидравлический с питанием от гидросистемы фиксации спутников	Визуальный;
2		по току; по пути; по пути с установкой счетного механизма; по времени
3		
4		
5		
6—10	Электр-гидравлический или электропневматический	Аналогично позициям 1—5
11—15	Электромеханический	Аналогично позициям 1—5

Кроме электромеханических ключей, как указывалось, зажим и разжим деталей может выполняться при помощи пневматики, гидравлики или вручную. Задача типизации циклограмм таких устройств представляет собой частный случай рассмотренного. При отсутствии контроля положения устройств ее решение вообще является тривиальным.

Циклограммы транспортных устройств. Делительные поворотные столы с электромеханическим приводом поворота и фиксации, которые выполняют периодический круговой перенос детали с одной рабочей позиции станка на другую и фиксацию детали, имеют в качестве привода два электродвигателя — для поворота планшайбы и медленного обратного доворота (фиксации). Анализ различных циклограмм поворотных столов определенного типа показывает, что они абстрагированы от конструктивных особенностей столов, их типоразмеров, количества равномерно расположенных на столе рабочих позиций и продолжительности цикла. Это позволяет свести циклограммы поворотных столов к типовой (рис. 40, а). В начале поворота путевого переключатель конт-

роля поворота  $1KB$  отключен, а контроля фиксации  $2KB$  включен. При повороте стола происходит его расфиксация, отключается переключатель  $2KB$  (при подходе к зоне фиксации он снова включается). Поворот стола продолжается до включения переключателя  $1KB$  и отключения переключателя  $2KB$ . В этой точке после отключения  $2KB$  двигатель фиксации реверсирует стол и доворачивает его до упора в положение фиксации, которое контролируется включением путевого

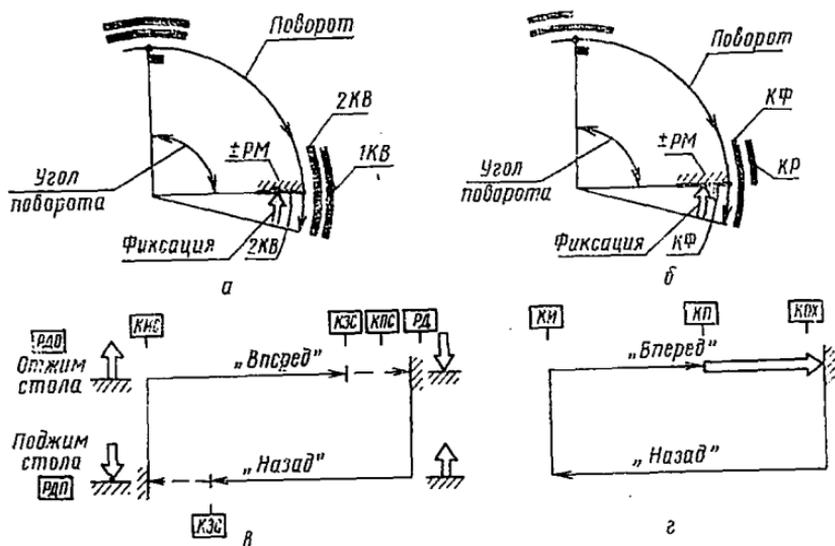


Рис. 40. Типовые циклограммы транспортных устройств:

а—циклограмма поворотного стола; б—циклограмма поворотного барабана; в—циклограмма подкатного стола; г—циклограмма силового стола

переключателя  $2KB$  и после постановки на упор — реле максимального тока  $PM$ .

Работа поворотных барабанов аналогична работе поворотных столов: двигатель поворота барабана осуществляет его поворот до следующей позиции, а двигатель фиксации — медленный обратный доворот до упора. Поэтому типовая циклограмма поворотного барабана аналогична типовой циклограмме поворотного стола. Контроль поворота барабана осуществляется путевым переключателем  $KP$  (рис. 40, б), подающим команду на реверс, контроль фиксации осуществляет путевой переключатель  $KF$ . В общий цикл работы поворотного барабана кроме поворота и фиксации обычно включаются также операции разжима и расклинивания (до поворота) и зажима и заклинивания (после фиксации), которые на данном рисунке не показаны. Контроль разжима и расклинивания осуществляется путевыми переключателями.

Для передвижных столов, осуществляющих прямолинейное перемещение детали, в качестве типовых циклограмм приме-

няются циклограммы, изображенные на рис. 40, в, г. Циклограмма подкатного стола, работающего в качестве транспортного устройства, характеризуется наличием участка замедления для обеспечения точной остановки детали. Поджим стола исключает его смещение при обработке детали. Контроль исходного и переднего положений стола осуществляется путевыми переключателями соответственно *КИС* и *КПС*, постановка на упор, отжим и поджим — реле давления *РД*, *РДО* и *РДП*. Переключатель *КЗС* осуществляет переключение на медленное перемещение стола.

Силовой стол также достаточно часто применяется в качестве транспортного устройства, однако из всех возможных вариантов циклограмм в виде типовой следует выделить только циклограмму, показанную на рис. 40, г.

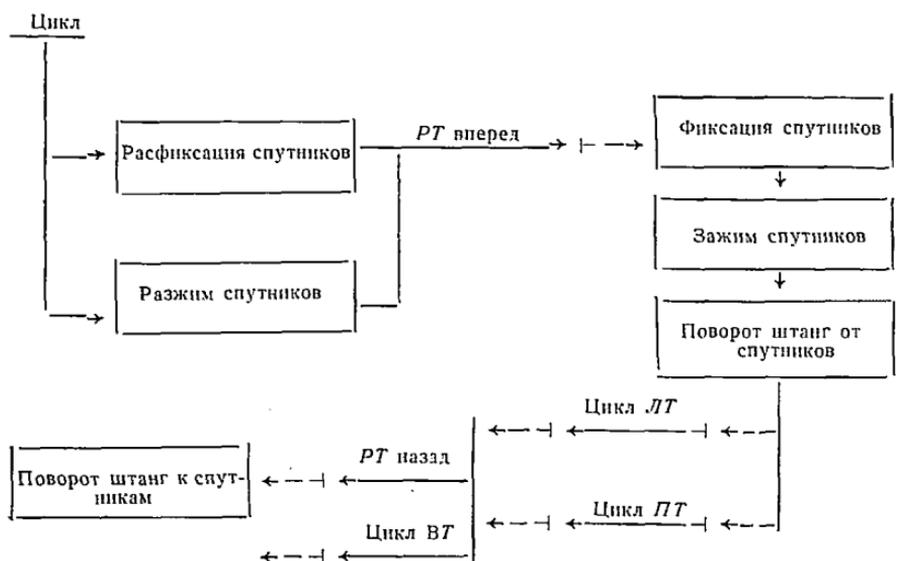
Унификация электрооборудования транспортеров автоматических линий является основой решения задачи типизации и унификации электрооборудования автоматической линии в целом. В связи с этим задача типизации и унификации электрооборудования транспортеров требует специального подхода и представляет особый интерес.

Электрооборудование транспортеров имеет значительное количество различных связей и блокировок, которые сложно свести в единую систему унифицированных входных и выходных команд. Исходным пунктом унификации и типизации электрооборудования транспортеров является типизация их циклограмм. Анализ основных признаков, характеризующих циклограммы различных транспортных устройств, показал, что отличие циклограмм определяется: способом транспортировки детали; способом и последовательностью зажима и разжима спутников или деталей на рабочих позициях; способом и последовательностью фиксации и расфиксации спутников или деталей на рабочих позициях.

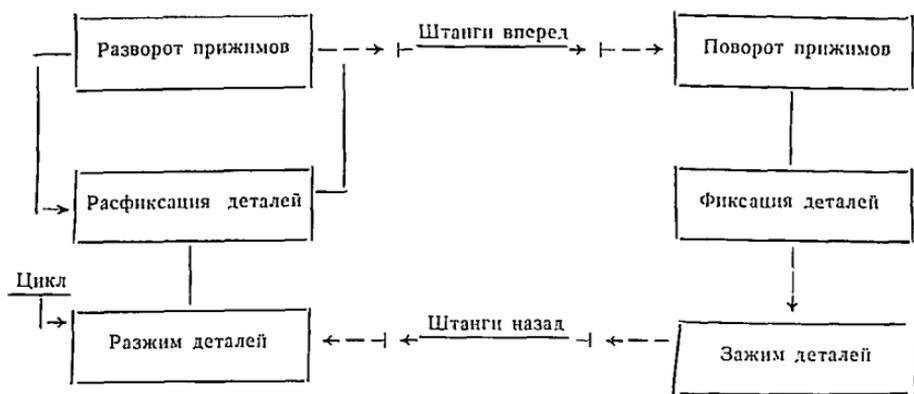
На рис. 41, а показана типовая структурная циклограмма транспортного устройства линии со спутником, состоящего из рабочего транспортера (*РТ*), осуществляющего перенос спутников от позиции к позиции, правого (*ПТ*), левого (*ЛТ*) и возвратного (*ВТ*), транспортеров, возвращающих спутник на исходную загрузочную позицию. Циклограмма на рис. 41, б описывает работу транспортного устройства, в котором перемещение деталей производится непосредственно, т. е. без спутника.

В приведенных циклограммах находят отражение перечисленные выше признаки. К ним с достаточной степенью точности может быть сведено большинство конкретных конструктивных решений. Расфиксация и разжим спутников (см. рис. 41, а) может производиться последовательно, может быть иной последовательностью фиксации и зажима спутников, поворота штанг и пр., однако данная циклограмма может считаться оптимальной. Поэтому целесообразно при выборе ва-

риантов конструкции транспортного устройства с одинаковым характером движений останавливаться на том, который обеспечивает указанную циклограмму.



а



б

Рис. 41. Структурная циклограмма транспортера линии:  
а — со спутником; б — без спутника

В транспортере беспутникового типа (рис. 41, б) также может иметь место другая последовательность основных движений, однако приведенную циклограмму следует считать оптимальной.

## 21. ТИПИЗАЦИЯ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Если основным направлением типизации схем управления для силовых механизмов является разработка схемы, которая реализует основную циклограмму и за счет устанавливаемых перемычек группу подобных ей циклограмм, то для схем управления вспомогательными механизмами основным методом типизации можно считать поиск схемы управления, реализующей наиболее рациональным образом не группу, а лишь одну типовую циклограмму.

Рациональность типовой схемы предполагает: полное и точное осуществление всех движений данного механизма в соответствии с типовой циклограммой; максимальное использование типовых схемных решений; однотипность решения отдельных узлов схемы; однотипность построения и оформления с другими типовыми схемами.

На рис. 42 показаны типовые схемы ключей зажима. Типовая схема на рис. 42, а реализует циклограмму 4, показанную на рис. 39, которая в равной степени применима для ручного подвода ключа, подвода от индивидуального гидро- или пневмопривода с ручным управлением или от гидросистемы фиксации спутников транспортера.

Работа ключа зажима в полуавтоматическом режиме кратко может быть представлена следующим образом. После нажатия на кнопку управления «Зажим» *1КУ* включается контактор *КВЗ*, который включает электродвигатель ключа зажима *КЗ* (направление вращения на зажим детали) и подготавливает включение реле контроля зажима *РКЗ*. Происходит зажим детали. После окончания зажима увеличивается ток двигателя и срабатывает реле максимального тока *РМЗ*, которое включает реле контроля зажима *РКЗ*. Реле *РКЗ* отключает двигатель ключа. Контакты реле *РКЗ*, использованные в виде выходных команд, подают сигналы в схему контроля работы механизмов линии.

Реле зажима *РЗ* осуществляет отстройку реле *РМЗ* от ложной команды о зажиме при пуске ключа, так как пусковой ток двигателя соразмерен увеличенному току при зажиме детали. При этом цепочка *РС* выполняет временную задержку включения реле *РЗ* при пуске двигателя.

Типовая схема предусматривает также разжим детали после нажатия на кнопку «Разжим» *2КУ*. Контроль разжима — визуальный. При отжиме при включении контактора *КНЗ* снимается с самопитания реле *РКЗ* и, благодаря этому, — запоминание о контроле зажима. В число выходных команд, кроме указанных ранее, входят также замыкающий контакт *КНЗ* и сигнал об исходном положении ключа зажима (контакт путевого переключателя *КИЗ*).

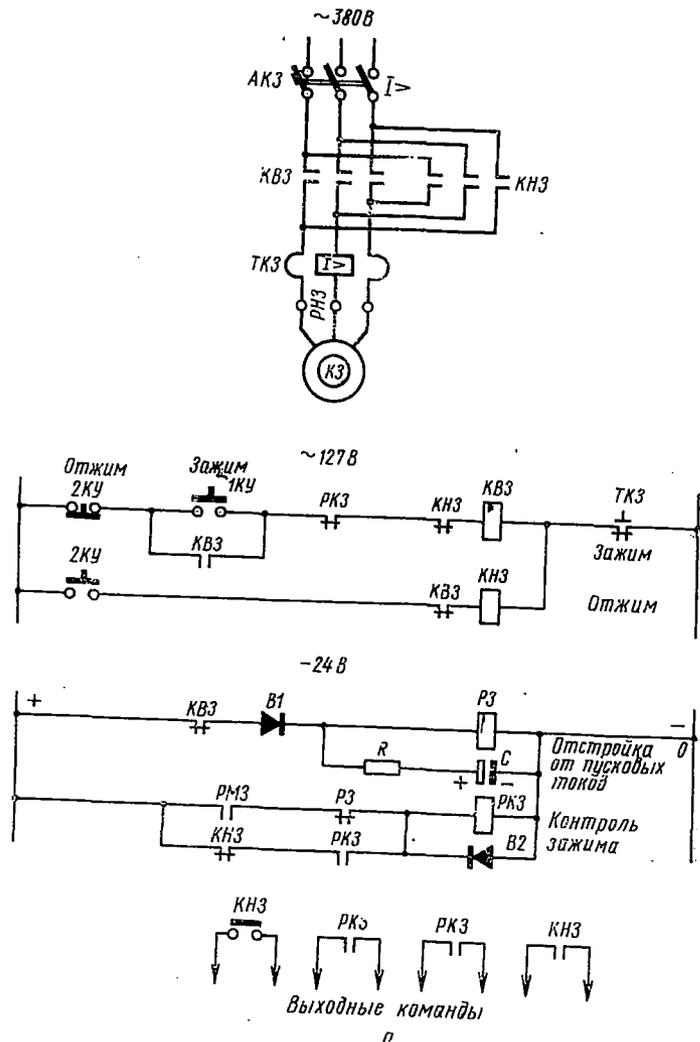
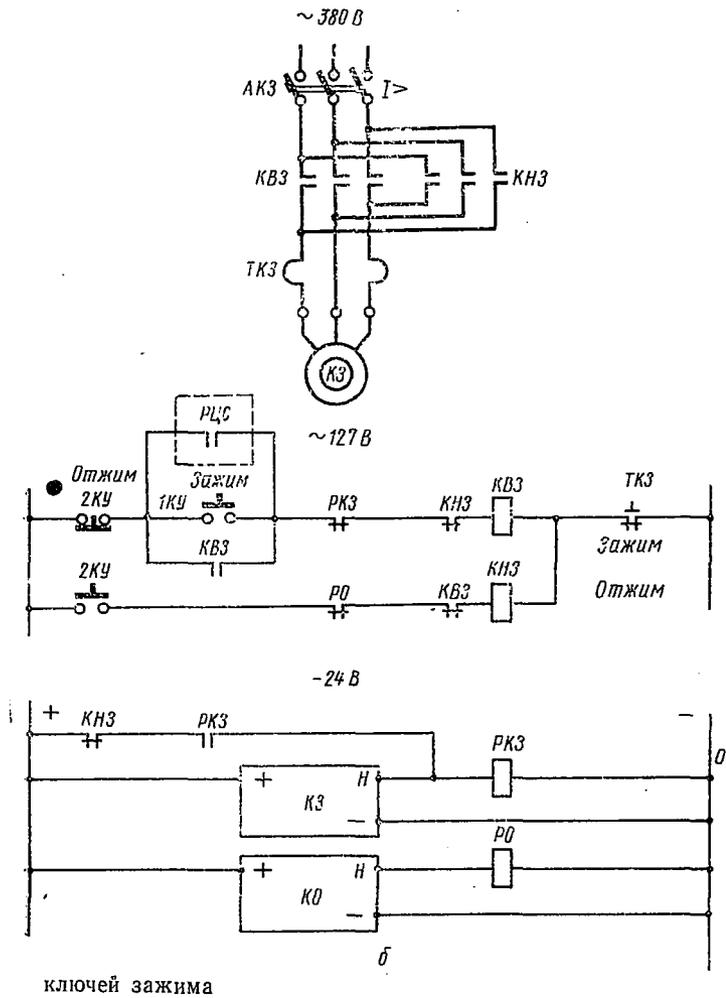


Рис. 42. Типовые схемы



ключей зажима



В наладочном режиме ключ работает от тех же кнопок «Зажим» и «Разжим» аналогично полуавтоматическому режиму.

Типовая схема, представленная на рис. 42, б и реализующая циклограмму 8 по рис. 39, отличается наибольшей простотой; в ней реле контроля зажима *РКЗ* включается после срабатывания бесконтактного путевого переключателя *КЗ*.

Типовая схема на рис. 42, в реализует циклограмму 5 по рис. 39. На данной схеме показана входная команда *РЦС*, от подачи которой схема начинает свою работу (в равной степени как и от нажатия на кнопку «Зажим» *1КУ*). Характерными отличиями этой схемы являются: наличие контроля разжима по пути, осуществляемого закрытым контактом путевого переключателя *КО*, разрывающего цепь катушки контактора *КНЗ*, а также способ выполнения контроля зажима — при помощи статического реле времени типа *РВС-36М*, которое включает реле *РКЗ* через определенный промежуток времени после начала зажима детали, причем уставка реле выбрана так, что ключ после зажима успевает сделать еще один-два оборота шпинделя. Сброс «памяти», как и в предыдущей схеме, выполняет размыкающий контакт контактора *КНЗ*.

Для ключей зажима с электромеханическим приводом подвода ключа характерна типовая схема, представленная на рис. 42, г. Ей соответствует типовая циклограмма 19 по рис. 39. При работе в полуавтоматическом режиме переключатель режимов работы *ПТ* устанавливается в положение «Полуавтомат» (*ПА*). После поступления входной команды (реле *РЦС*) срабатывает реле *РПЗ*, включается контактор *КПЗ*, который включает электродвигатель подвода ключа зажима *ПКЗ*. После окончания подвода срабатывает путевого переключатель *КПЗ*; это приводит к прекращению подвода и к началу зажима. После окончания зажима происходит отвод ключа. Исходное положение ключа контролирует путевого переключатель *КИЗ*.

Схема предусматривает также разжим детали. Он происходит после подвода ключа и нажатия на кнопку «Разжим» *ЗКУ*. Контроль разжима выполняет реле максимального тока *РМЗ* и реле контроля разжима *РКО*.

В наладочном режиме переключатель режимов работы *ПТ* устанавливается в положение «Наладка» (*Н*), подвод и отвод ключа, зажим и разжим детали осуществляются вручную от соответствующих кнопок.

Остальные компоненты данной типовой схемы аналогичны схемам, рассмотренным ранее. Таким образом, проанализировав приведенные схемы, можно сделать вывод, что типизация схем управления зажимных устройств предусматривает в первую очередь типовые решения таких основных составляю-

щих частей схем, как цепи управления зажимом и разжимом детали и подводом и отводом ключа, контроль зажима и разжима, отстройка от пусковых токов, входные и выходные команды.

Рассмотрим типовые схемы управления транспортными устройствами, циклограммы которых были разобраны ранее (рис. 43). При исходном положении поворотного стола в схеме управления столом путевой переключатель контроля фиксации  $2KB$  и соответственно реле  $P\Phi$  включены, а переключатель  $1KB$  и реле  $1PP$  отключены. Для поворота стола поступает входная команда на начало цикла  $PЦ$ , при этом включаются и становятся на самопитание контакторы  $КС$  и  $КТ$ , включающие электродвигатель поворота  $С$  и электромагнитную тормозную муфту  $ЭТ$ , встроенную в этот двигатель. Происходит поворот стола, во время которого путевые переключатели включаются в соответствии с циклограммой (рис. 40, а), причем кратковременное включение переключателя  $1KB$  вызывает включение реле  $1PP$ , подготавливающее реверс стола. После отключения переключателя  $2KB$  отключается реле  $2P\Phi$  и соответственно контактор  $КС$ . Включается контактор  $КФ$ . Электродвигатель фиксации  $\Phi$  реверсирует стол и доворачивает его. В конце доворота, соответствующем положению фиксации, срабатывает переключатель  $2KB$  и (после постановки на упор) реле максимального тока  $PM$ . Включается реле  $2PP$ , которое контролирует положение фиксации, снимает с самопитания реле  $1PP$ , отключает контактор  $КФ$  и соответственно двигатель фиксации.

Входные команды схемы аналогичны описанным ранее. В качестве выходных команд используются контакты реле  $P\Phi$ , которое контролирует фиксированное положение стола, и реле  $2PP$ , дающее информацию об окончании поворота стола (выходные команды на схеме не показаны). Необходимо отметить, что поворотные столы малых габаритов имеют привод поворота стола (электродвигатель  $С$ ) обычного исполнения, без встроенной электромагнитной муфты, так как отскок стола в этом случае незначителен.

Схема управления поворотным барабаном характеризуется в первую очередь типовыми решениями реализации основных движений поворотного барабана. При этом даже беглое ознакомление с этой схемой показывает, что аналогия циклограмм поворотного барабана и поворотного стола позволяет провести аналогию также и в их схемах, использовав при построении схемы единые типовые решения.

На рис. 43, б не показана силовая цепь так как она полностью повторяет силовую цепь схемы управления поворотным столом. Работу схемы в той ее части, которая управляет движениями поворота и фиксации барабана, мы также не рассматриваем, так как она совпадает с работой схемы управления

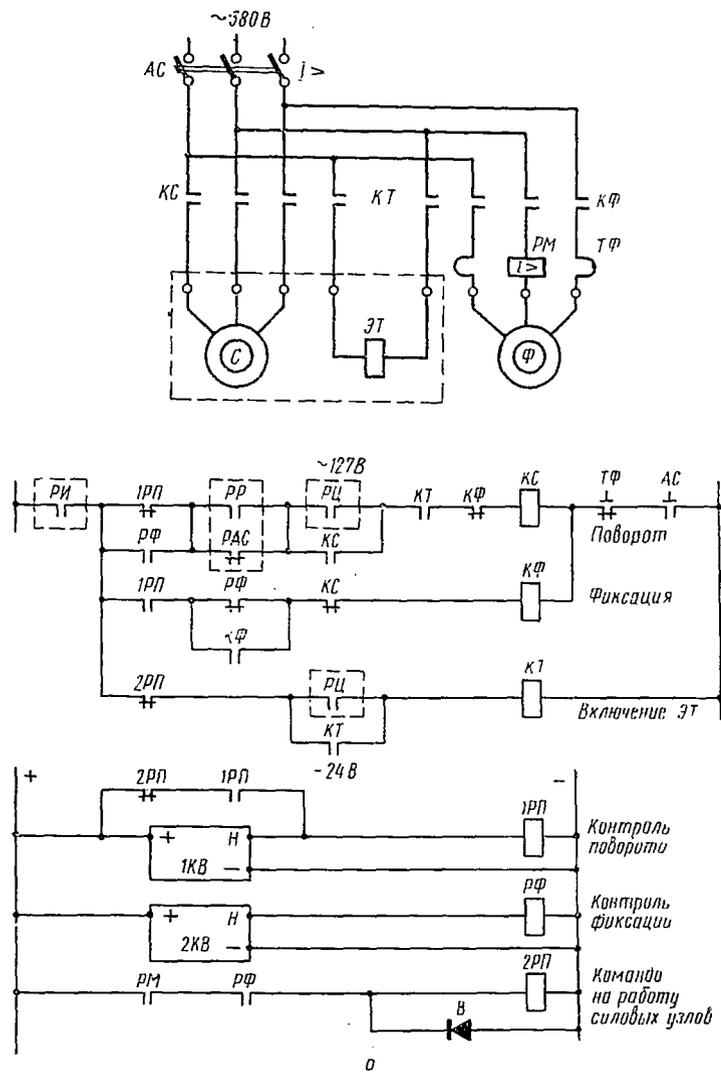
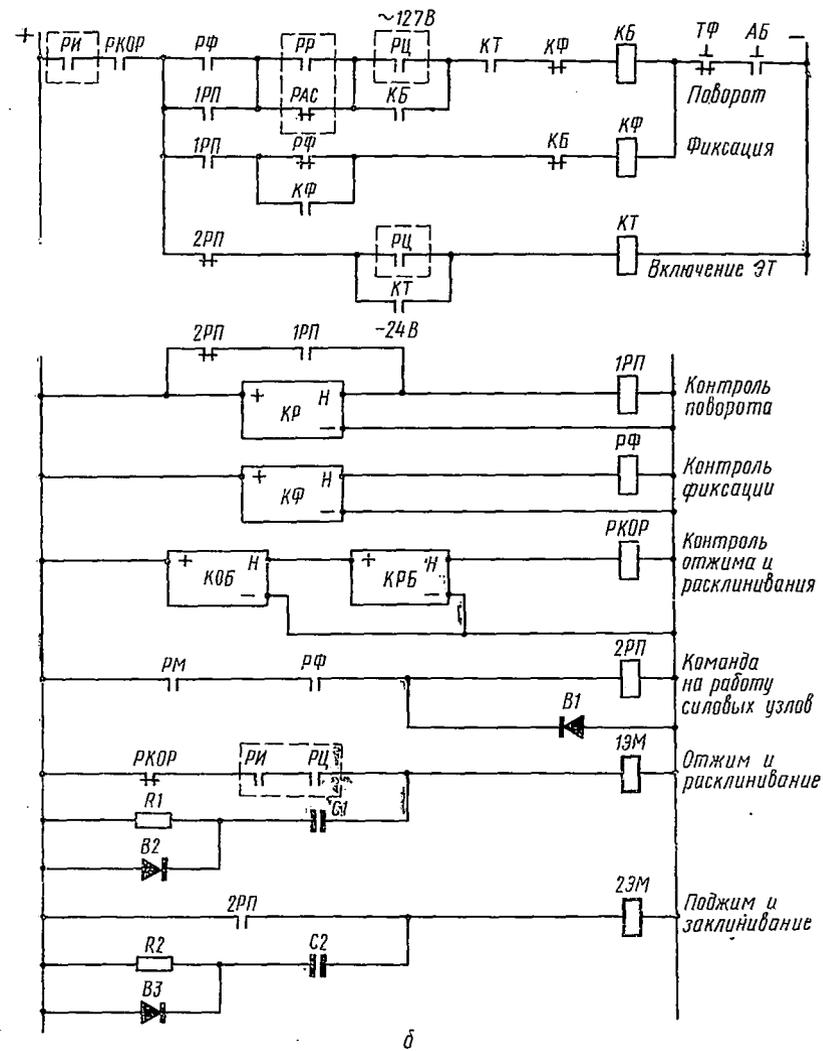


Рис. 43. Унифицированные  
а—поворотным столом;



б—поворотным барабаном

поворотным столом. Особенностью барабана является наличие гидравлического механизма поджима и заклинивания детали. Отжим и расклинивание детали происходят с началом цикла работы станка после поступления входной команды РИ-РЦ в результате включения электромагнита ИЭМ. Контроль отжима и расклинивания осуществляется при помощи путевых переключателей КОБ и КРБ и реле РКОР. Поворот и фиксация барабана возможны только при условии наличия этого контроля. Поджим и расклинивание происходят после окончания фиксации, когда контакт реле 2РП включает электромагнит 2ЭМ.

В качестве типовой схемы управления транспортным устройством автоматической линии может быть рассмотрена

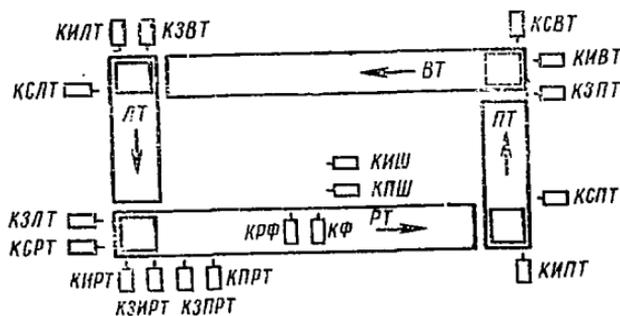


Рис. 44. Расположение путевых переключателей

схема управления рабочим транспортером линии спутникового типа.

На рис. 44 показано расположение путевых переключателей на рабочем и обводных (левом, возвратном и правом) транспортерах, осуществляющих возврат спутника на исходную позицию. Типовая развернутая циклограмма, показанная на рис. 45, выполнена на основании структурной циклограммы по рис. 41, а.

По схеме, изображенной на рис. 46, работа схемы управления рабочим транспортера в целом может быть представлена следующим образом.

Из схемы управления линией подается входная команда на начало цикла транспортного устройства РЦТ. При этом включается реле цикла рабочего транспортера РЦРТ. Реле РЦРТ включает реле разжима спутников РРС и реле расфиксации спутника РРФ. Реле РРС замыкающими контактами включает электромагнит разжима спутников ЭОС, а реле РРФ — электромагнит расфиксации ЭРФ (электромагниты на схеме не показаны). Происходит разжим и расфиксация спутников. Контроль разжима осуществляется включением реле давления РДРС (реле РКРС), контроль расфиксации — включением путевого переключателя РКФ (реле РКРФ). С включением реле РКРС и РКРФ включается реле

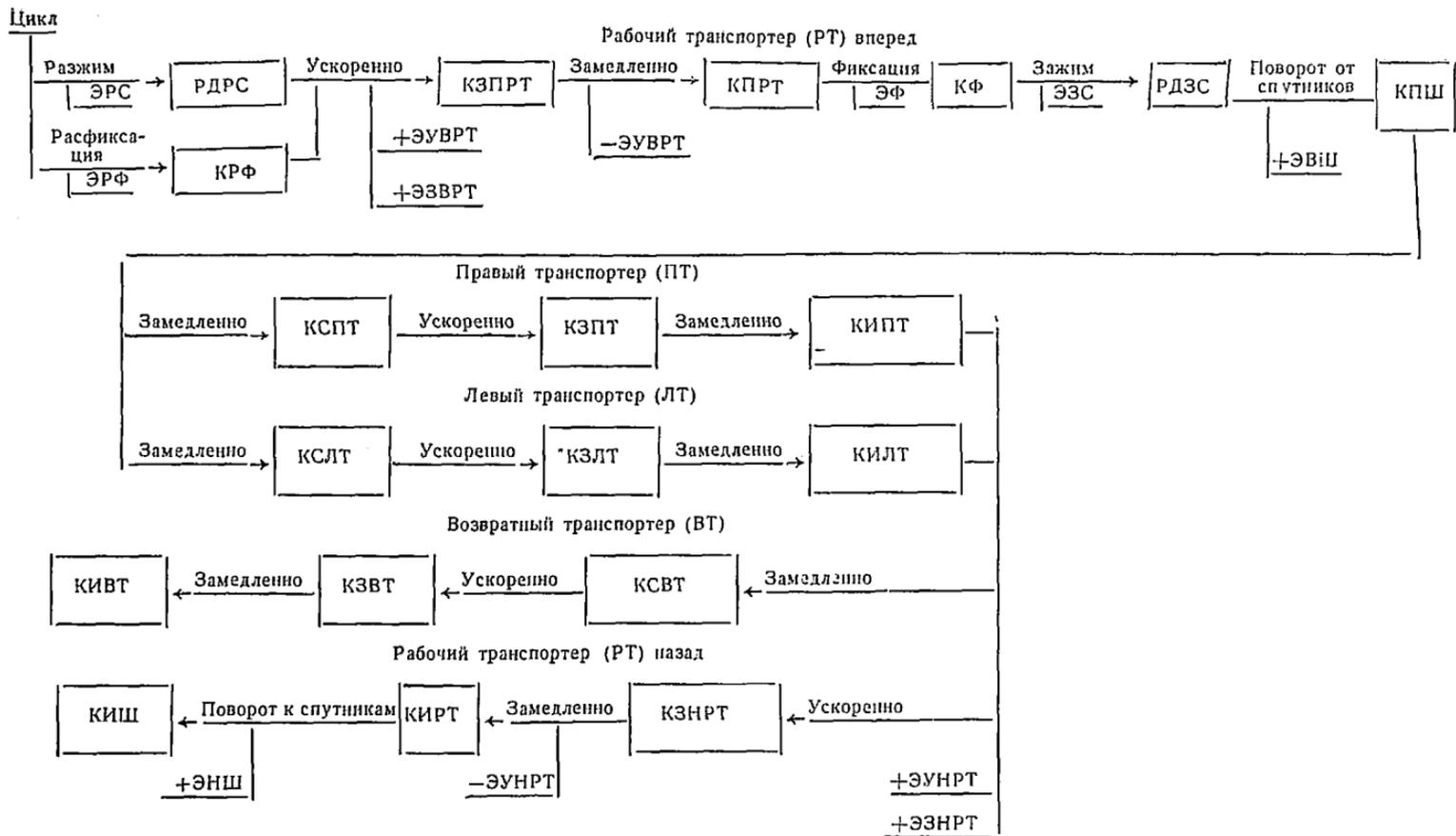


Рис. 45. Развернутая циклограмма



*РВРТ*, задающее движение вперед рабочему транспортеру. Реле *РВРТ* включает электромагниты перемещения штанг транспортера *ЭУВРТ*, *ЭЗВРТ*. Штанги перемещаются ускоренно до включения путевого переключателя *КЗПРТ*, после чего электромагнит *ЭУВРТ* отключается, штанги перемещаются замедленно.

В переднем положении включается конечный переключатель *КПРТ* и реле *РПРТ*. Реле *РПРТ* включает реле фиксации спутников *РФ*, которое в свою очередь включает электромагниты фиксации спутников *ЭФ*. Контроль фиксации осуществляется включением путевого переключателя *КФ*. Включение реле *РКФ* приводит и к включению реле зажима спутников *РЗС*. Далее срабатывает электромагнит зажима *ЭЗС*, происходит зажим спутников и включается реле давления *РДЗС* (реле *РКЗС*). Включившееся реле *РКЗС* дает команду на цикл механизмов и на включение реле *РВШ*. Это приводит к включению электромагнита *ЭВШ* и повороту штанг от спутников. Контроль поворота штанг осуществляется путевым переключателем *КПШ* (реле *РПШ*). После поворота штанг дается команда на движение левого и правого транспортеров. Когда левый и правый транспортеры совершат цикл движений, включается реле *РНРТ*. Рабочий транспортер ускоренно, затем замедленно возвращается в исходное положение, штанги поворачиваются к спутникам. В переднем положении рабочего транспортера подается команда на цикл левого и правого обводных транспортеров. Перемещения транспортеров происходят вначале замедленно, затем ускоренно, в конце перемещения опять замедленно. Транспортеры приводятся в движение двухскоростными электродвигателями, обмотки которых переключаются магнитными пускателями. Управление переключением производится путевыми выключателями. После цикла левого и правого транспортеров перемещается возвратный транспортер аналогично боковым. Наладка рабочего транспортера производится при помощи кнопок *1КУ-7КУ*, осуществляющих соответствующие движения при поступлении входной команды *РН* (наладочный режим).

Как видно из анализируемой схемы, ее типизация возможна при следующих условиях:

- наличие типовой циклограммы;
- наличие типовых входных команд;
- независимость от характера блокировочных и разрешающих команд.

Эти принципы можно считать главными при типизации сложных схем управления транспортными устройствами линий.

До сих пор рассматривались типовые схемы управления в развернутом начертании. Однако в условиях секционирования общей схемы управления станком или линией рациональ-

но также изображать их в структурном представлении с входными и выходными командами (рис. 47).

Принципы типизации электрооборудования вспомогательных механизмов аналогичны рассмотренным ранее; в связи с простотой схем управления их типизация не представляет особых трудностей (при обязательном условии секционирования общей схемы управления).

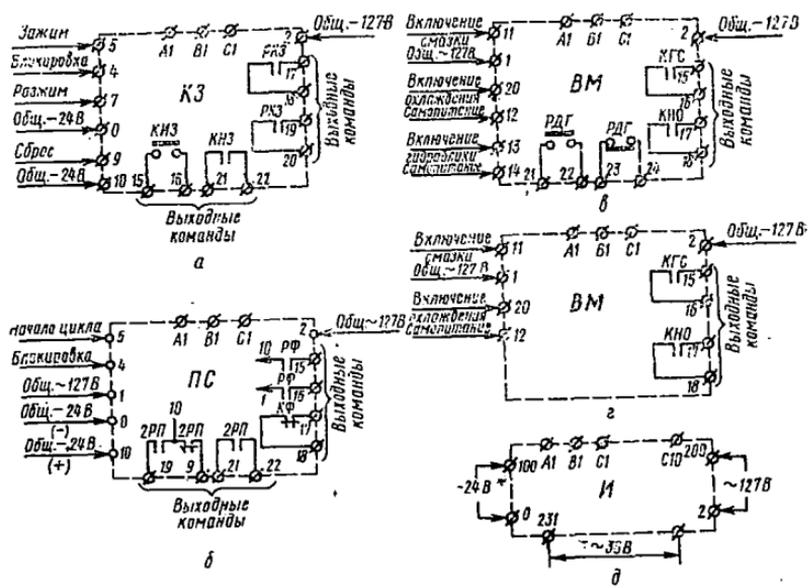


Рис. 47. Структурное представление типовых и унифицированных схем управления отдельными механизмами и узлами:

а—ключи зажима; б—поворотного стола; в, г—вспомогательных механизмов; д—источник питания

Типовая схема источников питания для агрегатных станков строится на основании типовых решений, описанных ранее, с учетом основных требований, являющихся результатом:

анализа применяемых вариантов;

исследований по выбору оптимальных условий защиты цепей управления;

исследований по рациональному выбору источников питания;

перспектив дальнейшей типизации и унификации схем управления отдельных механизмов, питание которых осуществляется данной схемой;

анализа возможности унификации данной типовой схемы.

## 22. УНИФИКАЦИЯ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Унификация схем управления зажимных устройств базируется в первую очередь на анализе применимости типовых схем, рассмотренных ранее. По данным такого анализа можно сделать вывод о целесообразности унификации типовой схемы по рис. 42, а. Переменными величинами в данном случае являются параметры установленного на ключе зажима электродвигателя. В зависимости от изменения параметров электродвигателя изменяются параметры аппаратов схемы управления. В табл. 32 приведены параметры

Таблица 32

Номера сочетаний переменных величин	Электродвигатель ключа зажима КЗ		Тепловое реле РТЗ			Реле максимального тока РМЗ	
	Тип	Мощн. кВт	Тип	Номинальный ток, А	Уставка	Тип	Номинальный ток, А
1	ДПТ 22—4	0,5	ТРН-8	2	-5	РТ-40/6	6
2	ДПТ 21—4	0,27		0,8	+1		3

электродвигателя привода ключа зажима и электрических аппаратов для различных сочетаний переменных величин. Каждое сочетание становится исполнением узла и получает унифицированный номер. Кроме того, унифицируются все входные и выходные команды; все электрические точки схемы также приобретают постоянную маркировку. Унифицированная схема управления ключом зажима может изображаться либо в структурном представлении с указанием входных и выходных команд (см. рис. 47, а), либо в развернутом виде. Целесообразность того или иного начертания определяется степенью наглядности и простоты чтения схемы станка. Подобный порядок унификации применим к любой из рассмотренных типовых схем управления зажимными устройствами независимо от характера работы устройства; он позволяет проводить унификацию по мере роста применимости любой из типовых схем.

Особенности унификации схем управления транспортными устройствами рассмотрим на примере унификации схемы управления поворотным столом. В табл. 33 приведены параметры установленных электродвигателей в зависимости от габаритов поворотного стола.

Параметры электрических аппаратов выбирают по табл. 34, имеющей два возможных сочетания переменных величин — для I и II габаритов поворотного стола и для III—VI габаритов.

Габариты поворотного стола	Электродвигатель поворота стола С		Электродвигатель фиксации стола Ф	
	Тип	Мощность, кВт	Тип	Мощность, кВт
I, II	ДПТ 22—4	0,5	АОЛ 11—4	0,12
III—VI	АОЛСЭ 2—31—6	2,0	АОЛ 2—11—6	0,4

Характерной особенностью, как указывалось, является отсутствие для столов I и II габаритов тормозной муфты ЭТ; вследствие этого унифицирования схема в данном случае выполняется на наибольшее количество аппаратов. Для столов I и II габаритов (сочетание 1) эта часть схемы оказывается

Таблица 34

Номер сочетания переменных величин	Габариты поворотного стола	Автомат АС		Реле тепловое ТФ		
		Тип	Номинальный ток, А	Тип	Номинальный ток, А	Уставка
1	I, II	АК63-ЗМГ	2	ТР11-10	0,5	—2
2	III—VI		8		1,25	+2

незадействованной, однако преимущества унификации в данном случае делают такое решение целесообразным. При этом учитывается, что применяемость сочетания 1 значительно меньше, чем сочетания 2.

Унификация типовой схемы управления вспомогательными механизмами, показанной на рис. 48, а, проводится аналогично, причем унификация входных и выходных команд в приведенном начертании является особенно наглядной. Этот же квадрат, но без расшифровки внутреннего содержания изображен на рис. 47, в. Практика унификации вспомогательных механизмов показывает, что требованиям проектирования вполне удовлетворяет наличие одного варианта привода гидростанции смазки и гидростанции зажима. В этом случае для унифицируемой схемы переменными величинами являются параметры электродвигателя насоса охлаждения и соответствующие электрические аппараты.

При различных вариантах привода гидростанции смазки и гидростанции зажима соответственно получается большее число возможных сочетаний без изменения общего характера таблицы.

Изображенная на рис. 48, б типовая схема источников питания становится унифицированной, когда получает посто-

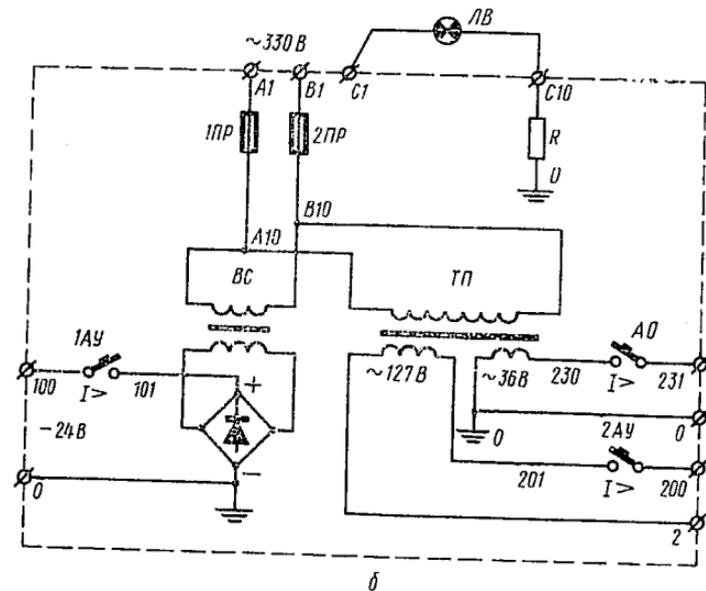
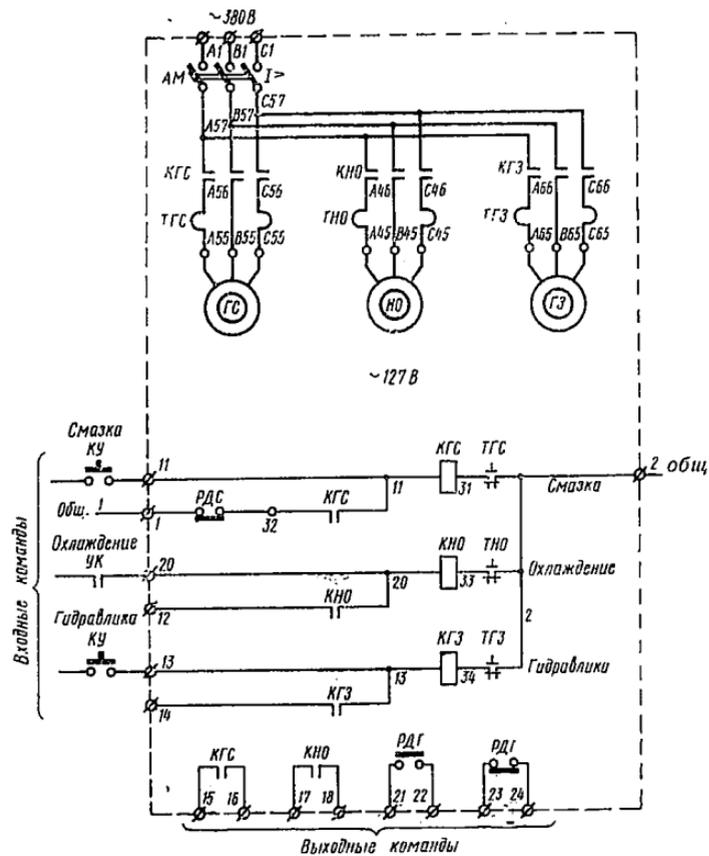


Рис. 48. Унифицированные схемы:  
 ГС—электродвигатель гидростанции смазки; НО—электродвигатель насоса охлаждения; ГЗ—электродвигатель гидростанции зажима

янную маркировку и таблицу выбора электрических аппаратов. В унифицированной схеме источников питания селеновый выпрямитель *BC*, осуществляющий питание цепей управления на напряжении 24 В постоянного тока, может быть в зависимости от количества этих аппаратов двух типов. Соответственно изменяются параметры автомата защиты *IAУ*. Понижающий трансформатор *ТП*, осуществляющий питание цепей управления на напряжение 127 и 36 В переменного тока, может быть выбран во всех случаях одинаковым. Таким образом, унифицированная схема управления будет иметь таблицу выбора аппаратов для двух исполнений, отличающихся параметрами выпрямителя *BC* и автомата *IAУ*.

Основными преимуществами описанного метода унификации схем управления отдельных механизмов являются:

универсальность, которая позволяет распространить этот метод на различные виды промышленного оборудования, так как унификация базируется не на каких-либо конструктивных особенностях, а на единых общих принципах построения схем управления и на анализе функциональных признаков оборудования;

автономность, обусловленная тем, что унификация электрооборудования не связана с унификацией механических узлов и не выдвигает требования или какое-либо условие такой унификации, что значительно расширяет возможности метода при его практическом осуществлении; унификация схем управления может проводиться при весьма низком уровне унификации, существующем на определенном предприятии в целом.

Последнее положение, однако, не говорит о том, что проведение типизации и унификации механических узлов не оказывает влияния на уровень и характер унификации электрооборудования. Типизация и унификация механических узлов создает дополнительные возможности, которые позволяют прийти к более простым и эффективным решениям, являющимся частным случаем рассмотренной общей задачи. Например, провести такое частное решение позволяет создание типовых компоновок агрегатных станков с количеством силовых столов от одного до четырех, имеющих насос охлаждения и гидростанцию смазки, для которых имеется возможность создать унифицированную общую схему управления станком.

Основными признаками, которые характеризуют изменение параметров схемы управления станком, являются дополнительно к рассмотренным для каждого из отдельных механизмов этого станка:

способ зажима детали;

способ транспортировки детали;

количество силовых столов, так как, например, для станка с одним силовым столом схема задания цикла и выбора

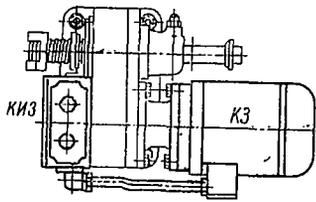
режимов работы может быть выполнена значительно проще, чем для станка с четырьмя силовыми столами.

По признаку 1 типовые станки бывают с гидравлическим, пневматическим, ручным зажимом детали, а также с электро-механическим ключом; по признаку 2 — с поворотным столом, со стационарным приспособлением; по признаку 3 — с одним силовым столом, с двумя-четырьмя силовыми столами.

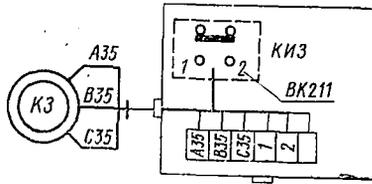
Сочетание этих признаков дает шесть вариантов унифицированных схем управления, включающих как постоянную составную часть схемы источников питания, насоса охлаждения, гидростанции смазки и как переменную часть схемы гидростанции зажима, ключа зажима и поворотного стола. Схема задания цикла и выбора режимов работы также включается в унифицированную схему, причем она разрабатывается на основе типовой в двух вариантах по признаку 3. Исполнения унифицированных схем определяются сочетанием переменных величин каждой схемы.

### **23. УНИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И МОНТАЖНЫХ РЕШЕНИЙ**

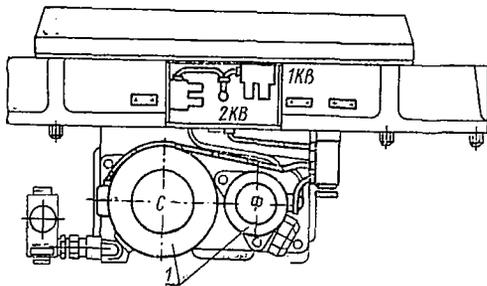
Для электрооборудования зажимных и транспортных устройств и вспомогательных механизмов, имеющих сравнительно небольшое количество электрических аппаратов, автономное управление, предполагающее установку на каждом механизме индивидуального электрошкафа, как правило, нецелесообразно. Вследствие этого, степень конструктивной автономности такого электрооборудования оказывается значительно меньшей, чем электрооборудования силовых механизмов. Структура унифицированного электрооборудования в этом случае так же, как и для силовых механизмов, предусматривает три компонента: I — электрооборудование собственно самого механизма, выполняемое для всех механизмов независимо от унификации принципиальных схем управления; II — панель управления с электрическими аппаратами; III — размещение электрооборудования, которое должно объединять предыдущие компоненты в единый узел. Первый и второй компоненты несущественно отличаются от аналогичных компонентов электрооборудования силовых механизмов. Третий же компонент, в силу упомянутой малой автономности электрооборудования отдельных механизмов, значительно отличается от третьего компонента унифицированного электрооборудования силовых механизмов. Следует подчеркнуть, что унифицированная конструкция и монтаж этих компонентов должны обеспечивать как их совместное, так и раздельное



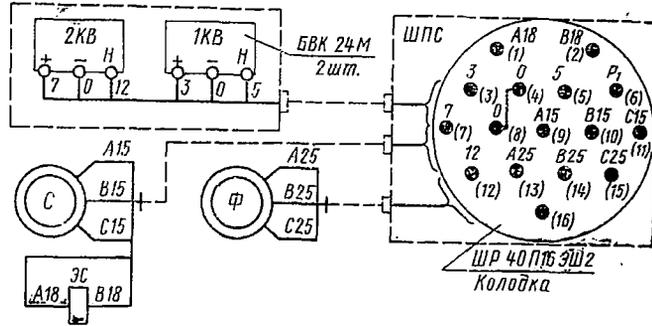
а



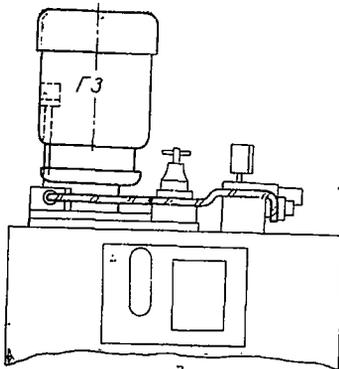
б



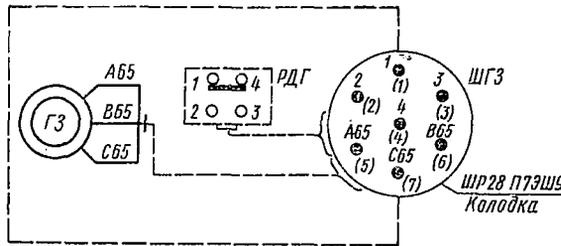
в



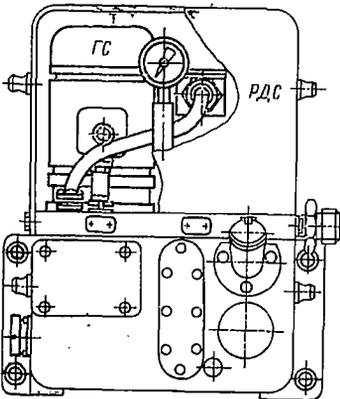
г



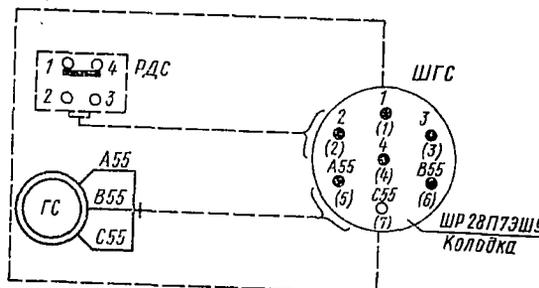
д



е



ж



з

Рис. 49. Общие виды и монтажные схемы отдельных механизмов:

а, б—ключ зажима; в, г—поворотный стол; д, е—гидростанция зажима детали; ж, з—гидростанция смазки

применение в любой (оригинальной, типовой, унифицированной) компоновке станка.

Электрооборудование механизма. На рис. 49 показаны общие виды и монтажные электросхемы некоторых механизмов. Присоединение к узлу может выполняться посредством штепсельного разъема, как это показано на рис. 49, *в, д, ж*, либо при помощи наборов зажимов, как это выполнено для ключа зажима (рис. 49*а, б*). Маркировка штепсельного разъема выполняется независимо от маркировки унифицированной схемы управления; принятые номера соответствуют номеру штыря штепсельного разъема. Двухступенчатая маркировка в данном случае не усложняет монтаж и эксплуатацию, а возможности применения такого узла расширяются. Сравнение всех вариантов, показанных на рис. 49, позволяет сделать вывод о возможности унифицировать подобное электрооборудование практически для любого отдельного механизма станков и линий, имеющего достаточно большую частоту применения.

Панель управления. Конструкция панелей управления отдельных механизмов полностью повторяет конструкцию панелей силовых механизмов и обеспечивает за счет этого их совместную компоновку в станции управления. Так как электрические аппараты в каждом случае различны по типу и количеству, при создании унифицированной конструкции требуется соблюдение ряда условий. Во-первых, важным вопросом является выбор габаритных и присоединительных размеров. Если в условиях несекционированного электрооборудования выбор габаритов панели управления производится с учетом всего двух факторов — количества устанавливаемых на панели аппаратов и размеров рамы электрошкафа, к которой данная панель крепится, — то в условиях агрегатированного электрооборудования в первую очередь должно удовлетворяться требование стыковки и совместной компоновки этих панелей друг с другом. В табл. 35 приведены основные унифицированные панели конструкции СКБ-АЛ. Основным модульным размером является ширина панели  $B$  (рис. 50), равная 500 мм, соответствующая ширине рамы. Высота панели  $A$  также стандартизована; размеры  $A$  могут быть выбраны в соответствии с рядом предпочтительных чисел, однако для уменьшения общих габаритов станции управления целесообразна минимизация габаритных размеров панелей. Как видно из табл. 35, ряд исполнений панелей управления определяется рассмотренными ранее возможными сочетаниями переменных величин (параметров электрических аппаратов).

Во вторых, при унификации панелей управления, кроме увязки присоединительных и габаритных размеров, необходимо также сохранить единообразие всех конструктивных и

эстетических решений, в том числе при расположении на панели электрических аппаратов и других элементов, что представляет значительные трудности. Решения, показанные на рис. 50, можно считать оптимальными.

Таблица 35

Наименование узла	Обозначение узла и исполнение	Характеристика механизма	Габариты панели, мм		
			А	В	
Панель источников	УМ8787—1.01	СВ 24—3; ТБС 2—0,4	200	500	
	УМ8787—1.02	СВ 24—9; ТБС —0,4	240	500	
Панель вспомогательных механизмов	УМ8787—2.00	2.01	Насос охлаждения. Гидростанция смазки	190	500
		2.02			
		2.03			
	УМ8787—2.10	2.11	Насос охлаждения. Гидростанция смазки. Гидростанция зажима	220	500
		2.12			
		2.13			
	УМ8787—2.40	2.41	Насос охлаждения. Гидростанция зажима	190	500
		2.42			
		2.43			
	Панель ключа зажима	УМ8787—2.20	2.21	260	500
			2.22		
	Панель поворотного стола	УМ8787—2.30	2.31	260	500
2.32					

На рис. 50 представлена унифицированная панель управления для типового агрегатного станка с одним-четырьмя силовыми столами, включающая источники питания, вспомогательные механизмы и электромеханический ключ зажима. Такая объединенная панель позволяет упростить конструкцию станции управления, уменьшить трудоемкость проектирования. Исполнения панели определяются соответствующим со-

четанием переменных величин. Типоразмер панели, соответствующий любому из шести рассмотренных ранее вариантов, определяется табл. 36, которая является документом для выбора унифицированной панели. Например, проектируется агрегатный станок типовой компоновки с поворотным столом III габарита с электромеханическим ключом зажима, имею-

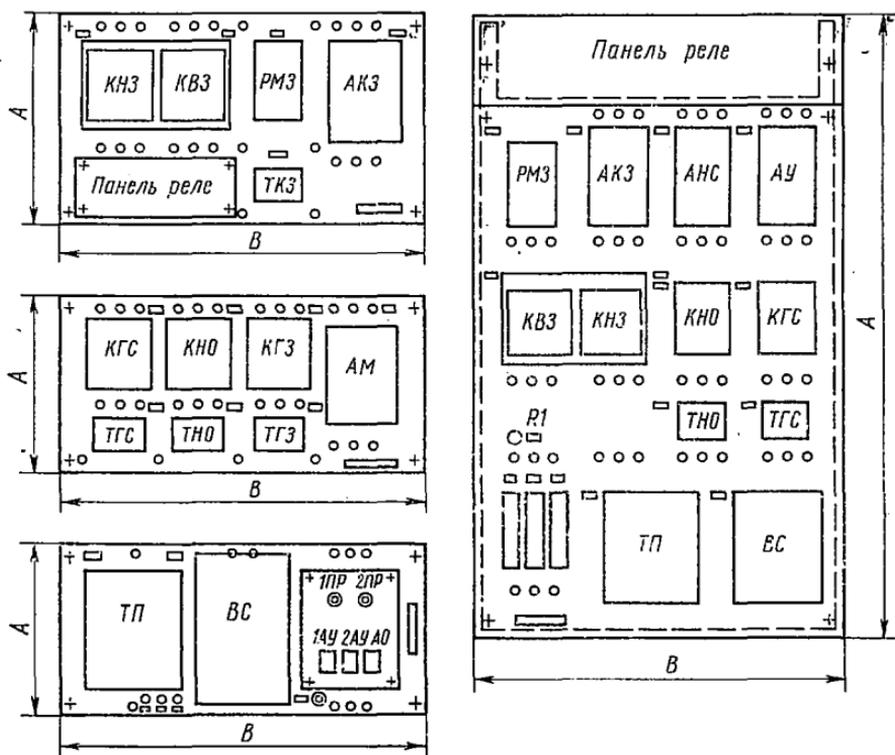


Рис. 50. Унифицированные панели управления отдельными механизмами

щим двигатель ДПТ21—4, и насосом П-90, имеющий три силовых стола. По табл. 36 находим, что исполнение унифицированной панели управления для такого станка имеет номер УМ8841—3.08.

Размещение электрооборудования. Для рассматриваемых механизмов выполнение размещения электрооборудования в виде узла, оформленного отдельным проектом, не всегда рационально. При отсутствии индивидуальных электрошкафов размещение может быть конструктивно выделено в узел лишь при установке дополнительной разветвительной коробки с разъемом или наборами зажимов, что неоправданно усложняет и ухудшает внешнюю разводку станка. Таким образом, если, с одной стороны, выделение и унификация третьего компонента в этом случае нецелесообразны, то с другой, — исключается возможность полной уни-

фикации электрооборудования станка, так как часть его размещения, относящаяся к отдельным механизмам, всегда будет оригинальной. Решение этой дилеммы заключается в унификации размещения электрооборудования не одного, а не-

Таблица 36

Характеристика станка	Гидравлический, пневматический, ручной зажим детали			Электромеханический ключ			Габаритные размеры панели, мм		
	Электронасос	Габариты поворотного стола		Ключ	Электронасос	Габариты поворотного стола		А	В
		I, II	III-VI			I, II	III-VI		
Агрегатный станок с поворотным столом и одним силовым столом	ПА-45	Исполнения УМ8840		ДПТ 21-4	ПА-45	Исполнения УМ8841		860	500
		1.01	1.03			1.01	1.05		
	П-90	1.02	1.04	ДПТ 22-4	ПА-45	1.03	1.07		
						П-90	1.04		
Агрегатный станок с поворотным столом и двумя-четырьмя силовыми столами	ПА-45	Исполнения УМ8840		ДПТ 21-4	ПА-45	Исполнения УМ8841		860	500
		3.01	3.03			3.01	3.05		
	П-90	3.02	3.04	ДПТ 22-4	ПА-45	3.03	3.07		
						П-90	3.04		
Агрегатный станок со стационарным приспособлением и одним-четырьмя силовыми столами	ПА-45	Исполнения УМ8850		ДПТ 21-4	ПА-45	Исполнения УМ8851		860	500
		3.01	3.03			3.01			
	П-90	3.02	3.04	ДПТ 22-4	ПА-45	3.03			
						П-90	3.04		

скольких отдельных механизмов в общей компоновке станка. Пример такой унификации для вертикального станка с одним силовым столом будет рассмотрен в дальнейшем.

Для электрических узлов унификация конструктивно-монтажных решений сводится к унификации панели управления: очевидно, что два других компонента отсутствуют.

Рассмотрение принципов унификации электрооборудования силовых механизмов, зажимных и транспортных устройств, электрических узлов, предпринятое в предыдущих главах на конкретных примерах, позволяет сделать ряд общих выводов.

1. Проведение работ по унификации предполагает наличие определенных исходных данных, касающихся как назначения

и конструкции механических узлов, так и основных показателей и характеристик применяемого электрооборудования (электродвигателей, электрических аппаратов, принятых способов монтажа, требований обслуживания и т. п.).

2. Обязательным условием является анализ опыта и исследование всех особенностей сложившейся практики проектирования.

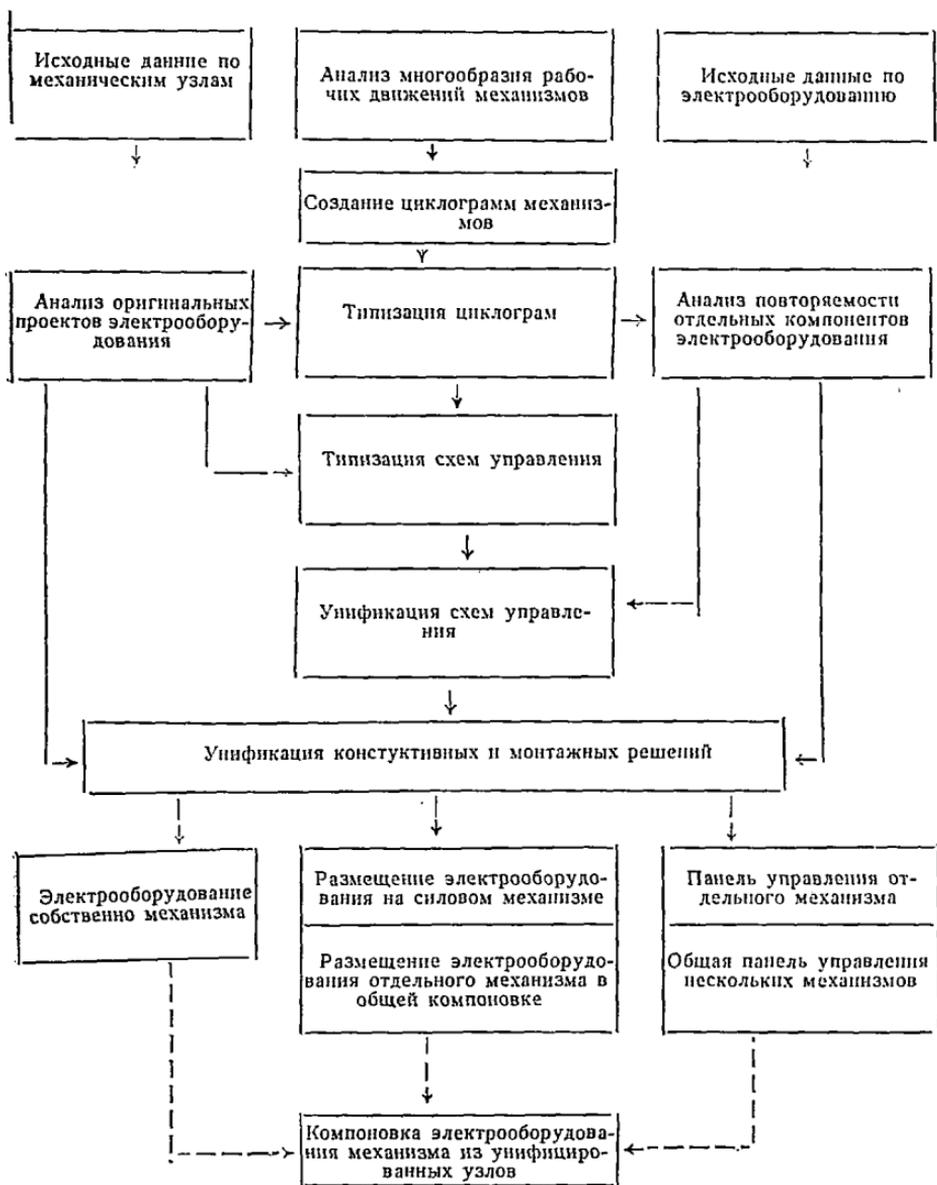


Рис. 51. Методическая схема унификации электрооборудования отдельных механизмов

3. Унификация невозможна без анализа повторяемости как механических узлов, так и отдельных компонентов электрооборудования станков и линий.

4. Основными, узловыми этапами унификации являются типизация циклограмм механизмов, проводимая на основе анализа всего многообразия рабочих движений механизма, и унификация схем управления, которой в обязательном порядке предшествует их типизация.

5. Унификация схем управления позволяет выполнить унификацию конструкции узлов электрооборудования.

На основании этих выводов может быть составлена методическая схема, охватывающая некоторые общие принципы и порядок унификации электрооборудования отдельных механизмов (рис. 51).

Унификация конструктивных и монтажных решений предусматривает унификацию трех отдельных компонентов, рассмотренных ранее. Электрооборудование механизма составляется из этих компонентов, причем любой из них может быть унифицированным или оригинальным — спроектированным по типу унифицированного. Наличие общей панели управления для нескольких механизмов также предусматривается методической схемой. Указанная методика позволяет проводить широкую и целенаправленную унификацию электрооборудования отдельных механизмов станков и линий.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

### 24. СТАНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Станция управления, как правило, состоит из панели управления и электрошкафа. Панель управления представляет собой узел, встраиваемый в станцию управления и состоящий из несущей конструкции с укрепленными на ней и смонтированными электрическими аппаратами, наборами зажимов и проводами. Шкаф представляет собой защитную оболочку, в которой устанавливается каркас или рама с набором панелей управления. Различают три основных исполнения станции управления: внешнее, пристроенное и встроенное.

При внешней станции управления шкафы со смонтированными в них панелями устанавливаются отдельно от станка или автоматической линии. Основные преимущества такого исполнения: большие возможности унификации и агрегатирования, так как конструкция станций управления совершенно независима от конструкции станка или линии; независимость монтажа станции управления от сборки станка; удобство монтажа и обслуживания.

Станция управления пристроенного исполнения закрепляется на станке или механизме автоматической линии либо непосредственно, либо при помощи кронштейнов. Основные преимущества такого исполнения те же, что и у внешнего. Кроме того, данное исполнение имеет дополнительные преимущества: экономия производственной площади, занимаемой станком или линией; уменьшение общих габаритов станков и линий, их компактность; отсутствие каких-либо дополнительных монтажных работ после транспортировки станка и установки его на заводе-потребителе.

При встроенном исполнении станции управления панели или аппараты устанавливаются в нише, которая называется нишей управления и представляет собой специальный отсек

в станке или механизме, предназначенный для монтажа в ней панели управления, отдельных электрических аппаратов, наборов зажимов и проводов. Преимуществами такого исполнения являются хороший внешний вид станка или механизма в целом и уменьшение его габаритов. Однако такое исполнение для агрегатированного электрооборудования не может быть рекомендовано, так как имеет ряд существенных недостатков: зависимость размеров ниши от конструкции станка; ограниченность места для размещения электрических аппаратов; неудобство обслуживания и доступа к аппаратам; влияние вибрации станка или механизма на работу электрических аппаратов.

Таким образом, для агрегатированного электрооборудования следует в основном рекомендовать станции управления внешнего или пристроенного исполнения, причем пристроенное исполнение применяется в основном для станков и отдельных механизмов, а внешнее — для автоматических линий и станков с большим числом силовых механизмов и соответственно с большим количеством электрических аппаратов. В дальнейшем будут подробно рассмотрены различные компоновки электрооборудования, в том числе и компоновки, в которых находят применение одновременно внешние общие станции управления и индивидуальные станции управления отдельных механизмов пристроенного исполнения.

При унификации и агрегатировании электрооборудования к станциям управления предъявляются следующие основные требования: наиболее полное удовлетворение условий агрегатирования и унификации; наиболее полное соответствие конструкции и назначению линии, станка или механизма; удобство монтажа, наладки и обслуживания; надежная защита аппаратов, в том числе аппаратов автоматики и связи, и проводов от влияния внешней среды; возможность дальнейших переналадок и перекомпоновок как в процессе отладки, так и во время эксплуатации станка или линии.

Рассмотрим, каким образом перечисленные требования могут быть осуществлены в конструкции отдельных узлов и элементов станции управления: электрошкафов, панелей управления, различных конструктивных деталей.

Конструкция и компоновки электрошкафов. Для ограничения номенклатуры применяемых электрошкафов и расширения возможности агрегатирования в СКБ-АЛ разработана серия электрошкафов, которые имеют основные размеры, составляющие параметрический ряд. Благодаря этому возможны различные компоновки и перекомпоновки шкафов (табл. 37).

Электрошкафы имеют весьма технологичную в изготовлении бескаркасную конструкцию, обеспечивающую стыковку их друг с другом. В односторонних электрошкафах преду-

смотрена поворотная рама. Конструкция рамы «углом», когда ось поворота вынесена вперед относительно панели, обеспечивает хороший доступ к обратной стороне панели.

Таблица 37

Электрошкаф		Рама	Боковая стенка	Габаритные размеры			Масса, кг
Обозначение	Наименование			Н	h	Б	
УМ8324—1.02	Односторонний	Поворотная	Открытая	1000	400	630	70
УМ8324—1.03			Глухая				80
УМ8324—2.02			Открытая	1400			87
УМ8324—2.03			Глухая				100
УМ8324—3.01	Двусторонний	Неповоротная	Открытая	1800		125	
УМ8324—3.03	Разъемов	—				110	
УМ8324—9.02	Дополнительный	—	Глухая	400		28	

Электрошкаф (рис. 52, а) предназначен для установки силовых электроаппаратов и имеет неповоротную раму, которая крепится к планкам, приваренным к корпусу шкафа.

Электрошкаф разъемов (рис. 52, а, сечение I) предназначен для установки штепсельных разъемов. Колодки штепсельных разъемов крепятся к панелям, доступ к разъемам возможен с двух сторон.

Электрошкаф по рис. 52, б, (сечение II) предназначен для установки электроаппаратов отдельных механизмов (силовые и подкатные столы, ключи зажима и отжима, затрузчики, запрессовщики и пр.).

Предусмотрены дополнительные электрошкафы, которые используются для установки сопротивлений, источников питания и пр., и в качестве промежуточных шкафов для прохода жгутов в электрошкаф разъемов.

Электрошкафы описанной конструкции допускают компоновку любого количества шкафов, причем все шкафы имеют одинаковый внешний вид.

В качестве примера на рис. 53 показана компоновка электрошкафов. Выбор компоновки зависит от компоновки станка или линии, наличия производственной площади для установки шкафов и системы электромонтажа. Компоновка должна обеспечивать удобство доступа к шкафам и монтажа внешних разводов.

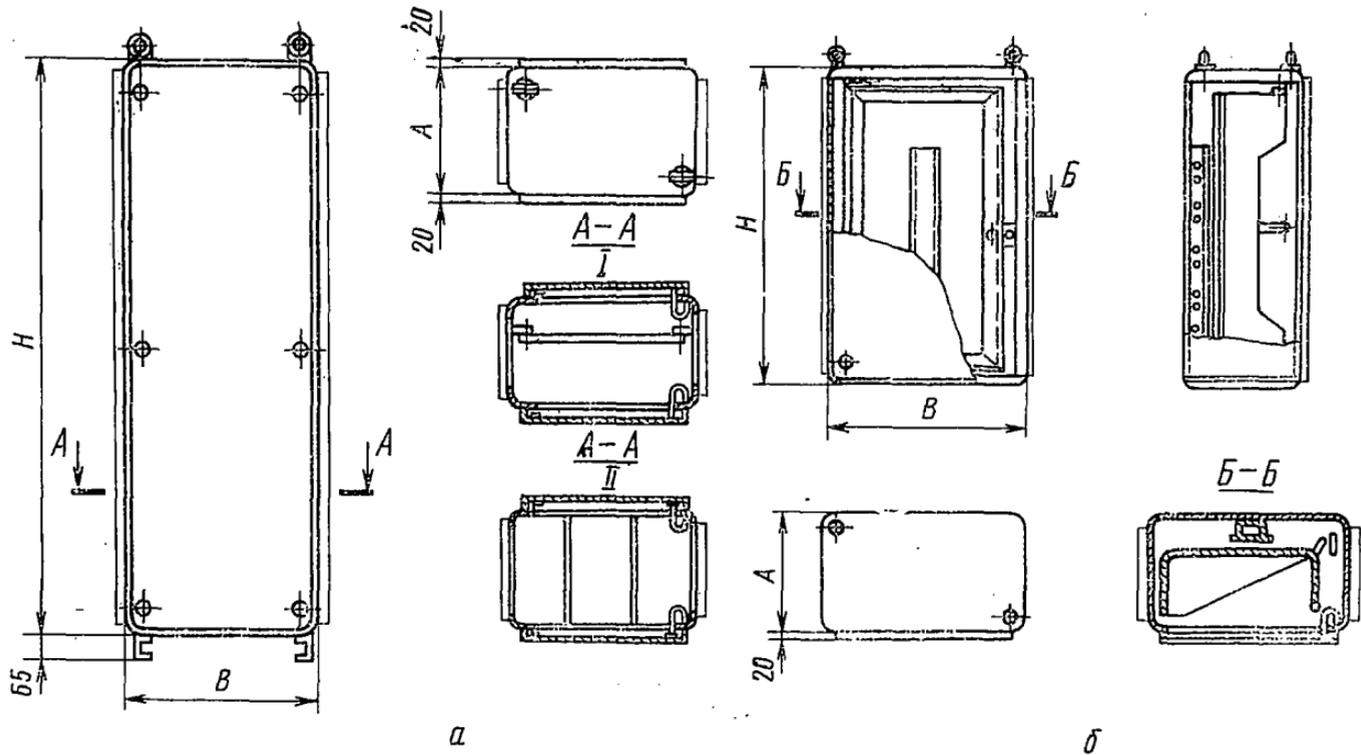


Рис. 52. Конструкции унифицированных электрошкафов

Компоновка, при которой на каждом механизме устанавливается индивидуальный электрошкаф, а общесхемная аппаратура монтируется в центральной станции управления, имеет определенные достоинства. Она обеспечивает наибольшее соответствие системе агрегатирования и возможностям перекомпоновок линии, удобство обслуживания аппаратов в процессе наладки и эксплуатации линии, уменьшение коли-

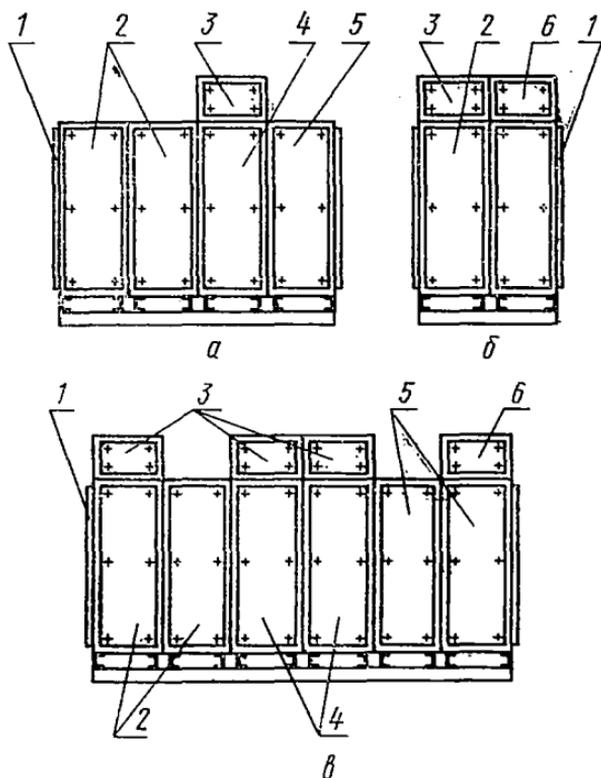


Рис. 53. Компоновка электрошкафов:

1—электрошкаф; 2—электрошкаф разъемов; 3—релейный электрошкаф; 4—дополнительный электрошкаф; 5—съемная боковина; 6—электрошкаф с источником питания

чества проводов в жгутах внешней разводки, уменьшение площади, занимаемой центральной станцией управления.

При компоновке электрошкафов стыковка производится при помощи болтов через овальные отверстия, предусмотренные в их корпусе. Электрошкафы собираются и крепятся на общем швеллере.

В агрегатированном электрооборудовании применяются два способа присоединения жгутов верхней разводки к станции управления: при помощи штепсельных разъемов (рис. 54, а) и при помощи наборов зажимов (рис. 54, б).

Первый способ применяется, когда жгуты транспортируются отдельно. Однако практика показала, что удобна транспор-

тировка, когда жгуты отсоединяются только с одной стороны и транспортируются вместе с общей станцией управления. В таком случае предпочтителен второй способ.

Шкаф разъемов или наборов зажимов может устанавливаться в общей компоновке сбоку или по середине. В шкафу устанавливаются панели для крепления колодок штепсель-

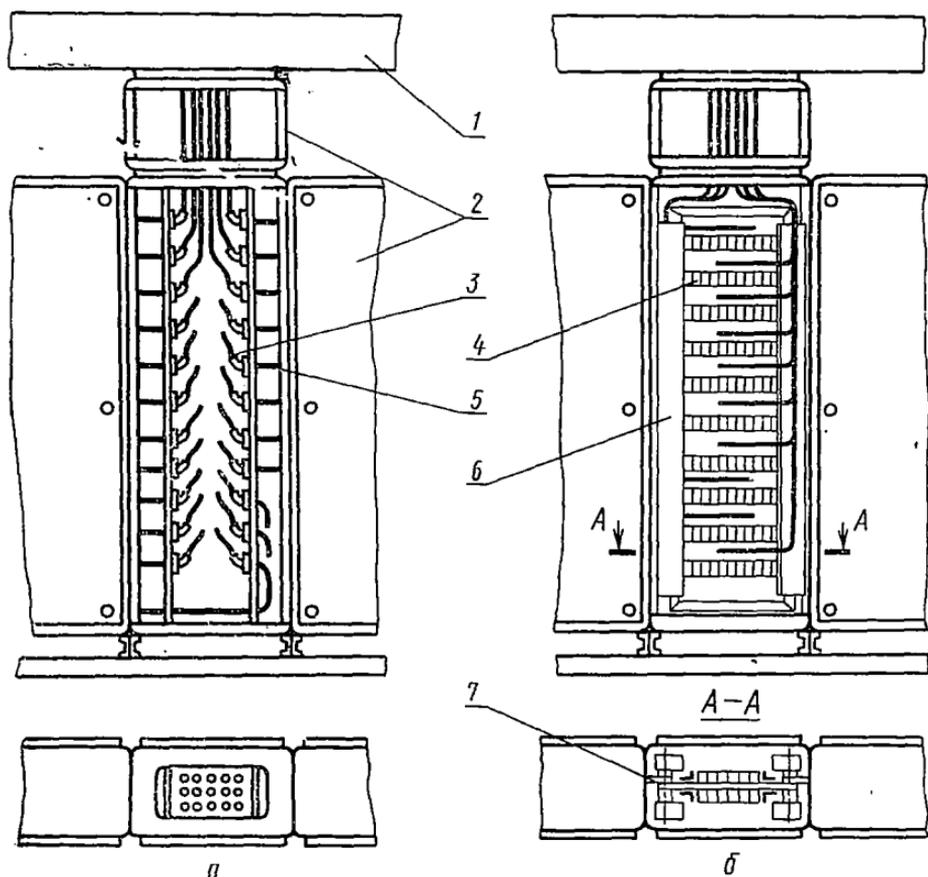


Рис. 54. Присоединение жгутов к станции управления:

1—короб верхней разводки; 2—электрошкафы; 3—разъем; 4—наборы зажимов; 5—жгуты; 6—короб для жгутов; 7—панель

ных разъемов или наборов зажимов. Жгуты, отходящие от аппаратов электрошкафов и выходящие к разъемам, собираются на задней стороне рам. Вывод жгутов в короб должен производиться по центру шкафа, как показано на рис. 54, а. Это обеспечивает свободный доступ к разъемам.

Наборы зажимов для присоединения жгутов устанавливаются на лицевой или оборотной стороне панелей (см. рис. 54, б). Для вывода жгутов в короб верхней разводки используются коробки, устанавливаемые внутри электрошкафа. Короба облегчают монтаж, допускают быстрый ремонт-

таж в случае повреждения жгутов, переделок и перекомпоновок линии и улучшают внешний вид разводки внутри шкафа.

При компоновке электрошкафов необходимо соблюдать следующие положения:

шкаф реле рекомендуется устанавливать сбоку общей компоновки для того, чтобы не загромождать его жгутами и облегчить обслуживание;

шкаф разъемов или наборов зажимов рекомендуется устанавливать в центре компоновки, между шкафами реле и шкафами силовой аппаратуры с учетом удобного вывода жгутов в короб;

применять дополнительные электрошкафы для установки электроаппаратов рекомендуется в особых случаях, так как обслуживание их затруднено высотой их установки;

рекомендуется помещать источники питания и аппараты защиты цепей управления в отдельный электрошкаф и устанавливать его сбоку общей компоновки, на его боковине крепится вводной автомат, а на дверях — сигнальные лампы «Включено».

Основные принципы секционного монтажа на станции управления. Секционный метод наиболее широкое применение находит при конструировании и монтаже именно станции управления. Он заключается в разделении аппаратуры управления на группы, выделенные в конструктивный узел, который выполнен в виде отдельной панели (блока). Общие принципы, которые являются исходными при определении критерия для такого разделения, вытекают из разобранных ранее принципов секционирования.

На рис. 55 показан один из шкафов станции управления автоматической линии, выполненной методом секционного монтажа. На раме, установленной внутри электрошкафа, крепятся три панели, предназначенные для управления силовыми столами, встроенными в линию. Кроме того, внизу рамы крепится ложная панель (заглушка), на месте которой может быть установлена резервная панель для наиболее распространенных в данной линии силовых столов. Панели, из которых набрана станция управления в соответствии с изложенным ранее, либо унифицированы, либо выполнены по типу унифицированных.

Присоединение панелей и секций к остальной аппаратуре может осуществляться двумя способами: при помощи штепсельных соединений или при помощи наборов зажимов.

Основным достоинством штепсельных соединений является быстрота установки и снятия панелей при монтаже и демонтаже. Существенным недостатком этих соединений является возможное отсутствие контакта в штепсельном соединении, которое достаточно трудно отыскать.

Когда быстросъемность не требуется, целесообразно присоединение панели производить при помощи наборов зажимов. Применение наборов зажимов несколько увеличивает по сравнению со штепсельными соединениями время снятия панели, однако обеспечивает более надежный контакт и в значительной мере облегчает поиск неисправностей в процессе эксплуатации оборудования, так как отыскание электрических точек проще произвести на наборе зажимов, чем на штепсельном соединении. Установку наборов целесообразно производить на обратной стороне панели, что значительно уменьшает ее габариты. На рис. 55 видна установка на обратной стороне панели наборов зажимов для присоединения жгутов верхней разводки.

При секционном монтаже особое значение приобретает прокладывание проводов, соединяющих секции. Как правило, эти провода объединяются в жгуты. Они прокладываются на обратной стороне панели и должны допускать снятие секций. Системы прокладывания проводов, а также методы монтажа панелей подробно освещены в литературе [17—20].

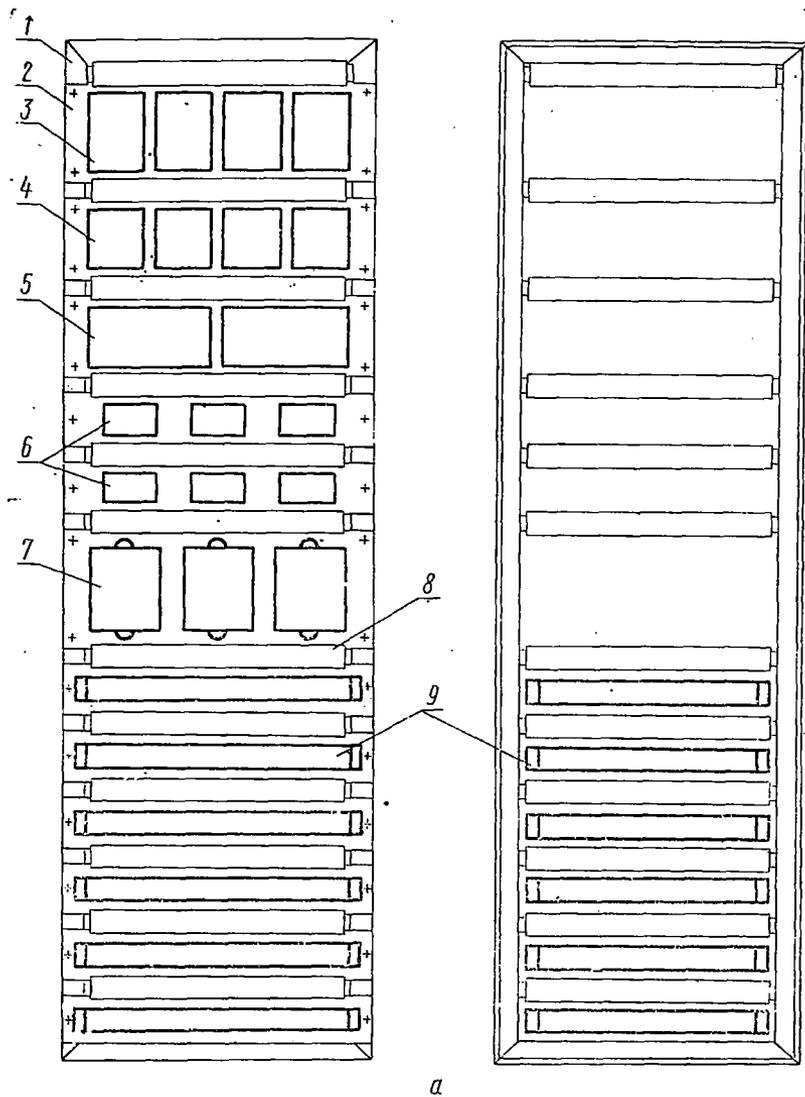
Конструкция панелей реле и блоков элементов радиоэлектроники. В настоящее время аппараты автоматики и связи (слаботочные реле и др.) нашли в станкостроении широкое применение. Для обеспечения их надежной работы должны быть удовлетворены следующие требования, вытекающие из особенностей их конструкции, монтажа и условий эксплуатации.

Одним из основных условий является отделение слаботочных электроаппаратов от силовых.

Слаботочные аппараты при установке их в общем шкафу с силовыми обязательно монтируются на отдельной панели — панели реле. Эти электроаппараты должны быть защищены от механических повреждений и пыли. При условии применения герметичных электрошкафов для станков, устанавливаемых в цехах с нормальными условиями окружающей среды, допускается монтаж реле без дополнительных кожухов. Однако для цехов с повышенной запыленностью воздуха целесообразно применять кожуха из прозрачных высокопрочных материалов, которые обеспечивают дополнительную герметичность и защиту от механических повреждений.

Особенность монтажа аппаратов автоматики и связи состоит в присоединении их при помощи пайки. Поэтому важным условием является удобство доступа к задней стороне панели, к выводам контактных лепестков.

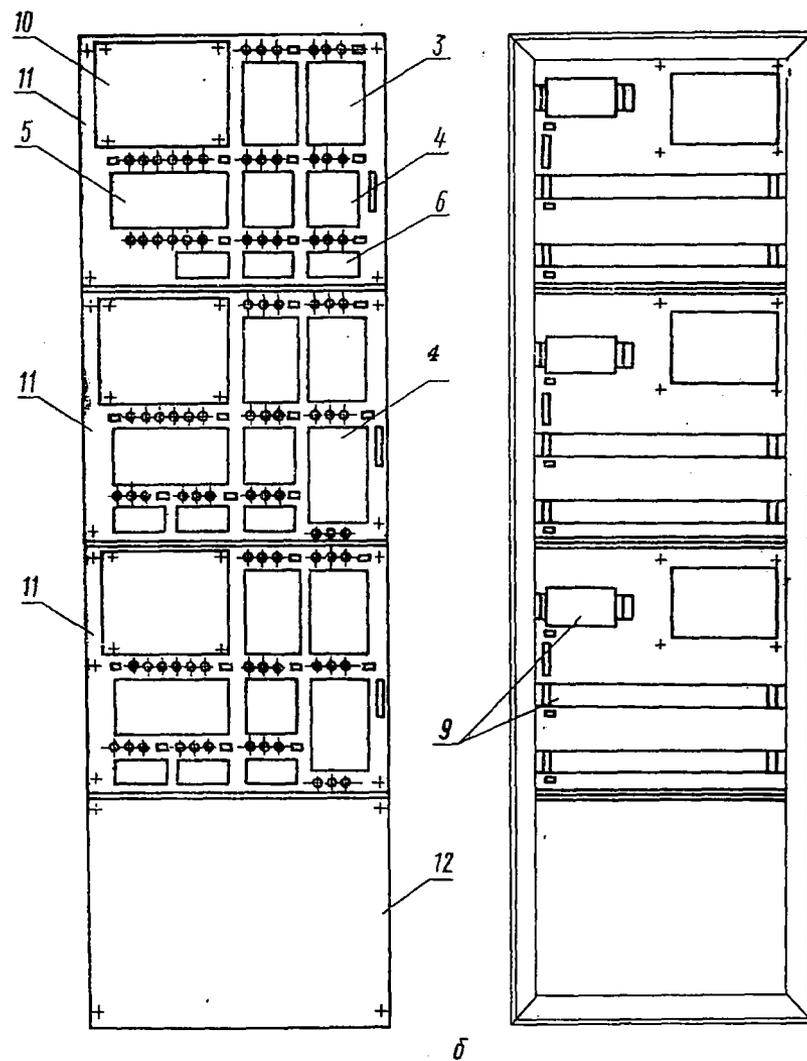
Аппараты должны быть установлены по возможности компактно, но с учетом удобства их регулировки и обслуживания. Расположение аппаратов с учетом их функциональных связей в соответствии с принципиальной схемой для панелей



*a*

Рис. 55. Секционный монтаж

1—панель реле; 2—панель управления; 3—автомат; 4, 5—контакты; 6—тепловые реле; 7—втулки для прохода проводов; 8—фотонаклейки для марки-панель; 9—наборы зажимов; 10—ложная



*б*

станции управления:

6—тепловые реле; 7—втулки для прохода проводов; 8—фотонаклейки для марки-панель; 11—рама; 12—резервная панель

реле с большим количеством аппаратов значительно уменьшает расход проводов и облегчает поиск неисправностей.

При расположении аппаратов автоматики и связи на панели следует учесть место для расположения жгутов, прокладываемых между аппаратами и отходящих от панели, а для поворотных панелей — место для размещения подвижного жгута.

Конструкция стандартных панелей и блоков аппаратов автоматики и связи может быть различной, однако она должна выполняться в соответствии с перечисленными требованиями.

Сплошная панель реле представляет собой изоляционную панель, в которой сделаны отверстия для прохода контактных лепестков реле. Иногда панель делается наборной из планок, причем расстояние между планками должно быть таким, чтобы проходили контактные лепестки реле.

Для автоматических линий все общесхемные реле обычно устанавливаются в общем шкафу, который называется релейным. При секционном монтаже в этом случае имеет место деление общей панели на отдельные панели с учетом функций, выполняемых аппаратами. Так, отдельно выполняется панель транспортных устройств, панель контроля и сигнализации.

Элементы радиоэлектроники (полупроводниковые диоды и триоды, малогабаритные конденсаторы, резисторы и др.) в связи с их малыми габаритами и особенностями монтажа объединяют в блоки элементов радиоэлектроники. Блоки элементов с целью удобства монтажа и обслуживания устанавливаются на штепсельном соединении (разъемы *РША* и плоские штепсельные соединения *РПЗ*) или на панели *ПС1—8*. В последнем случае соединение оказывается неразъемным. При использовании штепсельного соединения на вставку его крепится гетинаксовая плата, на лицевой стороне которой устанавливаются элементы радиоэлектроники, с обратной стороны прокладываются провода монтажных соединений. Для защиты от механических повреждений блок закрывается картонным кожухом.

При установке элементов радиоэлектроники в нескольких блоках элементы группируются в одном блоке по механизмам, в схему которых они включены, или по одинаковым схемным функциям. Общим правилом для группирования является наличие между ними общих схемных точек.

Необходимо отметить, что довольно часто стандартизуется только конструкция блоков, а тип, количество устанавливаемых элементов и схемы их соединения выполняются оригинальными.

С пультов управления при помощи установленной на них электроаппаратуры управления, контроля и сигнализации оператор осуществляет управление агрегатом, наблюдение за ним в процессе работы, а также его наладку. По функциональному назначению пульта управления подразделяются на центральные, оперативные, наладочные, сигнальные пульта-табло, сигнализаторы, а также пульта поиска повреждений. В зависимости от способа установки на агрегате характерными типами пультов являются встроенные, пристроенные и отдельно стоящие (напольные).

На универсальных и агрегатных станках и линиях широко распространены пристроенные пульта управления. Характерными преимуществами этого способа установки пультов по сравнению со встроенными являются большая степень свободы в выборе габаритов пульта и места его установки. Пристроенные пульта крепятся к агрегату при помощи кронштейнов, которые подводятся снизу, или в качестве навесного пульта с подводом кронштейнов сверху.

Для автоматических линий и сложных станков применяются напольные центральные пульта управления. Эти пульта не очень удобны для встройки в общую компоновку агрегата, однако обладают преимуществами: их можно устанавливать в наиболее удобном месте, располагать на их панелях большое количество аппаратуры, а также некоторую аппаратуру помещать внутри пульта.

При работе оператора с пультом к его конструкции предъявляются следующие требования: рациональное расположение аппаратуры на панелях и обеспечение наглядности ее функционального назначения; удобство подхода к пульту при работе и для монтажа аппаратуры, защита аппаратуры от случайных ударов, попадания эмульсии и грязи; обеспечение технологичности изготовления пульта и сборка его из типовых стандартизованных элементов. На конструкцию пульта оказывают влияние следующие факторы: особенности системы управления, контроля и сигнализации, принятые на агрегате; количество и типы аппаратов, устанавливаемых на пульте; сочетаемость формы пульта с формой агрегата (встраиваемость). Характерной особенностью пультов управления является соблюдение эргономических и эстетических требований, обеспечивающих удобство работы (габариты, углы наклона панелей, возможность подхода к пульту).

Перечисленные требования, влияющие на конструкцию центральных пультов управления, приводят к чрезвычайному многообразию форм и конструктивных решений пультов, применяемых в станкостроении. Анализ этих многочисленных конструктивных решений позволяет выделить, однако, только

несколько характерных, принципиально отличающихся типов пультов. По конструктивной форме пульты можно классифицировать на четыре типа (рис. 56). Пульта на рисунке показаны в условной, наиболее характерной для данного типа форме. В действительности каждый из типов пультов имеет

большое количество исполнений, отличающихся габаритными размерами, соотношением длин сторон, углами наклона плоскостей, материалом, способом изготовления и т. д.

Пульта коробчатого типа (рис. 56, а), имеющие самые различные внешние формы исполнения, благодаря простоте конструкции, возможности разнообразных способов установки и крепления получили широкое распространение на станках и линиях. Они применяются как в качестве общих центральных пультов контроля и сигнализации, так и в качестве пультов специального назначения (оперативные, сигнализации, наладочные), что находит широкое применение в агрегатированных системах управления. Помимо самостоятельного применения, конструкция коробчатого типа позволяет компоновать из них другие конструктивные типы пультов.

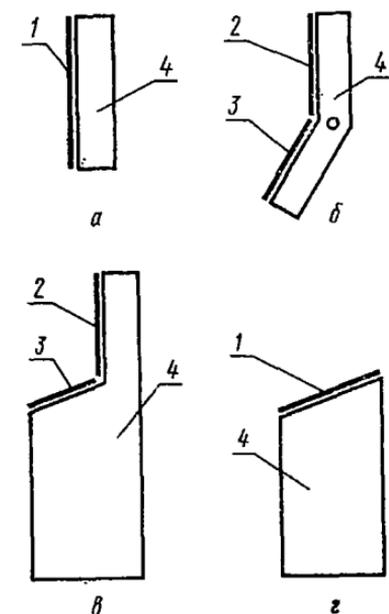


Рис. 56. Типы пультов:

1—панель управления и сигнализации; 2—панель управления; 3—панель управления; 4—корпус пульта

Пульт, конструкция которого изображена на рис. 56 б, можно назвать пультом «универсальной установки». Наличие на пульте двух панелей допускает разделение аппаратуры управления и сигнализации, а расположение этих панелей под углом друг к другу позволяет при различных высоте установки и способах крепления ориентировать панель сигнализации под прямым углом к направлению обозрения. Возможность различного способа встройки пульта в качестве напольного на стойке или пристраиваемого (навесного) на кронштейне или трубах является характерной особенностью его конструкции.

Наиболее распространенной для автоматических линий и сложных станков конструкцией является отдельно стоящий пульт-шкаф с двумя функционально разделенными панелями сигнализации и управления (рис. 56, в). Этот тип пульта применяется при наличии в системе управления большого количества аппаратов управления и разветвленной оперативной

сигнализации. Отделение сигнализации от аппаратов управления редкого применения улучшает наблюдение за ней, так как внимание оператора не отвлекается избыточной в данный момент информацией. Особенностью пульта является полное использование площади основания для установки внутри наборов зажимов и другой аппаратуры при обеспечении удобства монтажа и эксплуатации.

Пульт-шкаф с одной панелью управления (рис. 56,г) применяется при неразветвленной системе сигнализации. Конструктивно пульт выполняется с различными углами наклона панели. Угол наклона панели, более близкий к вертикали, характерен для пультов с большей сигнализацией; близкий к горизонтали — для незначительного количества контрольных приборов и сигнальных ламп.

Учитывая опыт проектирования различных организаций и иностранных фирм, можно отметить, что имеющееся многообразие компоновок станков и линий и принятых на них систем управления не может наиболее целесообразно обеспечиться конструкцией одного типа пульта. В то же время стремление уменьшить затраты на конструкторские и технологические работы, а также на изготовление пультов определяет необходимость их стандартизации. Совместить эти противоречия — невозможность обойтись одним типом пульта и необходимость стандартизации конструктивных решений — можно двумя способами: созданием нескольких стандартизованных типов пультов, каждый из которых должен иметь ряд типоразмеров; созданием агрегатированной системы стандартизованных элементов, из которых можно было бы компоновать практически любой тип пульта.

Обзор работ, проводимых некоторыми организациями, подтверждает правильность этих способов, причем каждый из них имеет свои преимущества и недостатки и свою область применения.

Первый способ является наиболее простым и распространенным. Он особенно приемлем при наличии единых компоновочных решений станков и линий, единых типов аппаратов и систем управления. Согласно этому способу выбирается наиболее целесообразный, удовлетворяющий максимуму компоновок конструктивный тип пульта, для которого разрабатывается несколько исполнений, создающих ряд типоразмеров по их габариту. Весь ряд пультов выполняется с едиными конструктивными и технологическими решениями (как общей формы пульта, так и отдельных элементов конструкции).

В условиях агрегатного станкостроения этот способ не может удовлетворить многие компоновки станков и линий, для которых приходится создавать оригинальные конструкции. Несколько более гибкой в отношении возможностей при-

менения является стандартизация таких пультов, конструкция которых обеспечивает встройку их в возможно большее число компоновок. Примером такой конструкции может служить пульт «универсальной установки».

Конструкция пультов коробчатого типа согласно второму способу стандартизации дает хорошую возможность компоновать любой тип пульта из рассмотренных на рис. 56 из

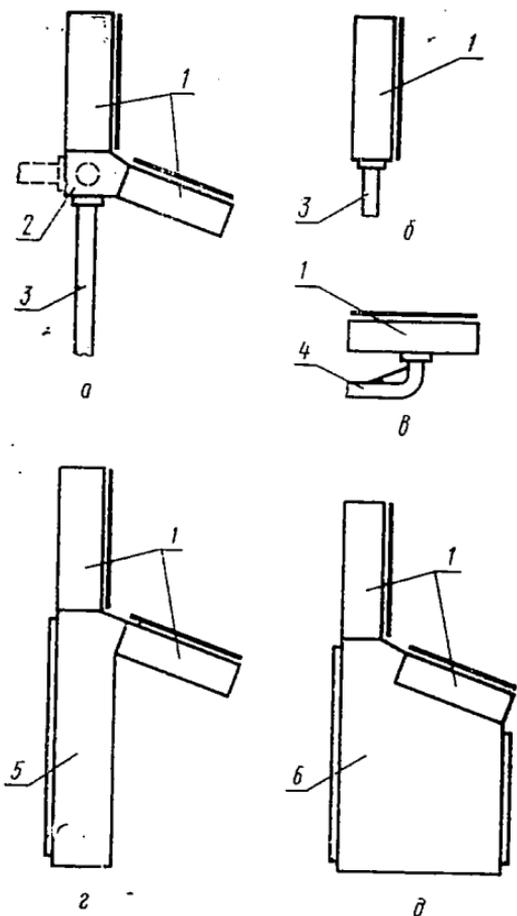


Рис. 57. Компоновка различных типов пультов из стандартизованных элементов:

*а*—напольный пульт на стойке; *б, в*—пристроенные пульты на стойке и кронштейне; *г, д*—пульты-шкафы с обслуживанием с одной и двух сторон; *1*—корпус пульта; *2*—соединительный блок; *3*—стойка; *4*—кронштейн; *5* и *6*—односторонний и двусторонний шкафы

малого количества стандартизованных элементов: непосредственно пультов коробчатого типа и шкафов, стоек, кронштейнов, промежуточных соединительных блоков. Некоторые возможные компоновки пультов из таких элементов приведены на рис. 57.

Интересно отметить специализацию при разработке стандартизованных пультов управления на ряде зарубежных фирм. Так, французская фирма «Телемеханик Электрик» изготавливает и поставляет заказчикам пульты коробчатого типа самой широкой номенклатуры типоразмеров, но выполненных по единому конструктивному принципу. Эти пульты красивы и просты по конструкции. Многообразие пультов позволяет использовать их для всех функциональных назначений пультов (центральные, оперативные, наладочные). Кроме того, эта

же конструкция используется в качестве различного рода разветвительных коробок электро монтажа, что значительно повышает серийность применения и удешевляет их производство.

Несколько иное направление стандартизации имеет серия пультов управления, представленная на рис. 58. В этой серии имеется несколько конструктивных типов пультов, допускающих компоновку их между собой для создания новых по конструкции или габаритам пультов.

В основу разработанной серии пультов положена конструкция отдельно стоящего пульта-шкафа ближнего обзора, т. е. на нем располагаются органы ручного управления и более подробная сигнализация, функционально разделенные на разных панелях. Однако конструктивное выполнение входящих в серию пультов позволяет применять их самостоятельно в качестве пультов другого назначения (напольные, навесные и др.).

В серию входят следующие типы пультов:

центральный пульт управления и сигнализации представляет собой неразъемный пульт цельной конструкции. На пульте предусмотрены три панели-управления, сигнализации и панель наборов зажимов, устанавливаемая внутри пульта (рис. 58, а);

односторонний пульт управления с одной панелью управления и сигнализации и панелью наборов зажимов, подход к которой возможен только с задней стороны пульта (рис. 58, б);

двусторонний пульт управления, отличающийся от предыдущего наличием двух дверей для подхода к аппаратам панели наборов зажимов с передней и задней сторон пульта (рис. 58, в);

пульты сигнализации, представляющие собой пульты коробчатого типа и имеющие три исполнения по наклону панели сигнализации в зависимости от высоты и места установки пульта (рис. 58, г).

Все пульты имеют единые конструктивные и технологические особенности исполнения, а также единство габаритных и присоединительных размеров. Единство размеров характеризуется следующим:

одинаковой для всех пультов высотой, определяемой удобством работы, причем высота расположения и угол наклона пультов управления соответствуют требованиям для аппаратов редкого переключения и наблюдения, а высота и расположение пульта сигнализации, который находится на уровне роста человека, дают возможность обзирать панель сигнализации как непосредственно около пульта, так и на некотором удалении от него примерно под прямым углом;

единая глубина пультов допускает различные компоновки пультов управления с пультами сигнализации, обеспечивает удобство монтажа аппаратуры управления и сигнализации, учитывает эстетичность пропорций внешней формы пультов;

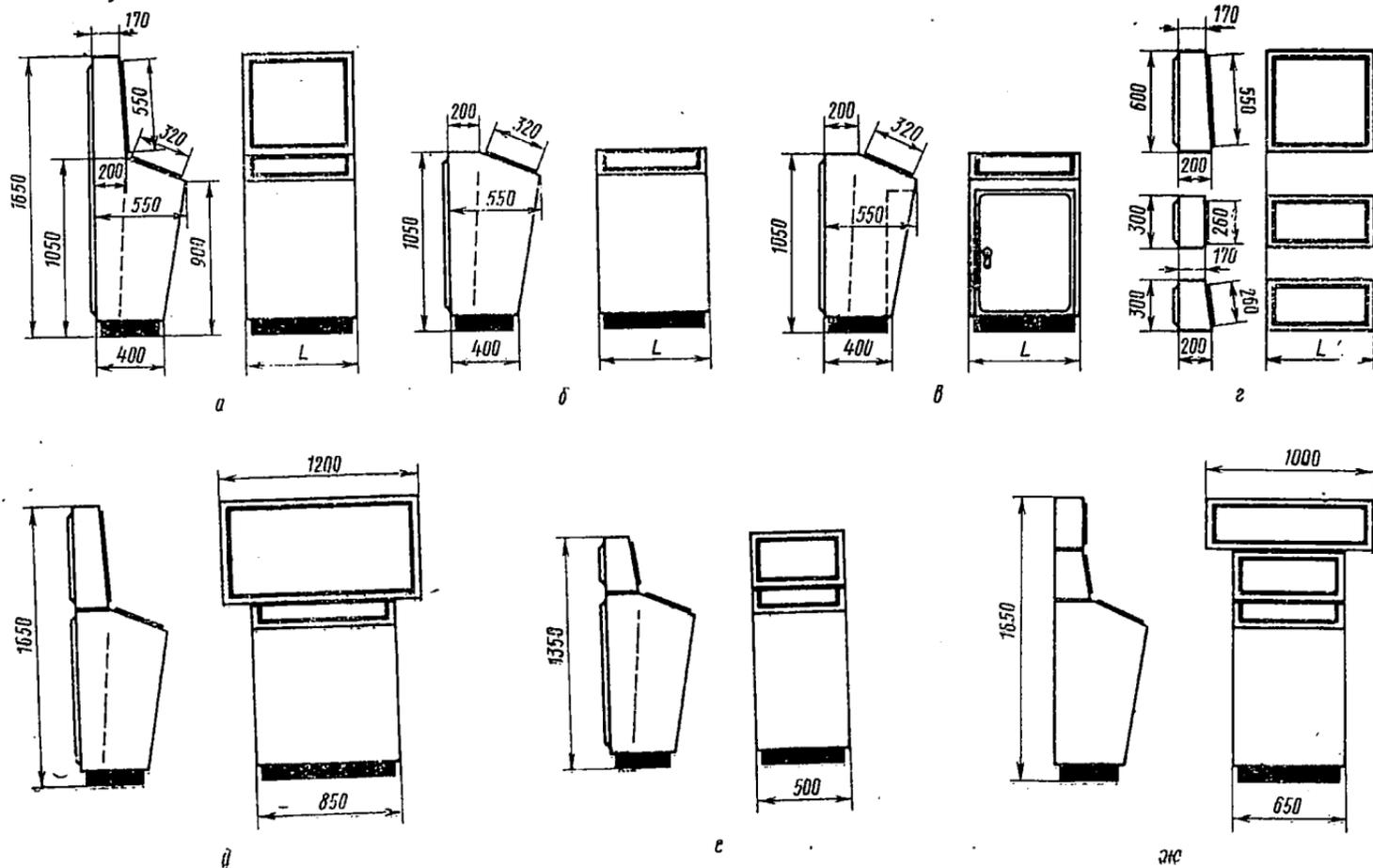


Рис. 58 Унифицированные пульты управления

наличие исполнений по ширине пультов создает гамму с некоторым шагом размеров, допуская выбор необходимого типа пульта в зависимости от количества аппаратуры. Ниже приведены габаритные исполнения пультов по ширине (в мм):

Пульт управления и сигнализации . . . . .	650; 800
Пульты управления односторонний и двусторонний	500; 650;
	800
Пульты сигнализации . . . . .	500; 650;
	800; 1000;
	1200

Большое количество типов пультов и их исполнений по габаритам позволяет создавать различные компоновки центральных пультов управления. Наиболее характерными компоновками являются: пульт управления и сигнализации для автоматической линии с разветвленной сигнализацией (рис. 58, *д*); аналогичный по назначению пульт станка, имеющего упрощенную систему управления и сигнализации (рис. 58, *е*); пульт переменного угла наклона панелей управления и сигнализации (рис. 58, *ж*).

Эргономические и эстетические требования, определяющие удобство работы на пульте и учтенные при разработке серии, сводятся к следующим:

большие возможности по встройке пультов в различные типы линий при свободном расположении аппаратуры, допускающем наиболее наглядную компоновку ее на панелях;

обеспечение удобства работы оператору — подход к пульту и наблюдение за аппаратурой — за счет выбранных углов наклона корпуса пульта и наклона панелей;

удобство работы монтажника и наладчика-электрика благодаря хорошему доступу к внутреннему монтажу пульта за счет открывания панелей и дверей на петлях;

надежность электрического монтажа панелей пульта и панели наборов зажимов, что достигается свободным монтажом, наличием платиков для крепления подвижных и неподвижных жгутов;

стремление получить красивый внешний вид пульта выражается в конструктивном решении некоторых деталей, а также в выполнении некоторыми деталями дополнительных эстетических функций, например, уплотнительная прокладка панелей выполнена таким образом, что она одновременно создает контрастную линию, подчеркивающую функциональное значение панелей управления и сигнализации;

для обеспечения удобства наблюдения за сигнальной аппаратурой при попадании прямых лучей света для пульта сигнализации предусматривается светозащитный козырек, исполнение которого также должно дополнять эстетическую форму пульта;

красивый внешний вид придает правильная окраска элементов пульта. Предполагается следующее цветовое оформление — монтажный швеллер снизу пульта и внутренняя поверхность светозащитного козырька окрашиваются в черный цвет, корпус пульта окрашивается под цвет механизмов линии, панели пульта белые с черной окантовкой, создаваемой уплотнительной прокладкой.

Рассмотрим отдельные конструктивные элементы пультов. Причем эти конструктивные элементы выполнены с учетом повышения коэффициента применяемости стандартизованных деталей не только для серии пультов управления, но и для других конструктивных узлов (электрошкафов, коробов, разветвительных коробок). В частности петли, замки, элементы герметизации выполняются для этих узлов из одних и тех же деталей. Такая стандартизация отдельных конструктивных элементов должна широко внедряться в масштабах целой отрасли, так как в условиях создания автоматизированного комплекса машин (цехов, участков, автоматических линий) это не только удешевляет производство, но и значительно улучшает условия эксплуатации.

Особенно тщательный подход необходим к стандартизации тех конструктивных элементов, которые влияют на работоспособность оператора. Стандартизации подлежат конструктивные решения, технологические методы обработки, материалы, критерии оценки качества изделия. Характерным примером в этом отношении является обработка лицевой стороны панелей пультов. Так, некоторые организации, стремясь использовать более дешевые технологические методы обработки, применяют покрытие панелей молотковыми эмалями. Рябины на эмали создают блики отраженного света, гравировка обозначений имеет размытые очертания и плохо различима из-за этих бликов. Серовато-зеленый цвет эмали сливается с фоном окраски станка, не обеспечивая требуемой наглядности. Все это вызывает повышенную утомляемость оператора при работе.

Для обеспечения надежности работы электроаппаратуры пульта должны быть герметичными, чтобы внутрь их не проникали пыль, влага и грязь. Для этого применяются уплотнительные прокладки. На рис. 59,а приведено два типа декоративной уплотнительной резиновой прокладки для панелей пультов. Эти прокладки, обеспечивая герметичность прилегания панелей, создают одновременно контрастность фона — светлая панель оттеняется темной полосой прокладки — усиливая направленность внимания. Один тип прокладки крепится на корпусе пульта и имеет благодаря стационарности установки большую прочность крепления, второй тип непосредственно закрепляется на панели и в случае облицовки ее пластиком предохраняет последний от скалывания красв.

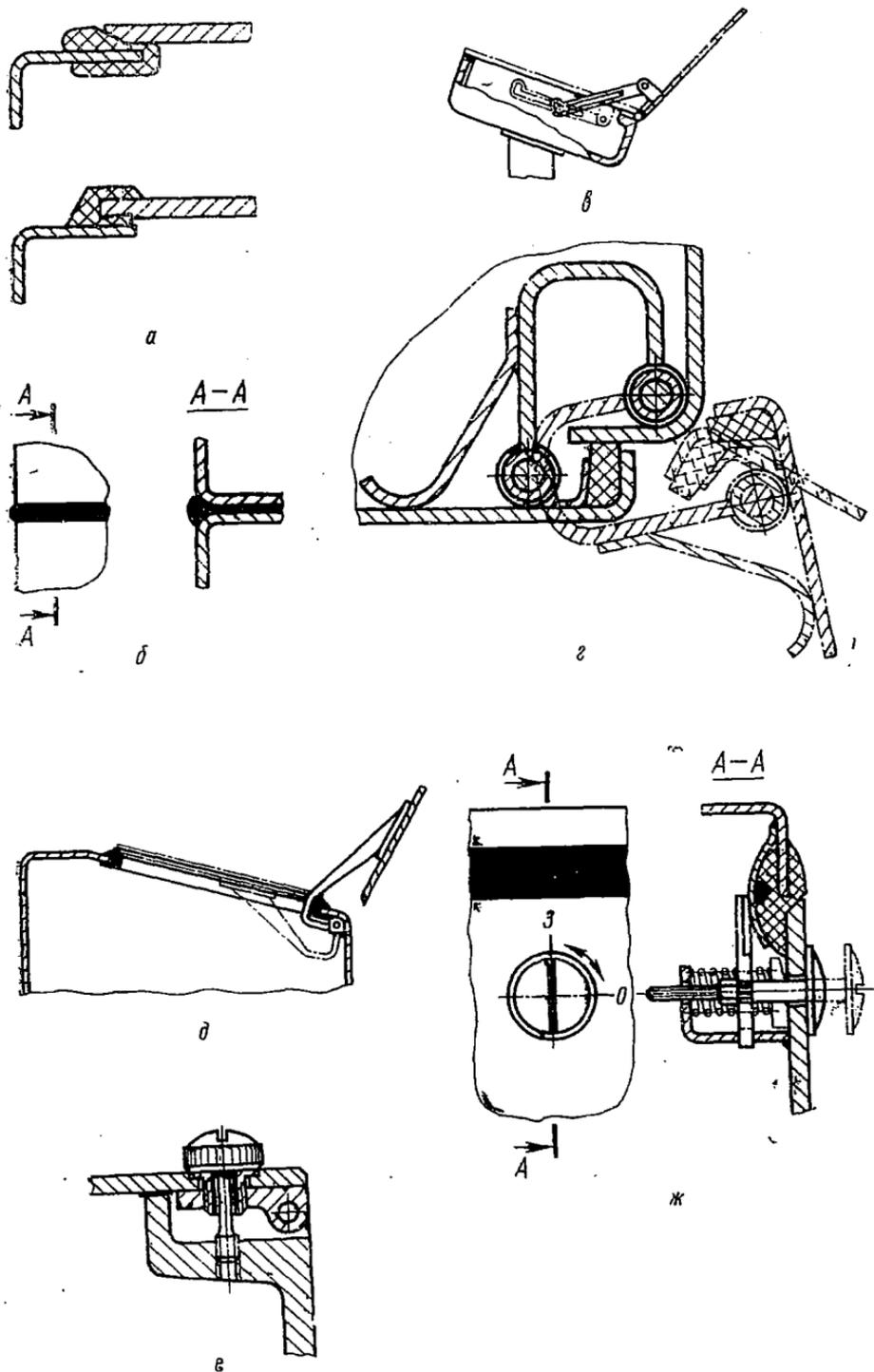


Рис. 59. Конструктивные элементы пультов управления

При компоновке центрального пульта место стыковки его элементов также должно быть герметизировано. Причем стыковка элементов пульта может быть скрытой, что конструктивно выполнить довольно сложно, или явно выраженной. Последний способ особенно целесообразен при стремлении подчеркнуть функциональность деления пульта и наличии простых конструктивных деталей для реализации этого решения. На рис. 59, б показано место стыковки пультов с помощью уплотнительной прокладки специального профиля. Двери на задней стороне пульта, выполняемые на всю его высоту для обеспечения удобства монтажа, имеют, наоборот, скрытую уплотнительную прокладку.

Для удобства выполнения монтажных и наладочных работ панели и двери пультов должны открываться на петлях, допускающих поворот более чем на 90°. Ограничение угла открывания панелей и фиксация их в открытом положении достигаются с помощью растяжек (рис. 59, в). Петли целесообразно выполнять внутренними, чтобы они не портили внешнего вида пульта. На рис. 59, г показано крепление двери с помощью внутренней петли с двойным шарниром, благодаря чему дверь хорошо открывается и плотно прилегает к корпусу пульта. Для панелей пультов большие преимущества дает применение внутренних петель, изображенных на рис. 59, д. Эти петли не портят лицевой стороны панели и одновременно фиксируют угол поворота при ее открывании; кроме того, к ним могут крепиться подвижные жгуты проводов, отходящие с панели.

Винты прижима панелей к корпусу пульта и крепления петель к панели не должны нарушать цельность восприятия общего вида панели. Окраска и исполнение их должны сливаться с фоном панели. В то же время, поскольку они установлены на лицевой стороне, целесообразно применять для них декоративную форму. В некоторых случаях их используют в качестве рукояток для открывания панелей. Все виды винтов должны быть «нетеряющейся» конструкции. На рис. 59, е приведен фасонный «нетеряющейся» винт для врезной наружной петли, головка которого закрывает винт крепления петли к панели. На рис. 59, ж изображен клиновой замок прижима панели. В открытом состоянии пружина приподнимает головку замка, позволяя использовать его в качестве рукоятки, что служит одновременно контролем незатянутого состояния панели.

## 26. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Конструктивные элементы для монтажа электрооборудования предназначены для выполнения внешних электрических коммуникаций станков и линий. К ним предъявляются следующие основные требования:

защита электрических проводов и аппаратов от механических повреждений;

обеспечение герметичности для предохранения от попадания эмульсии, влаги, пыли и стружки;

удобство монтажа и демонтажа, транспортировки, монтажа на месте установки станка или линии;

удобство обслуживания в процессе эксплуатации станка или линии;

учет требований внешнего оформления станка, соответствие проводки формам и назначению станка, требованиям технической эстетики;

технологичность при изготовлении деталей, узлов и монтаже в целом.

Особое значение для конструктивных элементов внешних проводок имеют материалы, из которых они выполняются. Они должны обеспечивать необходимую механическую прочность и стойкость против эмульсий и масел, не быть подвержены старению и коррозии, быть достаточно легкими, иметь красивый внешний вид. Ряд типоразмеров для большинства конструктивных элементов определяется рядом трубных резьб ( $\frac{3}{8}$ " ;  $\frac{1}{2}$ " ;  $\frac{3}{4}$ " ; 1" ; 1  $\frac{1}{4}$ " ; 1  $\frac{1}{2}$ " ; 2") и его выбор поэтому не составляет особой трудности. Значительный интерес представляет анализ различных вариантов конструктивного исполнения стандартных элементов с тем, чтобы определить основные факторы, определяющие их рациональную конструкцию.

Стандартные элементы для монтажа трубопроводов. К их числу относятся прямые соединения, прямые соединения с фланцем, угольники, применяемые для соединения трубопроводов, расположенных относительно друг друга под прямым углом, угольники с фланцем, тройники, тройники с фланцем, кресты, различные фланцы и разветвительные коробки.

Основными критериями рациональной конструкции элементов для монтажа трубопроводов являются: удобство монтажа и затягивания проводов; прочность; обеспечение герметичности трубопроводов; технологичность изготовления; хороший внешний вид (соответствие требованиям технической эстетики).

На рис. 60 показана конструкция различных стандартных элементов отечественного и зарубежного производства. На

рис. 60, а, б, в показаны тройник, угольник с фланцем и угольник по нормальным станкостроениям Э94—2, Э94—5 и Э94—4. Стандартные элементы по рис. 60, г применяются некоторыми станкостроительными заводами вместо нормальных станкостроения. На рис. 60, д—и показаны стандартные эле-

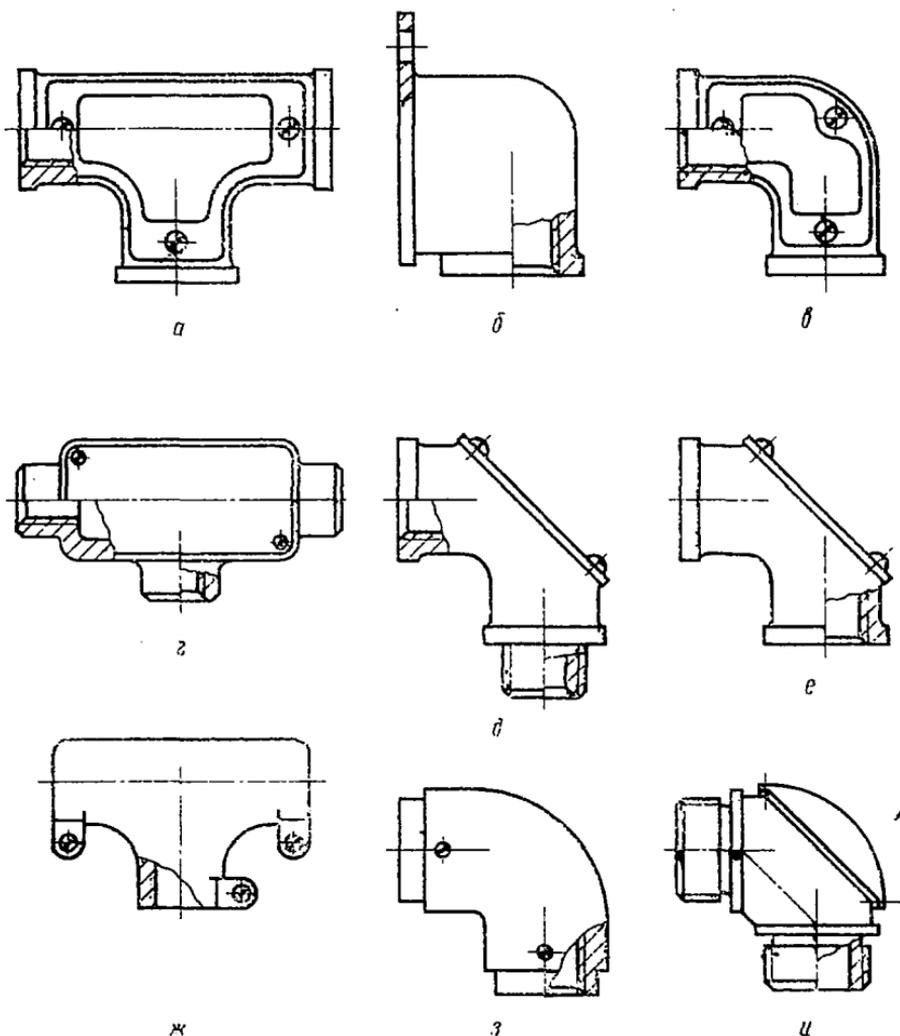


Рис. 60. Стандартные элементы для монтажа трубопроводов

менты, применяемые зарубежными фирмами. Элементы на рис. 60, д, е обеспечивают значительное удобство при протягивании проводов и уменьшение габаритов за счет расположения крышки. Такие элементы нашли применение в станках зарубежных фирм — «Фиат», «Фимат», «Геллер» и др. Угольники, изображенные по рис. 60, и, разработала итальянская фирма «Сикуркаво».

Стандартные конструктивные элементы для монтажа трубопроводов, показанные на рис. 61, разработаны Минским СКБ-АЛ с учетом отечественного и зарубежного опыта. При разработке конструктивных исполнений стандарта решалась задача единообразного решения всех элементов при условии обеспечения полной взаимозаменяемости их при монтаже. Единообразие конструкции фланцев, прямых соединений, прямых соединений с фланцем, угольников с фланцем хорошо видно на рис. 61. Конструкция этих элементов обеспечивает:

удобство протягивания проводов — за счет торцового расположения крышки в угольниках и увеличения внутреннего объема для прямых соединений, тройников и крестов при общем уменьшении габаритов самих элементов;

хорошее прилегание, возможность их прикрепления к установочным плоскостям станков, соответствие функциональному назначению элементов;

простоту конфигурации и современный внешний вид — за счет прямоугольной формы элементов;

механическую прочность, долговечность, технологичность, хороший внешний вид — за счет применения в качестве материала алюминиевых или цинковых сплавов;

простоту внешних проводов, отсутствие дополнительных переходных штуцеров — за счет рационального ряда типоразмеров.

Некоторые станкостроительные заводы применяют капроновые конструктивные элементы. Однако опыт эксплуатации показал, что капрон, хорошо зарекомендовавший себя при создании целого ряда других конструктивных элементов, при использовании его для угольников, тройников, фланцев и т. п. недостаточно прочен. Применение современных материалов (капрон, полистирол и пр.) для выполнения элементов внешних разводов должно производиться только при безусловном обеспечении необходимой прочности изделия. С этой точки зрения для конструктивных элементов, требующих высокой прочности, целесообразно применять в качестве материалов современные легкие сплавы (например, ЦАМ), позволяющие изготовить детали высокопроизводительным методом литья под давлением. Определенное удорожание в этом случае компенсируется значительным повышением надежности электрооборудования. Кроме того, необходимо соблюдать требование техники безопасности — обязательное заземление всех элементов электрооборудования.

Разветвительные коробки. Различные конструктивные исполнения стандартизованных разветвительных коробок сведены в табл. 38—40. Разветвительные коробки предназначены: для протягивания проводов (протяжные коробки); для установки наборов зажимов (клеммные коробки);

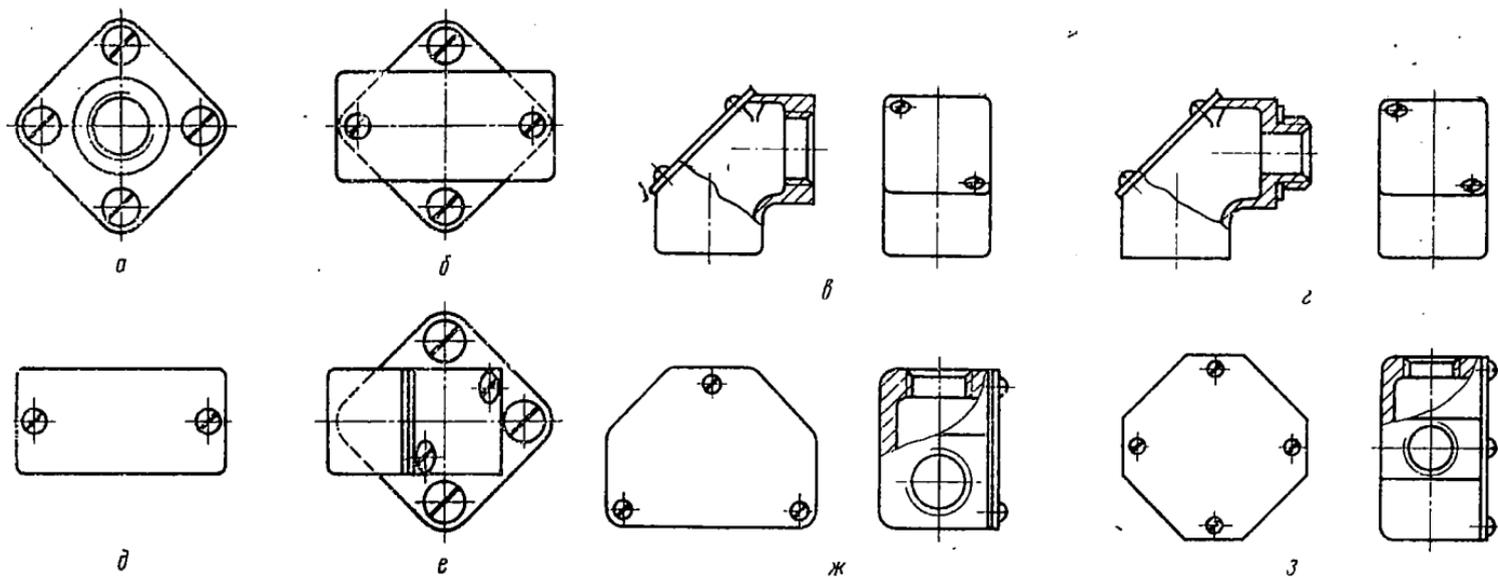


Рис. 61. Конструктивные элементы для монтажа трубопроводов конструкции Минского СКБ-АЛ:  
 а—фланец; б—прямое соединение с фланцем; в, г—угольники; д—прямое соединение; е—угольник с фланцем; ж—тройник; з—крест

для установки на их крышке электрических аппаратов (наладочные и оперативные пульты).

В табл. 38 показаны стандартизованные разветвительные коробки литой конструкции, которые отличаются простотой изготовления, однако имеют значительный вес из-за большой толщины стенок и недостаточно хороший внешний вид. Проект нормали Э36П-1 предусматривает замену металла древопластиком или волокнитом, однако прочность коробки в этом случае недостаточна.

Сварные разветвительные коробки (табл. 39) имеют малый вес и хороший внешний вид, но трудоемкость их изготовления выше.

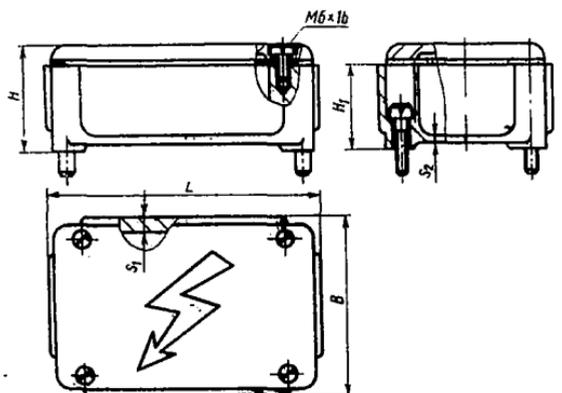
Одним из основных вопросов разработки конструкции разветвительных коробок является создание надежного уплотнения крышки.

В табл. 40 показаны разветвительные коробки, выполненные по зарубежным стандартам, в частности по стандартам электротехнических фирм «Чема» (Италия) и «Телемеханик электрик» (Франция). Следует отметить, что обе эти фирмы предпочитают совмещать стандарты на разветвительные коробки и пульты управления, предусматривая единую конструкцию.

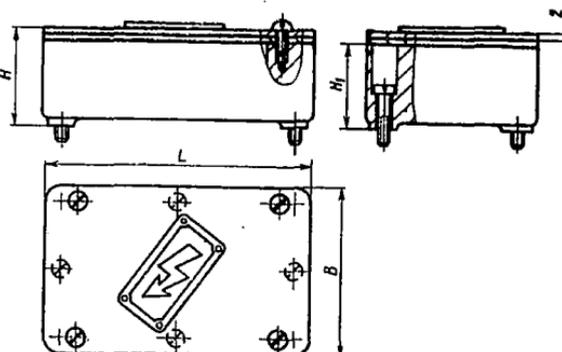
Основные критерии для оценки рациональности конструкции стандартизованных разветвительных коробок можно вывести из анализа различных конструкций, приведенных в таблицах. К ним относятся:

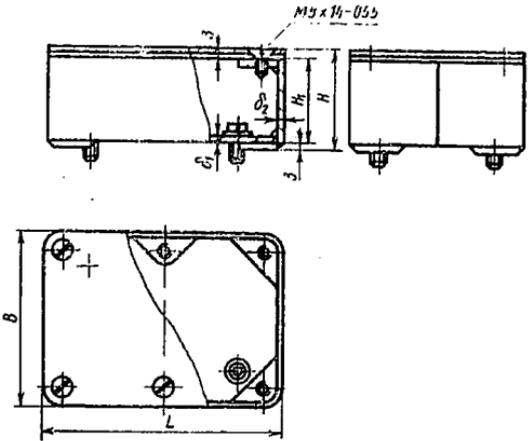
механическая прочность и долговечность; небольшой вес; герметичность от попадания влаги, эмульсии, стружки; технологичность изготовления; надежное заземление; соответствие требованиям технической эстетики; широкая область применения, в том числе в качестве пультов управления на определенное количество рядов аппаратов ручного управления. Указанные критерии удовлетворяются путем разработки соответствующей конструкции и оптимального ряда типоразмеров.

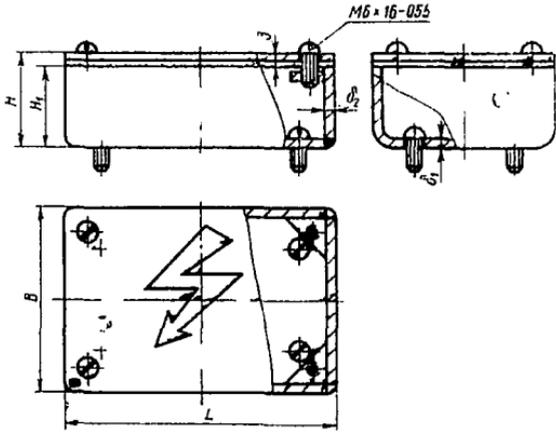
Стандартные концевые соединения для заделки металлорукавов. Для выполнения внешних проводок в тех местах, где невозможна прокладка металлических труб, а также для присоединения подвижных узлов применяются металлорукава. В отечественном станкостроении наиболее широкое распространение получили металлорукава типа РЗ-Ц-Х, однако они имеют ряд существенных недостатков: невысокую механическую прочность, недостаточную герметичность от попадания масла и эмульсии, подверженность коррозии и др. В связи с этим все более широкое применение находят новые типы металлорукавов, лишенные этих недостатков. Некоторые из них показаны на рис. 62.

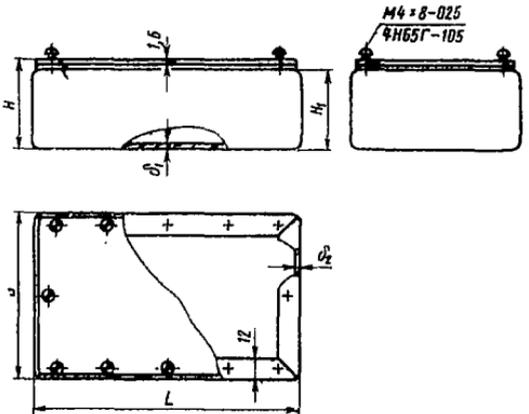
Организа- ция, год разработ- ки, норма	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					Вес, кг		
			L	B	H	$\delta_1$	$S_2$		$H_1$	
ЭНИМС, 1959 г., Э36-1. Источник: „Нормаль станкострое- ния. Развет- вительные коробки“	 <p>1. Исполнение без стрелки на крышке — ПЭ36-1. 2. При <math>L=320</math> и <math>L=400</math> мм крышка крепится шестью винтами, при <math>L=500</math> и <math>L=630</math> мм — семью винтами</p>	Корпус и крышка — чугун ПП (С Ч 400). Допускаются вторичные алюминиевые сплавы; прокладка — пластикат	125	100	60	8	6	50	1,9	
			160						2,3	
			200	160	70			70	70	4,6
			250							5,5
			(280)							8,0
			320	250	90			80	80	11,4
			400							13,7
			500	400	100			90	90	25,5
			630							30,8

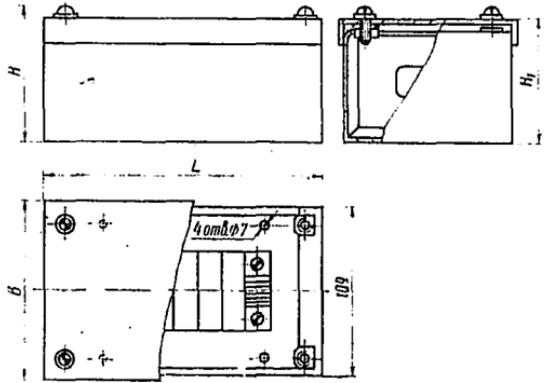
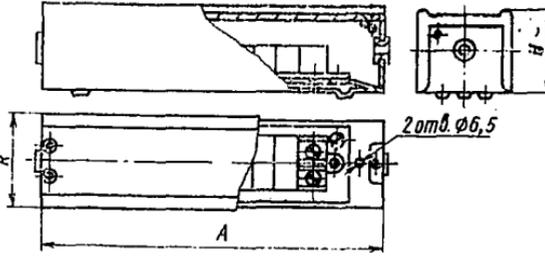
Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					Вес, кг	
			L	B	H	$\delta_1$	$S_2$		$H_1$
<p>Вильнюсский филиал ЭНИМС, 1965 г., ЭЗБЛ-1. Источник: проект нормали (первая редакция)</p> <p>«Соединительные устройства для монтажа электропроводов в исполнении из пластмасс»</p>		<p>Корпус и крышка ДПК-30, СПК-30; Волокнит (ТУНКХП-459-41)</p>	125	100	61	8	6	50	0,53
			160						0,6
			200	160	71			60	1,1
			250						1,3
			280						200
			320	250	91			80	2,5

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					Вес, кг	
			L	B	H	$\delta_1$	$S_2$		$H_1$
Новосибирский завод Тяжстанкогидропресс им. Ефремова, 1967 г., Э36-1. Источник: „Нормаль завода. Разветвительные коробки“.	 <p>1. Корпус не нормализуется, а выполняется оригинальным чертежом, используется литье по нормали Э36-11-11. 2. При <math>L=320</math> и <math>L=400</math> мм крышка крепится шестью винтами, при <math>L=500</math> и <math>L=630</math> мм — восемь винтами</p>	Корпус — чугун, С 400; крышка — сталь Ст. 3; Прокладка хлорвинил	125	100	53	6	6	50	1,71
			160		53			50	2,1
					118			115	4,54
			200	160	63			60	4,23
					118			115	7,79
			250	200	63			60	5,05
					118			115	9,02
			280	250	73			70	6,57
					118			115	10,14
			320		83			80	11,49
			400	400	118			115	11,93
					85			80	13,97
					120			115	17,80
			(500)		95			90	26,00
(630)	400	120	115	29,86					
		95	90	31,62					
		120	115	36,2					

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					
			L	B	H	H <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
<p>Минское СКБ-АЛ, 1968 г., ДП7113 УМ8956.</p> <p>Источник: "Руководящий материал РМ0804—68. Применяемость конструктивных элементов электрооборудования"</p>		<p>Крышка и корпус—сталь Ст. 3; прокладка-бензостойкая мягкая резина марки А (ГОСТ 7338—65) толщиной 1 мм</p>	250	160	94	90	3	3
			280	200			3	5
			360					
			400	280			4	

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					
			L	B	H	H <sub>1</sub>	δ <sub>1</sub>	δ <sub>2</sub>
Завод "Амурлит- маш", 1965 г. МШ22-10- МШ22-80. Источник: "Нормаль" завода. Ко- робки раз- ветвитель- ные"		Крышка и кор- пус—сталь Ст. 3; прокладка—ре- зина, пластина 2МБ-А-М (ГОСТ 7338—65) толщи- ной 1 мм	125	100	54	50	3	3
			160					
			(200)	160	64	60	5	5
			250					
			(320)	250	84	80	5	5
			400					
			(500)	400	94	90	5	5
			630					
Стрелка окрашивается ярко-красной маслястой- кой краской								

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм					
			L	B	H	H <sub>1</sub>	δ <sub>1</sub>	δ <sub>2</sub>
ОКБС (Ленинград), 1963 г., Источник: Нормаль Э36—1С	 <p>Корпус не нормализуется, а выполняется оригинальным чертежом по нормализованной развертке со своими бобышками</p>	<p>Корпус—листовая В (ГОСТ 3680—57); Ст. 3 (ГОСТ 17066—71) крышка—лист В1,6 (ГОСТ 3680—57) Ст. 3 (ГОСТ 17006—71) прокладка —маслобензостойкая резина марки А мягкая (ГОСТ 7338—65)</p>	100	60	52,6	50	1,6	1,6
			125	100	62,6	60		
			200	160	72,6	70		
			280	100	62,6	60	2	2
				160	72,6	70		
			320	200	82,6	80		
				250				
			400	250	92,6	90		

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм				Примечание
			L	B	П	П <sub>1</sub>	
"La Telemecanique Electrique" (Франция), 1966 г. Источник: каталог фирмы "Commande manuelle Commande automatique."	 <p>XWI=FB</p>	Корпус и крышка-сталь	195	115	83	11	12 клемм
			255				18 клемм
			315				23 клеммы
			375				28 клемм
			435				34 клеммы
	 <p>XWI=FA</p>	Корпус и крышка-сталь	110	62	51		4 клеммы
			200				10 клемм
			280	75			16 клемм
			400				26 клемм

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм				Примечание																								
			L	B	H	H <sub>1</sub>																									
"La Telemecanique Electrique" (Франция), 1966 г. Источник: каталог фирмы "Comande manuelle Comande automati- que" XB2=SL, XB2=SA		Корпус и крышка-сталь	Величина L равна 200, 260, 320, 440. Величина B равна 200, 260, 320, 380, 440, 500. Габариты определяются сочетанием всех этих размеров.				Применяется также в качестве пультов управления																								
"Чема" (Италия), мРТ-1; мРТ-42. Источник каталог фирмы		Алюминиевый сплав	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">70</td> <td>117</td> <td rowspan="2">80</td> </tr> <tr> <td>155</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">92</td> <td>117</td> <td rowspan="3">100</td> </tr> <tr> <td>152</td> </tr> <tr> <td>205</td> </tr> <tr> <td></td> <td>257</td> <td></td> </tr> <tr> <td>152</td> <td>152</td> <td></td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>361</td> <td></td> </tr> <tr> <td>170</td> <td>205</td> <td></td> </tr> <tr> <td>230</td> <td>257</td> <td></td> </tr> <tr> <td>251</td> <td>290</td> <td></td> </tr> </table>	70	117	80	155	92	117	100	152	205		257		152	152		92	361		170	205		230	257		251	290		Применяются также в качестве пультов управления
70	117	80																													
	155																														
92	117	100																													
	152																														
	205																														
	257																														
152	152																														
92	361																														
170	205																														
230	257																														
251	290																														

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	Основные размеры, мм				Примечание
			L	B	H	H <sub>1</sub>	
«Сименс» (ФРГ) ЗВА1.1 Источник: Каталог фирмы	<p style="text-align: center;">Исполнение А                      Исполнение В</p>	Пластикат	70	70	30	Исполнение 1	
			73	73			
			75	75	40		
			80	80	33		
			100	100	45		
			100	125	5		
			120	150	60		
			135	185	47		
			210	140	95		
			300	200	106		

На рис. 62, а показан металлорукав РЗ-Ц-Х, герметизированный полихлорвиниловым покрытием по методу Минского завода автоматических линий. Покрытие осуществляется на шнековых машинах кабельного производства типа ШМКП [21]. Аналогичное покрытие имеют металлорукава фирмы «Сикуркаво» (Италия). Металлорукава на рис. 62, б отличаются меньшей прочностью, однако их гибкость выше, вследствие чего они могут применяться для присоединения подвижных частей станков. Такую конструкцию имеют, например, металлорукава фирм «Электробоа» (Италия) и «Гидра» (ФРГ). Металлорукав на рис. 62, в представляет собой пластмассовую трубку, армированную стальной пружиной. Металлорукав на рис. 62, г также представляет собой стальную

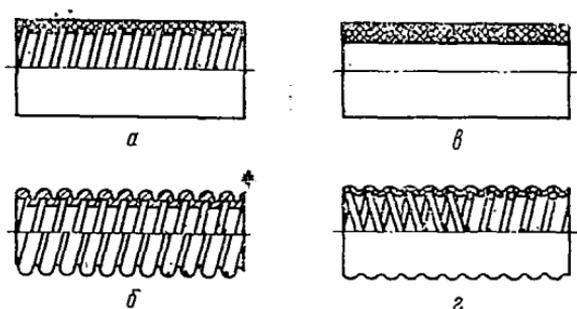
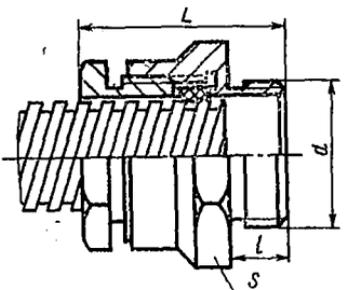
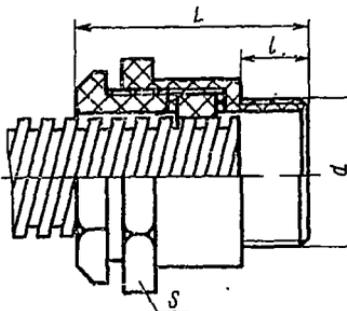
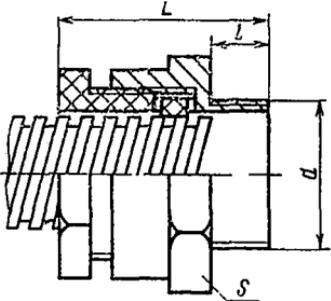
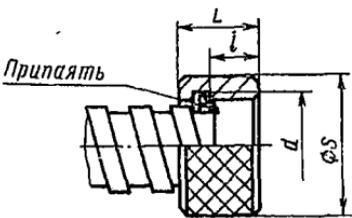


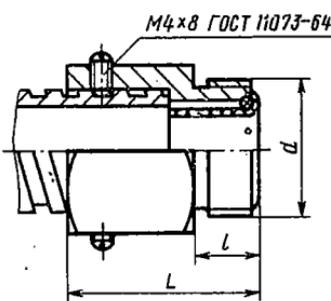
Рис. 62. Конструкция металлорукавов с полихлорвиниловым покрытием

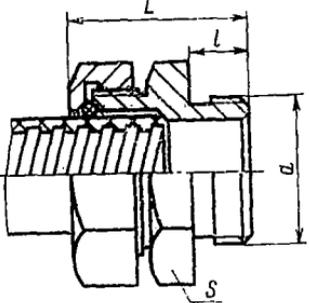
пружину, однако она покрыта полихлорвиниловой оболочкой только сверху. Два последних типа металлорукавов довольно легко могут быть повреждены острыми предметами (например, стружкой или заготовкой). Поэтому они применяются там, где вероятность механических повреждений невелика. Иногда в таких металлорукавах используются пружины с малым шагом (с плотной навивкой), что значительно увеличивает их прочность.

Концевые соединения предназначены для выполнения концевой заделки металлорукавов. Как показывает опыт эксплуатации станков и линий, концевая заделка металлорукавов значительно уступает по прочности трубным разводкам в целом, и в результате этого оказывается тем слабым звеном, которое приводит к обрыву проводов, разрушению их изоляции и, в конечном счете, к отказам электрооборудования. Поэтому к конструкции концевых соединений предъявляются особые требования. Они должны обеспечивать прочную и герметичную заделку металлорукава, легкость монтажа, разборность с целью замены разрушенного металлорукава, заземление металлорукава.

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	$D_y$ метал- лорукава		Основные размеры, мм				Масса, кг	Обозначение
					$d$	$L$	$l$	$s$		
ЭНИМС, 1949 г. (1959 г.), нормаль станкостроения Э94-6		Корпус, шту- цер, шайбы — сталь 35; прок- ладка—резина	—	8	3/8"	37	10	24	0,07	Э94-61a
			10	11	1/2"			27	0,075	Э94-61
			13	15	3/4"	43	12	32	0,12	Э94-62
			—	18	1"	49	14	36	0,176	Э94-62a
			20	22	46			0,235	Э94-63	
			25	29	1 1/4"	55	16	50	0,315	Э94-64
			32	32	1 1/2"	63	18	55	0,39	Э94-65
Одесский завод прессов, 1965г., „Соединительные устройства для монтажа электро- проводов в испол- нении из пласт- масс“ (1 редакция, разработана ЭНИМС), Э94П-6 Вильнюсским фи- лиалом		Корпус и штуцер—полиэ- тилен, проклад- ка—резина; шайбы—сталь Ст. 3	—	8	3/8"	37	10	24	0,011	Э94П-61a
			10	11	1/2"			27	0,012	Э94П-61
			13	15	3/4"	43	12	32	0,02	Э94П-62
			—	18	1"	49	14	36	0,021	Э94П-62a
			20	22	46			0,038	Э94П-63	
			25	29	1 1/4"	55	16	50	0,049	Э94П-64
			32	32	1 1/2"	63	18	55	0,062	Э94П-65

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	$D$ у метал- лорукава		Основные размеры, мм				Масса, кг	Обозначение
					$d$	$L$	$t$	$S$		
Витебский стан- козавод им. Ки- рова, 1964 г., нор- маль завода „Сое- динения для мон- тажа электропро- водов“ ПЭ94-6		Корпус и штуцер-кап- рон; проклад- ка—резина	—	8	3/8"	37	10	24	0,01	ПЭ94-61а
			10	11	1/2"			27	0,012	ПЗ94-61
			13	15	3/4"	43	12	32	0,02	ПЭ94-62
			—	18	1"	49	14	36	0,021	ПЗ94-62а
			20	22	46			0,088	ПЗ94-63	
			25	29	1 1/4"	55	16	50	0,049	ПЭ94-64
			32	32	1 1/2"	63	18	55	0,062	ПЭ64-65
Московский стан- костроительный завод им. Орджо- никидзе, 1953 г., нормаль завода Э94-601		Сталь 35		8	3/8"	12	10	24	0,023	Э94-601.1
				10	1/2"	15	13	26	0,024	Э94-601.2
				12	1/2"	15	13	26	0,024	Э94-601.3
				15	3/4"	15	13	32	0,032	Э94-601.4
				20	1"	18	16	38	0,04	Э94-601.5
				25	1 1/4"	18	16	48	0,065	Э94-601.6
				29	1 1/2"	18	16	56	0,085	Э94-601.7
				32	2"	18	16	67	0,09	Э94-601.8

Организация год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	D у метал- лору- кава	Основные размеры, мм				Масса, кг	Обозначение
				d	L	l	S		
Ульяновский за- вод тяжелых и фрезерных стан- ков, 1963 г., нор- маль ЭУ10-2		Шестигран- ник по ГОСТ 8560—67 (Сталь 35)	10	3/8"	38		24	0,085	10×3/8" ЭУ10-2
				1/2"		12		0,1	10×1/2" ЭУ10-2
			15		41		30	0,14	15×1/2" ЭУ10-2
				3/4"	43			0,13	15×3/4" ЭУ10-2
			20				36	0,17	20×3/4" ЭУ10-2
			25	1"			41	0,26	25×1" Э10-2
			32	1 1/4"	44	15	46	0,35	32×1 1/4" ЭУ10-2
			38	1 1/2"	54		50	0,5	38×1 1/2" ЭУ10-2
			50	2"	61	18	65	0,66	50×2" ЭУ10-2
			10	3/8"	32		22	0,083	10×3/8" Э200-3
			10	1/2"		12		0,088	10×1/2" Э200-3
			15		35		30	0,118	15×1/2" Э200-3
				3/4"				0,124	15×3/4" Э200-3
			20				32	0,139	20×3/4" Э200-3
25	1"	40		41	0,210	25×1" Э200-3			
32	1 1/4"		15	46	0,297	32×1 1/4" Э200-3			
38	1 1/2"	45		50	0,403	38×1 1/2" Э200-3			
50	2"			65	0,55	50×2" Э200-3			
	2 1/2"	55	18	95	0,73	78×2 1/2" Э200-3			
Коломенский за- вод тяжелого станкостроения, 1966 г., нормаль Э200-3		Сталь 35							

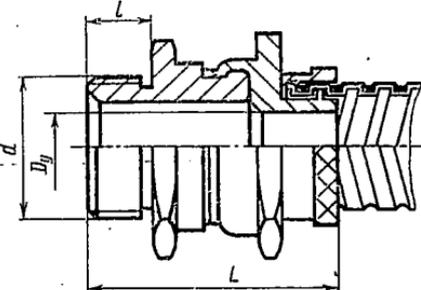
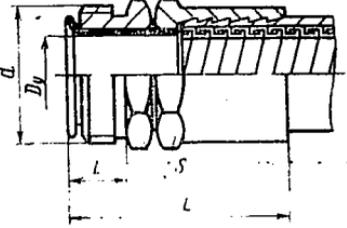
Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	D, металлур-кава	Основные размеры, мм				Масса, кг	Обозначение		
				d	L	l	S				
Минский завод автоматических линий, 1964 г., нормаль завода УМ8389		Корпус и гайка—сталь 35; кольцо—маслостойкая резина.	8	3/8"	30		22	0,07	УМ8389—1.01		
				—							УМ8389—1.02
			10	3/8"	32	10	27	0,08	УМ8389—1.03		
				1/2"				0,093	УМ8389—1.04		
				—					УМ8389—1.05		
			15	1/2"	35	10	36	0,11	УМ8389—1.06		
				—					УМ8389—1.07		
				3/4"	37	12		0,12	УМ8389—1.08		
				1"	39	14		0,13	УМ8389—1.09		
			20	3/4"	38	12	41	0,15	УМ8389—1.10		
				1"				40	14	0,17	УМ8389—1.11
			25		42		46	0,20	УМ8389—1.12		
				1 1/4"				44	16	0,22	УМ8389—1.13
								46		0,28	УМ8389—1.14
			32	1 1/2"	48	18	55	0,32	УМ8389—1.15		
10	3/4"	36	12	27	0,08	УМ8389—1.16					

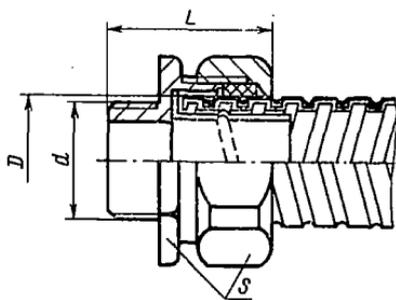
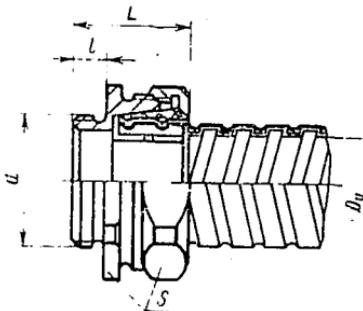
В табл. 41 приведены основные данные по некоторым отечественным стандартам на концевые соединения для заделки металлорукавов. Основным недостатком концевого соединения по нормали Э94—6 следует признать ненадежную заделку, так как резиновое кольцо, во-первых, обжимает рукав недостаточно жестко, во-вторых, зажимаются лишь самые крайние витки. Концевые соединения по нормальям Э94П-6 и ПЭ94—6 повторяют конструкцию предыдущего, но выполнены из пластмасс (полиэтилен и капрон). Пластмассовые концевые соединения значительно дешевле, однако резкое снижение прочности, а также сложность выполнения заземления металлорукава делают применение пластмассовых концевых соединений весьма спорным.

Указанные недостатки отраслевых стандартов приводят к разработке стандартов предприятия, предусматривающих другую конструкцию концевых соединений. Концевое соединение по нормали Э94—601, гарантируя заземление и прочность заделки, не обеспечивает герметичности и разборности, оно нетехнологично (кольцо крепится пайкой).

В концевых соединениях по нормальям ЭУ10—2 и Э200—3 металлорукава закрепляются стопорным винтом; такое крепление крайне ненадежно; кроме того, возможно передавливание и разрыв металлорукава. В концевом соединении по нормали УМ8389 зажим металлорукава осуществляется при навинчивании накидной гайки на корпус соединения путем сжатия резинового или разрезного капронового кольца. За счет размещения кольца далеко от края металлорукава обеспечивается прочная и надежная заделка.

Рассмотрим зарубежные стандартные концевые соединения (табл. 42). Концевые соединения фирм «Электробоа» и «Сикуркаво» (Италия) разработаны в комплекте с металлорукавами и поэтому не являются универсальными. В концевом соединении фирмы «Электробоа» его корпус вворачивается внутрь металлорукава по резьбе, образованной его витками. Снаружи рукав ограничен надетой на него втулкой. Для исключения выворачивания рукава при завинчивании концевого соединения резьбовая часть делается подвижной. Это приводит к увеличению габаритов и усложнению конструкции; значительно уменьшен условный проход металлорукава. Стандартом предусмотрены конструктивные исполнения для различных случаев применения: трубное, для тонких стенок, без подвижной части, на металлорукав с покрытием и без покрытия. В соединении фирмы «Сикуркаво» крепление осуществляется за счет наличия во втулке упорной резьбы. При вворачивании металлорукава внутрь втулки он несколько сжимается за счет упругости витков металлической основы, навитой в ту же сторону, что и резьба втулки. Зубцы врезаются в полихлорвиниловое покрытие. Соединение обе-

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	$D_y$ металлорукава	Основные размеры				Обозначение
				$d$	$L$	$l$	$S$	
Фирма "Электробоа" (Турин), каталог фирмы, 1969 г., нормаль "Электробоа"		Цветной сплав; покрытие — цинкованное	6	1/4"	24	6	15	311MG
			8,5	3/8"	28	8	20	
			11,5	1/2"	32	10	22	
			13,5	1/2"	33	10	22	
			19,5	3/4"	37	12	30	
			26,5	1"	39	13	39	
			35,5	1 1/4"	46	15	48	
			43	1 1/2"	47	15	55	
			50	2"	53	15	65	
			Фирма "Сикуркаво" (Милан), каталог фирмы, 1968., модель "Сикуркаво"		Латунь; покрытие — цинкованное	6	1/4"	
8	3/8"	42				12	19	
10	3/8"	42				12	22	
11	3/8"	42				12	22	
12	1/2"	47				16	24	
15	1/2"	50				16	27	
20	3/4"	52				16	32	
25	1"	60				18	38	
30	1 1/4"	64				18	45	
40	1 1/2"	72				20	52	
50	2"	82				23	65	

Организация, год разработки, нормаль	Конструкция	Материал	D <sub>y</sub> металлорук- кава	Основные размеры				Обозначение
				d	L	l	S	
Фирма „Агро“, 1968 г., „Otto Fischer Katalog“ нормаль „Агро“		Корпус и шту- цер—латунь;  покрытие—ни- келирование	10—11	Pg9	Данные отсутствуют	Данные отсутствуют	Данные отсутствуют	13911A
			12	Pg9				13911B
			13—15	Pg9				13911
			10—11	Pg11				13912A
			16—18	Pg11				13912
			10—11	Pg13,5				13913A
			19—20	Pg13,5				13913
			10—11	Pg16				13914A
			21—22	Pg16				13914
			28—29	Pg21				13915
			35—37	Pg29				13916
			43—47	Pg36				13917
			55—59	Pg48				13918
Фирма Metallschlauch- „Fabrik“ (Pforz- heim), каталог фирмы, 1968 г., нормаль „Гидра“		Корпус и шту- цер—латунь;  покрытие—ни- келирование; втулка—поли- винилхлорид	9	Pg7	16	6	19	1121.11—07
			11	Pg9	20	6,5	22	1121.11—09
			14	Pg11	22	6,5	27	1121.11—11
			16	Pg13,5	22	6,5	27	1121.11—13
			18	Pg16	24	7	30	1121.11—16
			23	21	28	8	41	1121—11—21,23
			25					1121.11—21.25
			30	Pg29	30	8	46	1121.11—29
			40	Pg36	40	10	60	1121.11—36

специализирует абсолютно надежную и герметичную заделку при условии точного соблюдения наружного диаметра металлорукава с покрытием, но нетехнологично в изготовлении, имеет большие габариты, сложную конструкцию, практически неразъемно. Стандарт предусматривает конструктивные исполнения с заземлением металлорукава и частично разборные, что еще больше усложняет конструкцию.

Концевые соединения фирм «Агро» и «Гидра» (ФРГ) (см. табл. 42), в отличие от рассмотренных являются универсальными, т. е. их конструкция обеспечивает надежную концевую заделку различных типов металлорукавов. Концевое соединение фирмы «Агро» работает следующим образом. После навинчивания зажимной гайки на корпус концевого соединения она сжимает пластмассовое разрезное кольцо, которое обжимает металлорукав. Кольцо давит на переходную втулку. Последняя плотно поджимает к корпусу концевого соединения резьбовую заземляющую втулку, ввинченную внутрь металлорукава по его резьбе, чем обеспечивается, во-первых, гарантированное заземление, во-вторых, дополнительная прочность и жесткость заделки, в-третьих, оконцевание острой кромки металлорукава.

В концевом соединении фирмы «Гидра» поджим резьбовой втулки осуществляется без переходной втулки, непосредственно краем разрезного пластмассового кольца, имеющего конусную форму. Резьба на внутренней втулке заменена небольшими выштамповками, выполненными с учетом шага резьбы металлорукава. К недостаткам конструкции этого концевого соединения можно отнести: во-первых, обязательное требование большой точности изготовления металлорукава, так как в противном случае внутренняя втулка может проваливаться; во-вторых, неполную гарантию заземления, так как при обжиме металлорукава край конусного кольца может не дойти до бурта внутренней заземляющей втулки.

Рассмотренные особенности конструкции отечественных и зарубежных стандартных концевых соединений позволяют сделать некоторые выводы. Рациональная конструкция стандартизованного концевого соединения должна удовлетворять следующим обязательным условиям: прочность и герметичность заделки; разборность, удобный монтаж; гарантированное заземление металлорукава; малые габариты, хороший внешний вид; малый вес; широкая область применения.

Условия 1—4 обеспечиваются выбором рациональной конструкции, условие 5 — применением соответствующего материала. В качестве материала для концевых соединений широко применяются сталь, латунь, алюминиевые сплавы. Покрытие — оксидирование, кадмирование, цинкование. Способ и качество покрытия существенно влияют на улучшение внешнего вида соединения. Условие 6 предполагает: универсальность конструкции; наличие ряда конструктивных испол-

нений в зависимости от функционального назначения соединения таких, например, как фланцевые, трубные, к разъемам, угловые и т. п.; выбор рационального ряда типоразмеров, позволяющий свести к минимуму использование переходных штуцеров.

## 27. КОРОБА ВНЕШНИХ ПРОВОДОВ В АГРЕГАТИРОВАННОМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

До недавнего времени широкое распространение при выполнении внешних электрических коммуникаций имела нижняя проводка, при которой трубы с прокладываемыми в них проводами укладывались в полу цеха в специальных траншеях. Такой метод, особенно для линий с большой насыщенностью электрооборудованием, связан со значительными материальными затратами и усложняет монтаж, наладку и эксплуатацию. Траншеи закрываются съемным настилом для свободного доступа к проводам. Это приводит к увеличению производственных площадей, занятых линиями. Кроме того, в условиях применения агрегатированного электрооборудования такой способ выполнения внешних проводов не может быть рекомендован, так как кроме перечисленных недостатков он в наименьшей степени удовлетворяет требованиям агрегатирования: основные оборочные работы нельзя выполнить заранее, они должны проводиться на заводе, где устанавливается станок или линия; при перекомпоновке необходимо полностью переделать все внешние проводки и т. д.

Указанных недостатков лишена верхняя проводка, которая в настоящее время находит все большее применение. При верхней проводке провода прокладываются в трубах или в коробах.

В трубах провода прокладываются на станках и линиях, для которых число магистралей невелико. Однако при большом числе магистралей затрудняется монтаж трубопроводов, прокладывание и присоединение проводов. Кроме того, внешний вид линии с такой системой разводки электрических коммуникаций несколько ухудшается. Прокладывание проводов в коробах выполняется как на линиях, так и на станках. При выполнении внешних проводов при помощи короба верхней разводки и трубопроводов, прокладываемых по механизмам, удается наилучшим образом удовлетворить основному условию агрегатирования. Короб верхней разводки, как правило, собирается из стандартизованных секций. В связи с этим именно такой способ выполнения внешних электрических проводов является наиболее целесообразным и находит широкое применение в агрегатированном электрооборудовании.

Конструкция короба верхней разводки должна обеспечивать ряд условий: надежную защиту расположенных в них жгутов; удобство доступа к ним; простоту монтажа и демонтажа для транспортировки и в случае перекомпоновки станка или линии. Короба представляют собой желоба из листовой стали толщиной 1—3 мм, которые закрываются крышками сверху либо сбоку. Однако последний вариант находит ограниченное применение. Для удобства прокладки жгутов и быстрого отыскания повреждений в коробах больших сечений иногда предусматриваются полки для укладки жгутов.

В системе агрегатированного электрооборудования особое значение приобретает стандартизация узлов и элементов коробов, которая позволила бы собирать короба для различных компоновок станков и линий из ограниченного числа стандартных секций. С этой целью короба выполняются из отдельных секций, стыкуемых между собой и соединяемых при

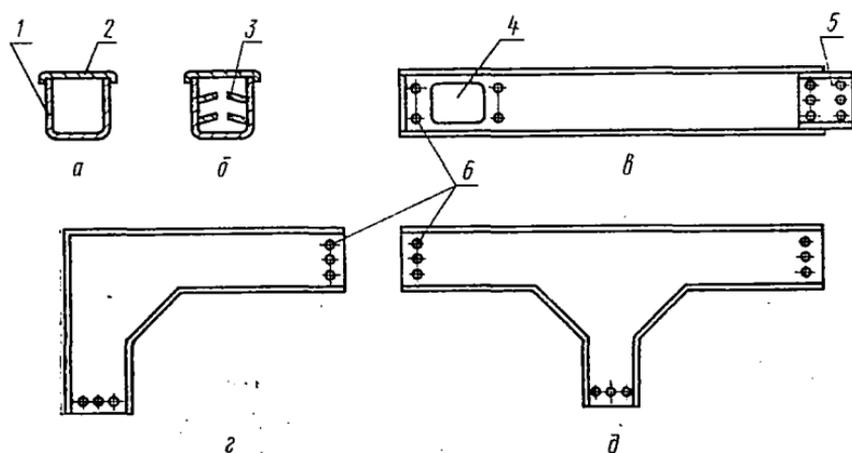


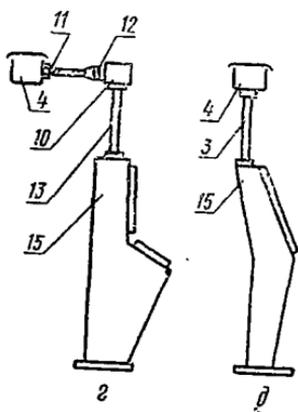
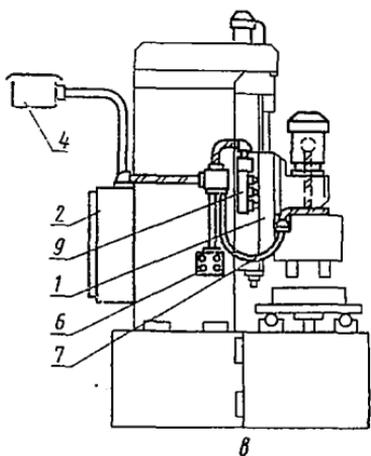
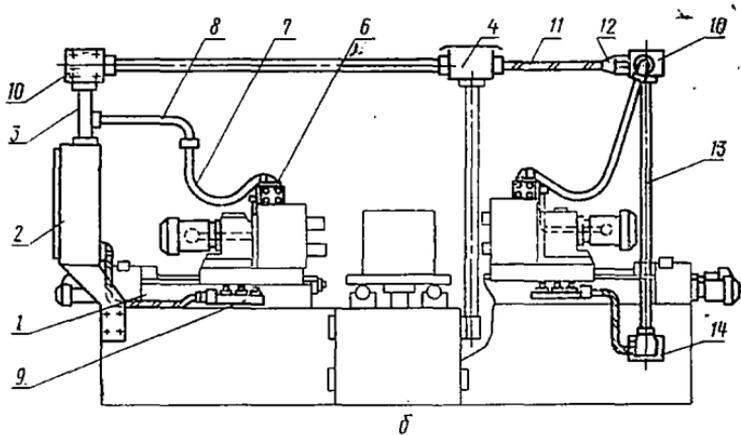
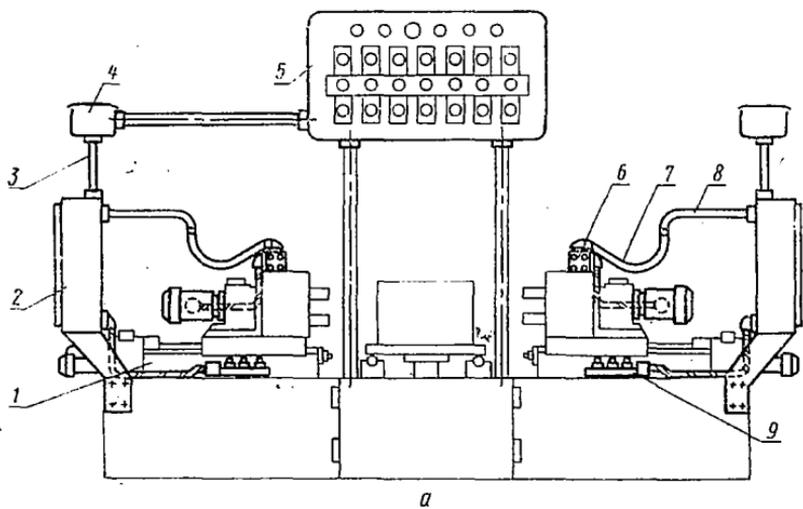
Рис. 63. Короб верхней разводки:

*а, б*—сечение короба; *в*—прямая секция; *г*—угловая секция; *д*—Т-образная секция; *1*—короб; *2*—крышка; *3*—полки для жгутов; *4*—окно для прохода жгутов; *5*—накладка для стыковок; *б*—отверстия для соединительных винтов

помощи винтов, причем наиболее распространенным способом стыковки является стыковка «внакладку», обеспечивающая необходимую герметичность короба.

На рис. 63 показаны примеры стандартизованных секций короба верхней разводки: прямая, угловая и Т-образная. Наличие таких секций позволяет собирать короб практически любой заданной формы. Однако допускается разработка секции оригинальной конструкции в том случае, если нельзя подобрать стандартизованную.

Для вертикальных частей короба широкое применение нашли проставки и стойки, которые также стандартизуются.



Так как в системе агрегатированного электрооборудования каждый узел представляет собой законченный элемент общей компоновки, особое значение приобретают методы присоединения таких узлов, связи его с центральной станцией управления и другими узлами линии. Одним из основных вопросов в этом случае является способ присоединения к коробу верхней разводки. Варианты присоединения силовых узлов и центральных пультов показаны на рис. 64. На рис. 64, а приведена компоновка линии, при которой силовые узлы с индивидуальными электрошкафами расположены с обеих сторон рабочего транспортера. Трасса короба в этом случае проходит над силовыми узлами двумя ветвями. На горизонтальных силовых узлах индивидуальный электрошкаф устанавливается в торце основания узла на специальном кронштейне. При разных длинах оснований регулированием вылета кронштейнов достигается установка индивидуальных электрошкафов на одной линии, параллельной рабочему транспортеру. Так как короб проходит на высоте порядка 2,2 м, а верхняя плоскость индивидуального электрошкафа — на высоте 1,8 м, то между коробом и шкафом устанавливается специальная проставка, служащая для прохода проводов и для крепления короба. Кроме того, к проставке прикрепляется труба с изгибом на конце, от которой подводятся провода к подвижной части узла. К неподвижной части узла провода в металлорукаве подводятся от индивидуального электрошкафа. На приведенном рисунке показан способ присоединения пульт-табло к коробу. Пульт-табло устанавливается над рабочим транспортером на специальных стойках, прикрепляемых к основанию транспортера. От короба к боковой или задней стенке пульт-табло прокладывается труба или короб небольшого сечения для подвода проводов. Такой вариант установки пульт-табло возможен при отсутствии в линии вертикальных силовых узлов и других механизмов, затрудняющих обзор пульт-табло при обслуживании линии.

На рис. 64, б показан пример подвода проводов к силовым узлам, когда короб проходит над рабочим транспортером. При встраивании в линию силового узла с индивидуальным электрошкафом на последний целесообразно установить проставку с разветвительной коробкой на высоте, соответствующей высоте короба. Между коробкой и коробом прокладывается труба, а к проставке прикрепляется труба-кронштейн для подключения подвижной части узла. В остальной разводка такая же, как и на рис. 64, а. При встраивании в линию силового узла без индивидуального электрошкафа на узле

Рис. 64. Присоединение к коробу верхней разводки:

1—силовой стол; 2—электрошкаф; 3—проставка; 4—короб; 5—пульт-табло; 6—наладочный пульт; 7—резиновый рукав; 8—труба-кронштейн; 9—упоры управления; 10—разветвительная коробка; 11—металлорукав; 12—штупсельный разъем; 13—стойка для прокладывания проводов; 14—кронштейн; 15—пульт управления

устанавливается стойка с коробкой. Жгут проводов, прокладываемый в металлорукаве от короба к коробке, заканчивается вставкой штепсельного разъема, соответствующей колодке на коробке. Из коробки провода в гибком резиноканевом рукаве присоединяются к подвижной части узла, а из кронштейна стойки — к неподвижной. Таким образом, присоединение жгута проводов, выходящего со станции управления, осуществляется посредством штепсельного разъема. Как правило, в большинстве случаев длина металлорукава от короба до коробки не превышает 2,5 м. Если же расстояние между коробом и коробкой окажется больше 2,5 м, то выполнять проводку между ними металлорукавом не следует из-за большого его провеса и увеличения усилия в концевых заделках. В таких случаях вместо металлорукава следует устанавливать трубу. Для удобного присоединения проводов в коробке устанавливаются наборы зажимов. Кроме того, следует учесть, что при большом числе подводимых проводов к узлу (двумя и более металлорукавами или трубами) связь между коробом и узлом целесообразно выполнять коробом прямоугольного сечения небольших размеров. Внешний вид и качество проводки при этом хорошее. Трубы для электропроводки диаметром выше 1½" применять не рекомендуется. Однако прокладка одной ветви короба вдоль линии имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что внешний вид линии ухудшается наличием ответвлений к узлам и, кроме того, несколько затрудняется установка короба. Такой вариант установки короба возможен только при компоновке линии из горизонтальных силовых узлов.

Автоматические линии, у которых внешняя электропроводка выполнена, как показано на рис. 64, а, имеют меньшее число шкафов в центральной станции управления и меньшее число проводов, выходящих из центральной станции к узлам. Условия эксплуатации и обслуживания при этом улучшаются. Достоинством такой компоновки является хороший внешний вид проводок.

На рис. 64, в приведен пример присоединения к коробу вертикального силового узла, на колонне которого установлен индивидуальный электрошкаф. Связь короба с электрошкафом выполняется при помощи трубы или проставки прямоугольного сечения.

На рис. 64, г, д показаны некоторые примеры присоединения центральных пультов управления к коробу верхней разводки. При прохождении короба в стороне от пульты связь между ними может выполняться при помощи металлорукава, для чего на пульт устанавливается стойка с разветвительной коробкой, на которой крепится штепсельный разъем (рис. 64, г). При большом числе подводимых к пульту проводов появляется необходимость в установке нескольких штеп-

сельных разъемов и в прокладке нескольких металлорукавов. Внешний вид и надежность такого соединения неудовлетворительны. В этом случае целесообразно вместо металлорукава устанавливать короб небольшого сечения.

При прохождении короба над пультом связь между ними осуществляется при помощи проставки (см. рис. 64, *д*).

Представляет интерес выполнение связи между коробом и гидростанциями, устанавливаемыми на линиях. В последнее время широко применяются гидростанции, у которых гидропанель устанавливается на гидробак в вертикальном положении, т. е. панель с гидроаппаратами притычного исполнения.

На рис. 65, *а, б* в качестве примера показаны два способа присоединения такой гидростанции к коробу. На рис. 65, *а* присоединение выполнено посредством штепсельного разъема, для чего в верхней части гидропанели устанавливается колодка разъема, а из короба жгут проводов в металлорукаве со вставкой разъема на конце подводится к гидростанции. Высота короба и гидропанели соизмеримы, поэтому стойка с разветвительной коробкой на панели не устанавливается. Вместо штепсельного разъема может быть установлена разветвительная коробка, из которой к коробу подводится труба (рис. 65, *б*). В этом случае в разветвительной коробке необходимо установить наборы зажимов. Этот вариант отличается хорошим внешним видом и надежностью в работе.

В том случае, когда высота гидропанели не соизмерима с высотой короба и короб проходит в стороне от гидростанции, рекомендуется на гидростанции устанавливать стойку с разветвительной коробкой, а между коробкой и коробом связь выполнять при помощи трубы или металлорукава.

Как правило, на гидропанелях устанавливается большое число гидрозолотников, реле давления и других аппаратов с электрическим управлением. Поэтому присоединение проводов к таким аппаратам имеет важное значение. Широко применяется разводка, при которой на панели рядом с аппаратами устанавливаются короба небольших сечений, откуда провода в металлорукаве или полихлорвиниловой трубке присоединяются к аппаратам (рис. 65, *в*). При таком способе электропроводка имеет хороший внешний вид, удобна для монтажа и ремонтов.

Следует отметить, что для улучшения внешнего вида механизмов и удобства электромонтажа, для повышения качества проводок вместо труб (металлорукавов) в сочетании с разветвительными коробками применяются плоские короба нижней разводки (сечением порядка 40×70 мм). Особенно удобны короба при необходимости прокладывания большого числа проводов, когда требовалось бы прокладывать рядом несколько трубопроводов. Короба в местах ответвлений и

Вид А

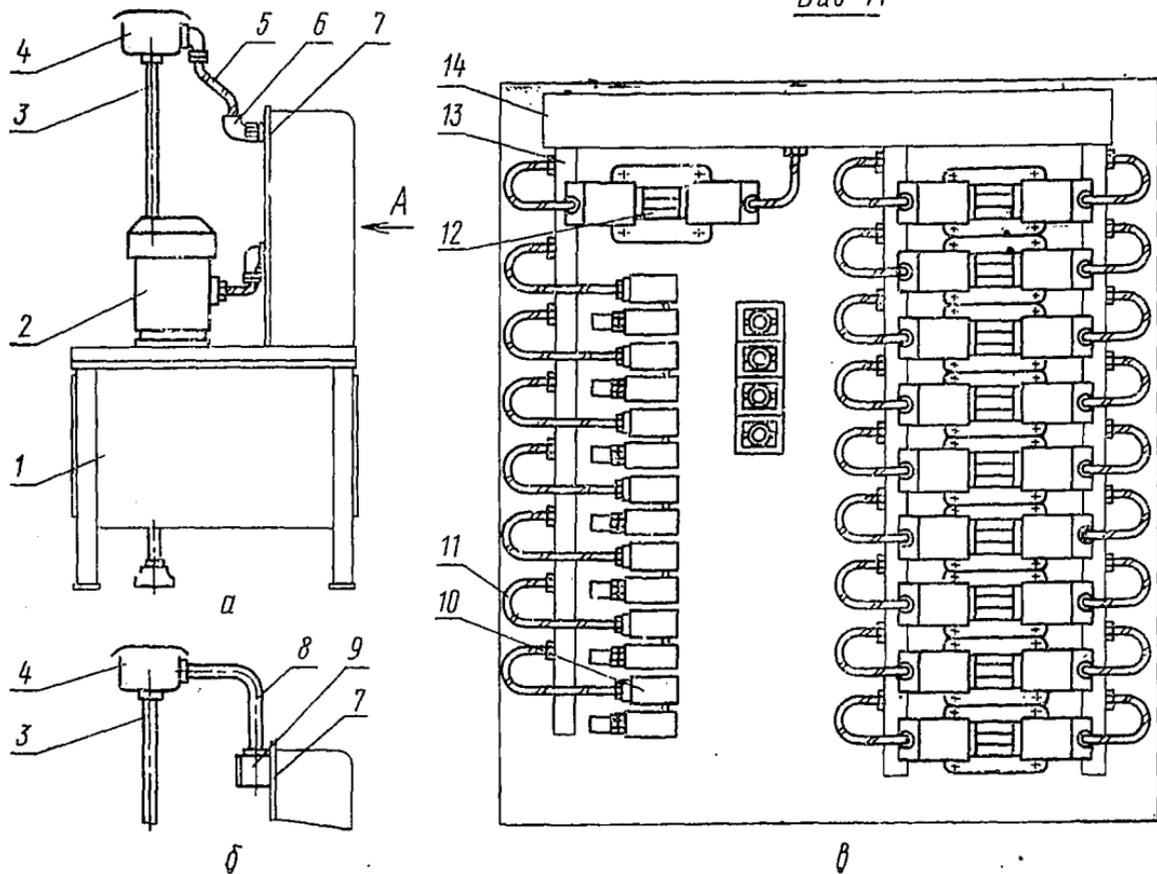


Рис. 65. Монтаж гидростанций

1—гидробак; 2—электро-  
двигатель; 3—стойка; 4—ко-  
роб; 5—металлорукав; 6—  
штепсельный разъем; 7—  
гидропанель; 8—труба; 9—  
разветвительная коробка;  
10—реле давления; 11—металлорукав или полихлор-  
виниловая трубка; 12—гид-  
розолотник; 13—короб для  
прокладки проводов;  
14—короб для установки  
наборов зажимов

изгибов для удобства протаскивания проводов имеют окна, закрываемые крышками. На рис. 66 показан пример установки такого короба на основании вертикального станка, входящего в линию. На основании установлено две разветвительные коробки, между которыми по основанию прокладывается короб.

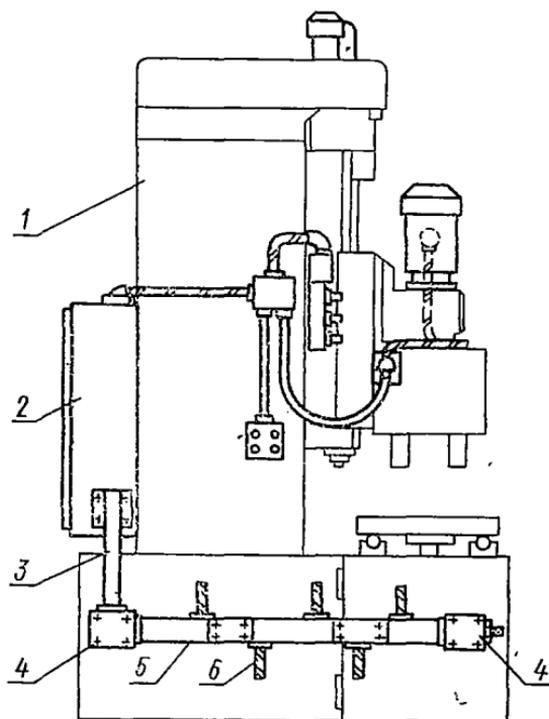


Рис. 66. Выполнение проводок в коробе нижней разводки:

1—силовой механизм; 2—электрошкаф; 3, 5—короб нижней разводки; 4—разветвительная коробка; 6—металлорукав

Между электрошкафом и коробкой также устанавливается короб. Таким образом, наибольшее количество проводов проходит через короб; ответвления от короба могут быть выполнены в любом месте.

Присоединение других узлов автоматических линий к коробу верхней разводки выполняется одним из способов, рассмотренных выше для силовых узлов, пультов управления и гидростанций.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

### 28. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основные положения, рассмотренные в предыдущих главах, являются исходным материалом для проектирования электрооборудования станков и линий. Таким образом, методика проектирования, описываемая ниже, базируется на следующем:

секционирование принципиальных и монтажно-конструктивных решений;

типизация схем управления и их элементов;

наличие унифицированных узлов электрооборудования силовых, вспомогательных механизмов и электрических устройств;

наличие стандартных конструктивных узлов и элементов электрооборудования.

Оптимальность методики проектирования во многом зависит от принятых способов секционирования, типизации и унификации узлов электрооборудования и определяется различными аспектами, для которых должно быть найдено правильное соотношение. В первую очередь оптимальная методика предполагает высокую эффективность проектных работ, высокую производительность труда, снижение себестоимости и повышение качества при изготовлении, надежность, долговечность и ремонтпригодность электрооборудования в эксплуатации.

Так как секционирование, типизация и унификация затрагивают все без исключения компоненты электрооборудования станков и линий, они позволяют осуществлять проектирование широкого круга станков и линий по единой методике, независимо от количества, типа и характера применяемых в них механических узлов. Таким образом, важной особенностью методики проектирования является комплексность, обеспечиваемая принятым способом унификации и агрегатирования и выражающаяся в широком охвате различ-

ных вариантов компоновок станков и линий, выдвигаемых потребностями заводов-потребителей. Например, принятый способ унификации позволяет применить один и тот же унифицированный узел в большом количестве различных типов станков, конструктивно отличающихся друг от друга, и этим значительно повысить уровень унификации электрооборудования.

Остановимся более подробно на составе электрооборудования с точки зрения подготовки проектирования с максимальным использованием унифицированных и стандартных узлов и деталей (рис. 67). В этом случае проектирование предполагает наличие унифицированных конструктивно-монтажных рядов узлов электрооборудования и конструктивных элементов. Существенную часть составляют также стандартные комплектующие изделия. В необходимых случаях в проект включаются оригинальные узлы и детали, выполняемые для конкретной модели станка, главным образом с учетом типовых решений.

При подготовке проектирования в первую очередь должно учитываться требование максимального использования унифицированных решений в каждом из проектируемых станков. Агрегатированное электрооборудование в наиболее общем виде представляет собой совокупность отдельных компонентов, меньшая или большая часть которых является унифицированной. Предельной в первом случае является совокупность только оригинальных узлов, а во втором — только унифицированных (т. е. с коэффициентом унификации 100%). Характерная особенность рассматриваемой методики — возможность охвата всей области, лежащей в этих пределах.

Пример максимального использования унифицированных узлов при агрегатировании электрооборудования одноколонного вертикального станка, в котором коэффициент унификации доведен до 100%, показан на рис. 68. На этом примере наглядно виден процесс агрегатирования электрооборудования из отдельных компонентов и конструкция этих компонентов. Метод проектирования электрооборудования таких станков подробно рассматривается в следующем параграфе. Полученная таким образом совокупность всех узлов и связующих их элементов называется общей компоновкой электрооборудования. (Это понятие следует отличать от компоновки электроаппаратов на механизме, станке или линии, а также от компоновки механических узлов).

Компоновка электрооборудования — один из основных моментов проектирования, так как от правильной компоновки и выполнения ее элементов во многом зависят такие важные факторы, как надежность и ремонтпригодность. Компоновка оказывает существенное влияние на эргономические качества станка, удобство работы обслуживающего персонала.

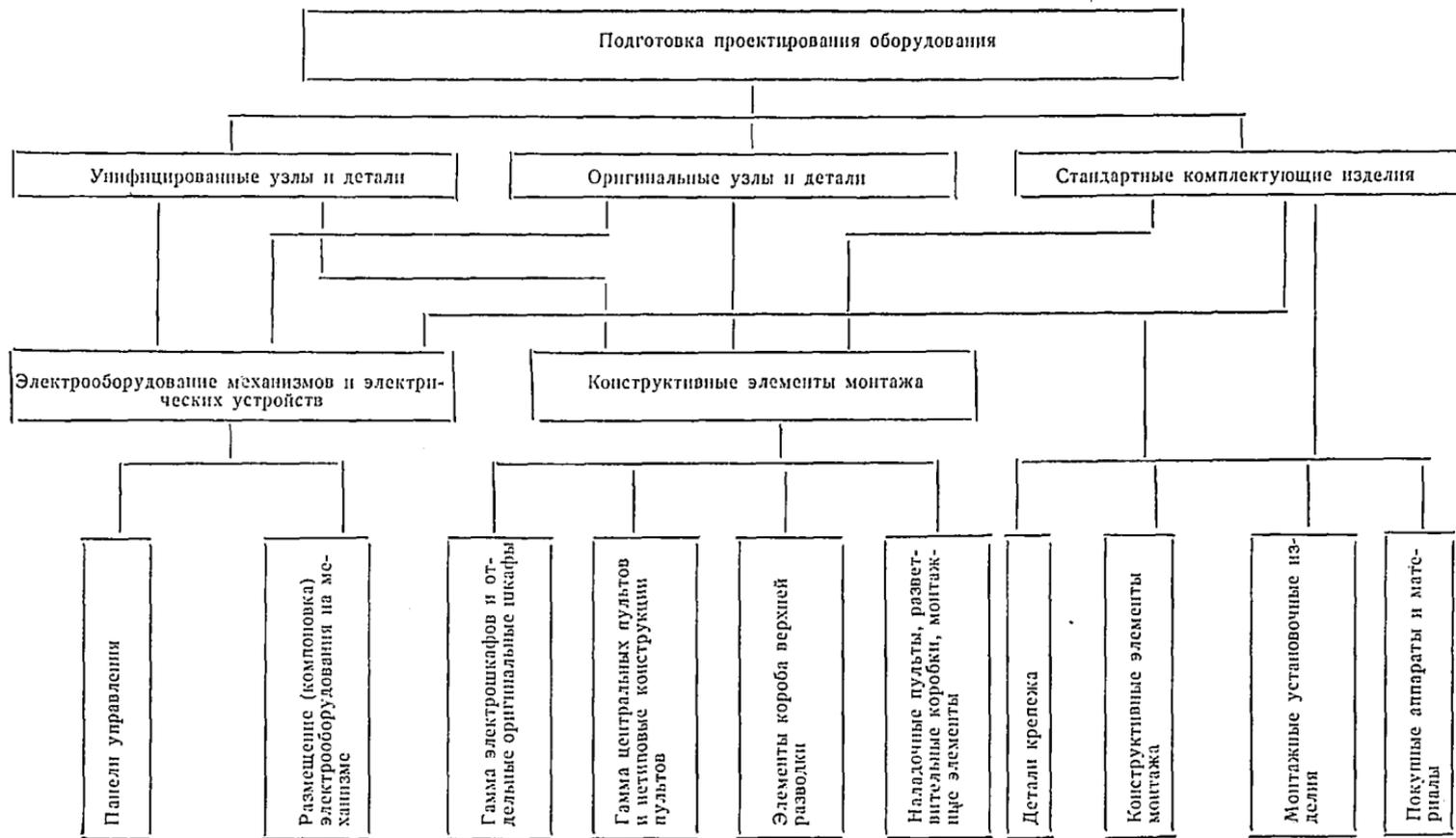


Рис. 67. Элементы подготовки проектирования

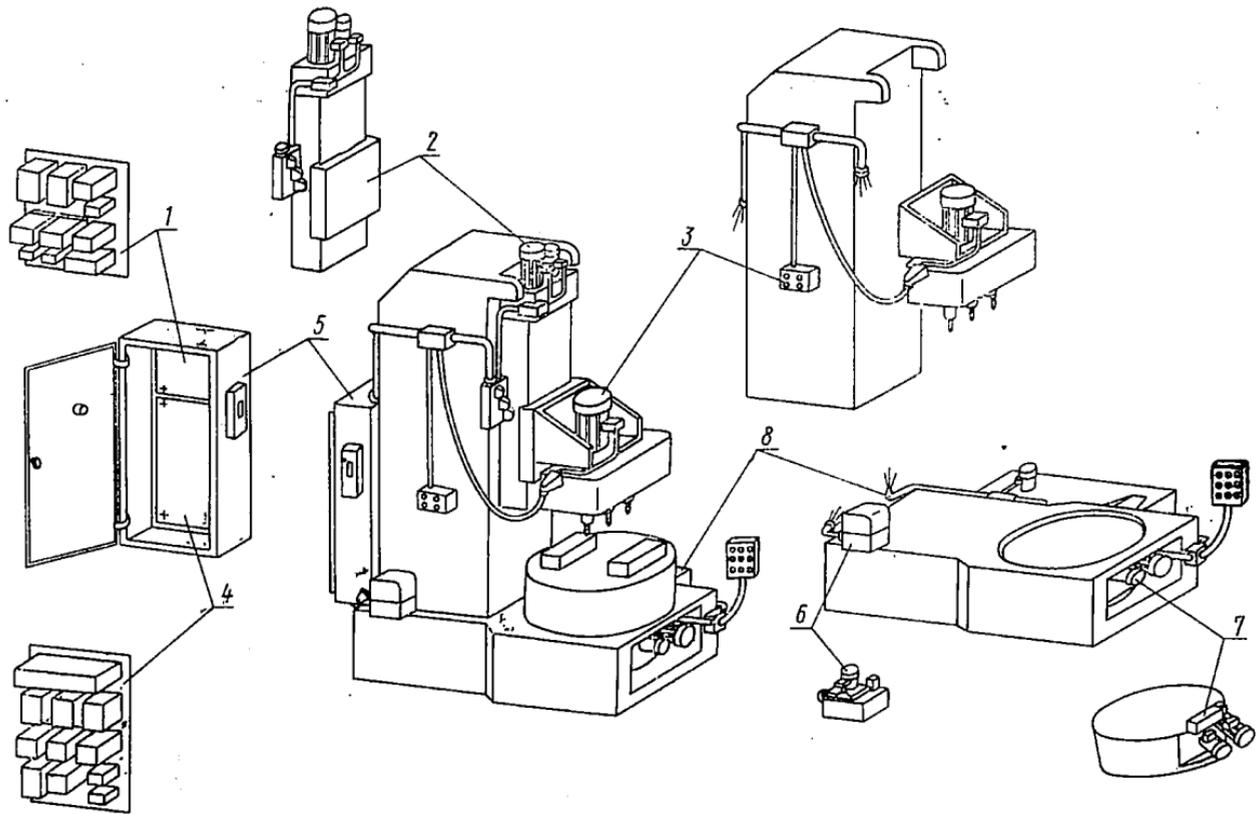


Рис. 68. Агрегатирование электрооборудования одноколонного станка:  
 узлы силового стола: 1—панель управления; 2—электрооборудование стола; 3—размещение электрооборудования; узлы станка: 4—панель управления станком; 5—станция управления; 6, 7—электрооборудование механизмов (гидростанция смазки и поворотного стола); 8—размещение электрооборудования в унифицированной компоновке станка

Основные требования, предъявляемые к компоновке электрооборудования, можно сформулировать следующим образом: удобство монтажа и обслуживания узлов; соответствие требованиям технической эстетики; удобство сборки и разборки агрегата на отдельные компоненты; надежная защита электрооборудования от влияния внешней среды; надежное выполнение разъемных узлов, гибких проводок, различных подвижных элементов электрооборудования, наиболее подверженных отказам в процессе эксплуатации.

Рассматриваемая методика предполагает наличие различных способов выполнения отдельных компонентов. Применение этих способов определяется, в первую очередь, условиями, оговариваемыми техническим заданием.

Следует определить признаки, лежащие в основе классификации способов выполнения отдельных компонентов. К ним относятся характер компоновки электрооборудования, определяемый уровнем ее унификации, характер и расположение станции управления.

Классификация способов выполнения отдельных компонентов приведена на рис. 69. Ее анализ показывает, что общие принципы едины для всех способов. В практике проектирования целесообразно применять понятие «метод», которое объединяет несколько способов выполнения компонентов. Практика проектирования электрооборудования в Минском СКБ-АЛ привела к выделению следующих основных методов в зависимости от классификационных признаков (см. рис. 69):  
метод унифицированной компоновки (признаки 1.1; 2.1; 3.1 — номер признака указан в левом верхнем углу квадратов);

метод унифицированной станции управления (признаки 1.2; 2.1);

панельный метод (признак 2.2);

комбинированные методы (различные комбинации признаков).

Методы проектирования полностью характеризуют принятое направление проектирования. В связи с этим понятие «метод» лежит в основе дальнейшего рассмотрения проектирования электрооборудования с применением унифицированных узлов.

Различные методы проектирования характеризуются специфическим решением общей задачи, принимаемым конструктором. Правильный выбор метода ведет к наиболее рациональному решению, оптимальному для условий, предложенных техническим заданием.

В наиболее общем случае одна и та же задача проектирования может быть решена несколькими путями с небольшой разницей в трудоемкости, эффективности конструктивных решений и т. п., в то время, как неправильный выбор может

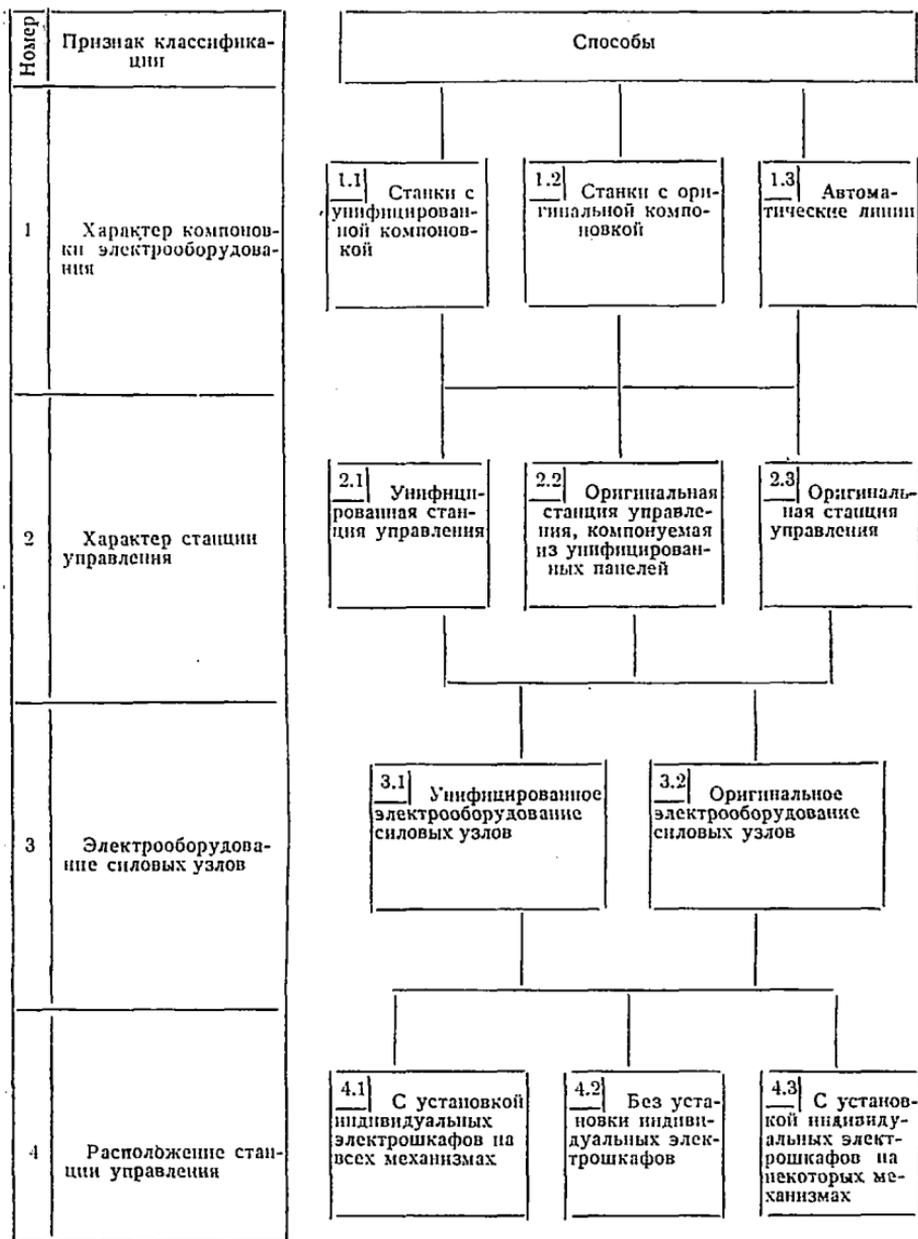


Рис. 69 Способы выполнения отдельных компонентов электрооборудования

привести к значительному увеличению сроков проектирования и его трудоемкости, снижению качества. Отсюда следует, что выбор оптимального варианта метода проектирования представляет достаточно ответственную и технически сложную проблему. Алгоритм выбора оптимального метода про-

ектирования показан на рис. 70. Он формулируется следующим образом. Путем анализа технического задания должно обеспечиваться выполнение всех условий, оговариваемых в нем. Вторым этапом является выбор унифицированных узлов



Рис. 70. Алгоритм проектирования электрооборудования станка (линии)

электрооборудования, а вслед за этим типовых решений на основе унифицированных и типовых узлов, причем используется коллективный опыт проектной организации, закрепленный в руководящих материалах, технических инструкциях и условиях и т. п. На следующем этапе проводится проверка конструкции на оптимальность, в том числе: удобство монтажа, обслуживания, эстетические и эргономические качества,

экономичность. Далее проводится анализ отступлений в проекте от системы унификации с целью возможной подгонки задания для обеспечения более полного использования унифицированных узлов и типовых решений, которая осуществляется соответствующим согласованием. По имеющимся признакам способов выполнения отдельных компонентов принимается решение о выборе метода проектирования всего электрооборудования, которое затем окончательно проверяется сравнением с техническим заданием.

Для агрегатированного электрооборудования система конструкторской документации выполняется в соответствии с ГОСТ 2.701—68 и ГОСТ 2.702—69, но по сравнению с несекционированным электрооборудованием имеет свои особенности.

1. Весь проект делится на отдельные законченные проекты узлов электрооборудования, которые представляют собой полный комплект документов, включающий спецификацию; состав такого комплекта зависит от характера, конструкции или функционального назначения узла. Это позволяет при необходимости легко осуществлять заимствование или переделку проекта.

2. Для секционированного электрооборудования в проект вводится документ, отражающий компоновку электрооборудования станка или линии из унифицированных и оригинальных узлов (функциональные схемы, схемы общей компоновки и т. п.).

3. С целью повышения организации проектных работ и изготовления создается единый код для обозначения чертежей узлов электрооборудования.

4. Содержание отдельных конструкторских документов может незначительно изменяться в зависимости от сложности агрегата.

Проектирование электрооборудования ведется на основании технического задания, составленного ведущим конструктором станка, проектирующим его механическую часть. Особое значение имеет техническое задание при проектировании агрегатного оборудования, которое характеризуется большим объемом и сжатыми сроками проектных работ, выполняемых в массовом масштабе. Массовый характер проектных работ требует высокой организации: единообразия при оформлении технического задания, простоты составления, выдачи и учета и др. Техническое задание должно содержать полные сведения об унифицированных и оригинальных компонентах станка (линии), их конструктивном исполнении, мощности электродвигателей, цикле работы и т. п. К унифицированным компонентам, отражаемым в задании, относятся не только механические узлы, но и некоторые унифицированные узлы электрооборудования, выбор которых определяется проекти-

рованием механической части станка, например, электрооборудование силового стола с левым или правым исполнением упоров управления.

В целом задание состоит из чертежа общего вида агрегата с указанием расположения электрических аппаратов и бланка, выполняемого типографским способом и заполняемого необходимыми сведениями.

## 29. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СТАНКОВ С УНИФИЦИРОВАННОЙ КОМПОНОВКОЙ

Проект электрооборудования агрегатного станка при применении унифицированных проектов силовых и вспомогательных механизмов и панели управления станком включает проект одного узла «Размещение электрооборудования на станке», в который входят следующие документы: общий вид станка, на котором изображены электрические аппараты, машины и электрические коммуникации; схема соединений; детали; спецификация. Однако при определенных условиях этот узел также может быть унифицирован, в результате чего проект электрооборудования станка будет состоять полностью из отдельных унифицированных проектов.

Для унификации узла «Размещение электрооборудования на станке» выбираются станки, часто повторяющиеся из проекта в проект и имеющие относительно небольшое число механизмов. Одним из таких станков в практике Минского СКБ-АЛ является одноколонный вертикальный станок с поворотным-делительным столом. Станок комплектуется из постоянных механизмов: силового стола, поворотного-делительного стола, гидростанции смазки и электронасоса охлаждения. Следует отметить, что все перечисленные механизмы применяются разных габаритов, в связи с чем изменяется исполнение унифицированного проекта электрооборудования этих механизмов. Кроме постоянных механизмов в зависимости от вида зажима обрабатываемой детали на станке устанавливаются переменные механизмы: или гидростанция зажима, или электромеханический ключ, или пневмопанель. При отсутствии этих механизмов деталь зажимается вручную. Таким образом, одноколонные вертикальные станки по зажиму детали разделены на четыре группы. В каждой группе расположение механизмов, кроме силового стола и поворотного-делительного стола, может быть различным. Например, гидростанция смазки может быть установлена на колонне силового стола или на основании станка в любом удобном месте; электронасос — слева или справа основания станка.

В результате анализа компоновок оказалось возможным располагать механизмы в каждой группе станков в заранее

обусловленных местах, независимо от вида обрабатываемой детали и других определяющих факторов. Кроме того, постоянным может быть и расположение таких электрических узлов, как центральная станция управления и центральный пульт управления станка. Компоновка станка, в котором жестко привязаны все механизмы и узлы к станку независимо от их габарита и вида обрабатываемой детали, называется типовой компоновкой. Наличие типовой компоновки станка и унифицированной панели управления станком такой компоновки создает предпосылки и для унификации самой типовой компоновки, т. е. узла «Размещение электрооборудования на станке».

На рис. 71 приведена унифицированная компоновка типового одноколонного вертикального станка с гидравлическим зажимом детали (выбор панели управления станком приведен в табл. 36). Как видно из рисунка, гидростанция зажима и центральный пульт управления расположены с левой стороны, а электронасос охлаждения и гидростанция смазки — с правой. Станция управления закреплена на кронштейнах к торцу основания станка.

Станция управления комплектуется из панелей управления станком и панели управления силовым столом. В панель управления станком кроме аппаратов схемы выбора режимов и задания цикла входят также аппараты схемы управления вспомогательными механизмами. На рис. 72, а в электрошкафу центральной станции управления установлена панель управления станком. Панель управления силовым столом установлена в индивидуальном электрошкафу, который устанавливается на станке, как показано на этом же рисунке. На рис. 72, б показана компоновка станции управления, при которой панели станка и силового стола устанавливаются в одном электрошкафу, прикрепляемом к основанию станка.

Исполнения центральных станций управления и их выбор приведены в табл. 43.

Из таблицы следует, что станция управления выбирается по двум параметрам: по номинальному току вводного автомата и по компоновке в электрошкафу панелям. Например, для силового стола с силовой бабкой панель управления имеет размеры 420×500 мм, а панель управления станком — 860×500 мм. Эти панели комплектуются в одном электрошкафу, высота которого составляет 1400 мм. Для силового стола с силовой бабкой и резьбонарезной приставкой панель имеет размеры 900×500 мм, соизмеримые с размерами панели управления станком. В этом случае целесообразно на станке установить два одинаковых по размерам электрошкафа, в одном из которых устанавливается панель управления станком (центральная станция управления), а в другом — панель управления силовым столом (индивидуальный электрошкаф

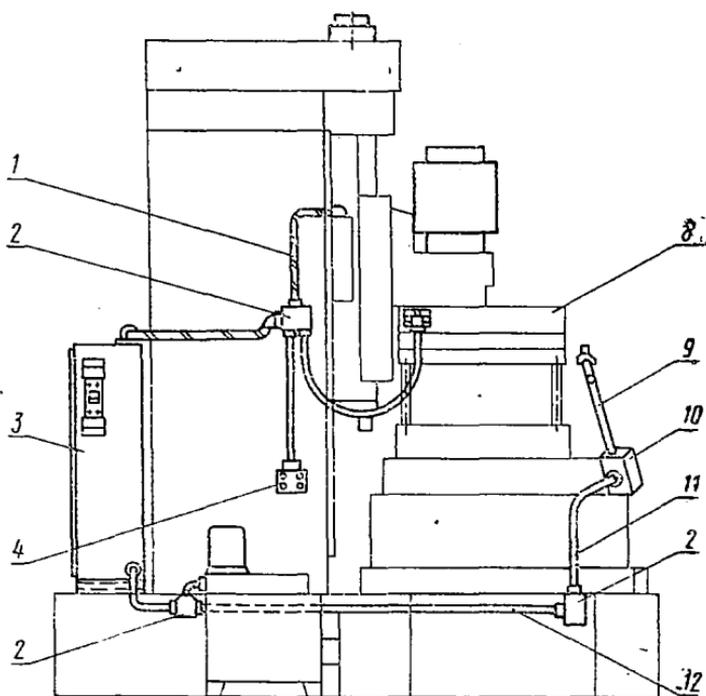


Рис. 71. Унифицированная компоновка одноколонного вертикального станка:

1—металлорукав; 2—разветвительная коробка; 3—станция управления; 4—иаладочный пульт силового стола; 5—электронасос охлаждения; 6—гидростанция смазки; 7—гидростанция зажима детали; 8—силовой стол; 9—светильник; 10—центральный пульт управления; 11—стойка пульта; 12—труба; 13—поворотно-делительный стол

стола). Следует отметить, что, хотя и изменяется схема управления силовым столом с изменением его циклограммы, это не ведет к изменению схемы управления станком благодаря унификации входных и выходных команд, которые остаются при этом неизменными.

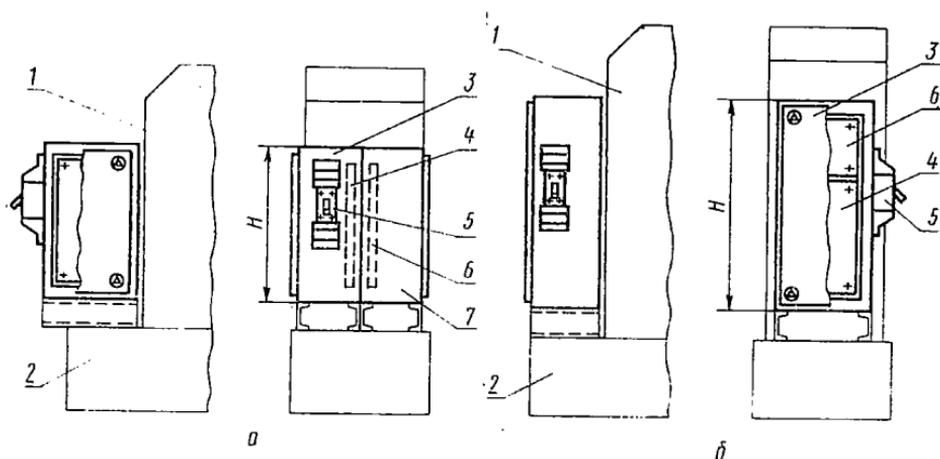


Рис. 72. Установка станции управления:

1—колонна; 2—основание; 3—станция управления; 4—панель управления станком; 5—вводный автомат; 6—панель управления силовым столом; 7—электрошкаф

На рис. 73 приведена монтажная схема типовой компоновки. На монтажной схеме унифицированные механизмы показаны в виде квадратов, так как чертежи, по которым выполняется электромонтаж, входят в комплект документации механизма. Причем эти механизмы полностью монтируются на узловой сборке, после чего поступают на общую

Таблица 43

Станция управления			Панели управления		Номинальный ток вводного автомата, А
Изображение	Обозначение	H, мм	4	5	
Рис. 72, а	УМ 8800—201	1000	Станком	—	70
	УМ 8800—202				100
Рис. 72, б	УМ 8800—301	1400		Силовым столом с силовой бабкой	70
	УМ 8800—302				100

сборку станков. Для присоединения к станку механизмов на последних устанавливается, как правило, колодка штепсельного разъема. Вставки штепсельных разъемов и трасса прокладки внешних проводов показаны на монтажной схеме станка. В качестве примера в табл. 44 приведена характеристика трех внешних жгутов.

На рис. 74 приведены четыре унифицированные компоновки одноколонного вертикального станка, отличающиеся меж-

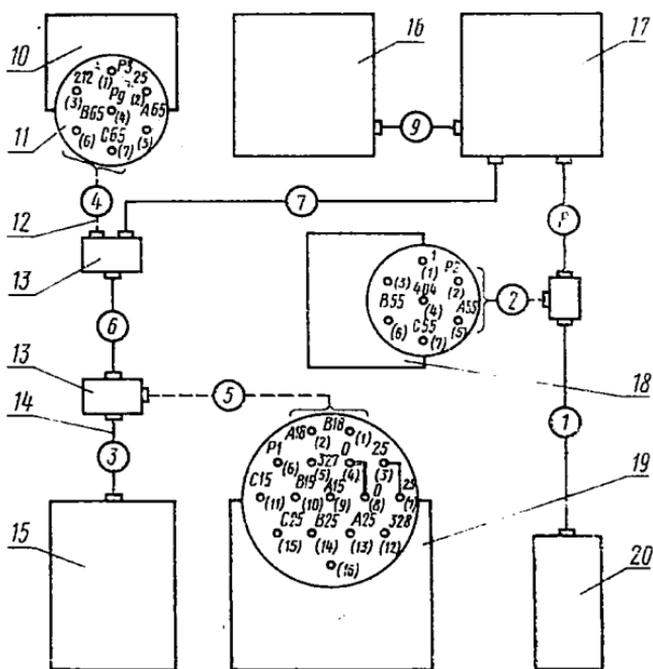


Рис. 73. Монтажная схема станка:

1—9—жгуты проводов; 10—гидростанция зажима детали; 11—вставка штепсельного разъема; 12—металлорукав; 13—разветвительная коробка; 14—труба; 15—центральный пульт; 16—силовой стол; 17—станция управления; 18—гидростанция смазки; 19—поворотно-делительный стол; 20—электронасос охлаждения

ду собой видом зажима детали. Кроме приведенных на этом рисунке компоновок выполнены еще четыре компоновки, отличающиеся от предыдущих установкой в торце основания двух электрошкафов, как показано на рис. 72, б. Это обусловлено тем, что панели управления станком и силовым столом установлены в отдельных электрошкафах. Выбор унифицированной компоновки одноколонного вертикального станка приведен в табл. 45.

На рис. 75, б приведена типовая компоновка двустороннего барабанного станка, имеющего большее число механизмов и более сложную внешнюю электропроводку, выполненную в коробе верхней разводки. В этой компоновке опреде-

лено постоянное расположение силовых столов и барабана, гидростанции смазки, электромеханического ключа зажима детали, электронасоса охлаждения и пневмопанели, а также центрального пульта и центральной станции управления, условно разделенной на две станции. Кроме того, вдоль стан-

Таблица 44

Обозначение жгута	Адрес жгута	Провода				Длина жгута, м
		Цвет	Сечение, мм <sup>2</sup>	Количество	Маркировка	
1	Электронасос охлаждения	Черный	1	3	A <sub>45</sub> , B <sub>45</sub> , C <sub>15</sub>	6
		Желто-зеленый	1,5	1	0	
2	Гидростанция смазки	Черный	1	3	A <sub>55</sub> , B <sub>55</sub> , C <sub>55</sub>	7
		Красный			1, 404, P <sub>2</sub>	
3	Центральный пульт управления	Красный	1	7	1, 3, 154, 156, 402, 405, P <sub>4</sub>	10
		Голубой		13	0, 25, 177, 201, 202, 206, 210, 213, 222, 224, 226, 223, P <sub>5</sub>	

ка проложена одна ветвь короба верхней разводки для прокладки внешних жгутов. Станции управления komponуются из унифицированных панелей: панелей управления силовыми столами, панели управления станком и панели источников питания цепей управления постоянного (24 В) и переменного (127 В) тока. Панель управления барабанным станком выполнена, в отличие от панели управления одноколонным вертикальным станком, без аппаратов источников питания, которые собраны на отдельной панели — панели источников с целью удобства ее компоновки с другими панелями.

В табл. 46 приведены исполнения и составные элементы унифицированной станции управления барабанного станка. Станция управления исполнения 101 скомпонована из трех панелей: панели управления силовым столом, панели источников питания цепей управления и панели-заглушки, а исполнения 102 — из двух: панели управления столом и панели управления станком. Кроме того, в станции управления исполнения 102 установлен вводной автомат. Наличие типо-

вой компоновки барабанного станка и унифицированной панели управления барабанным станком дает возможность типовую компоновку перевести в унифицированную, для чего необходимо выполнить проект узла «Размещение электрооборудования на станке». Как указывалось выше, необходи-

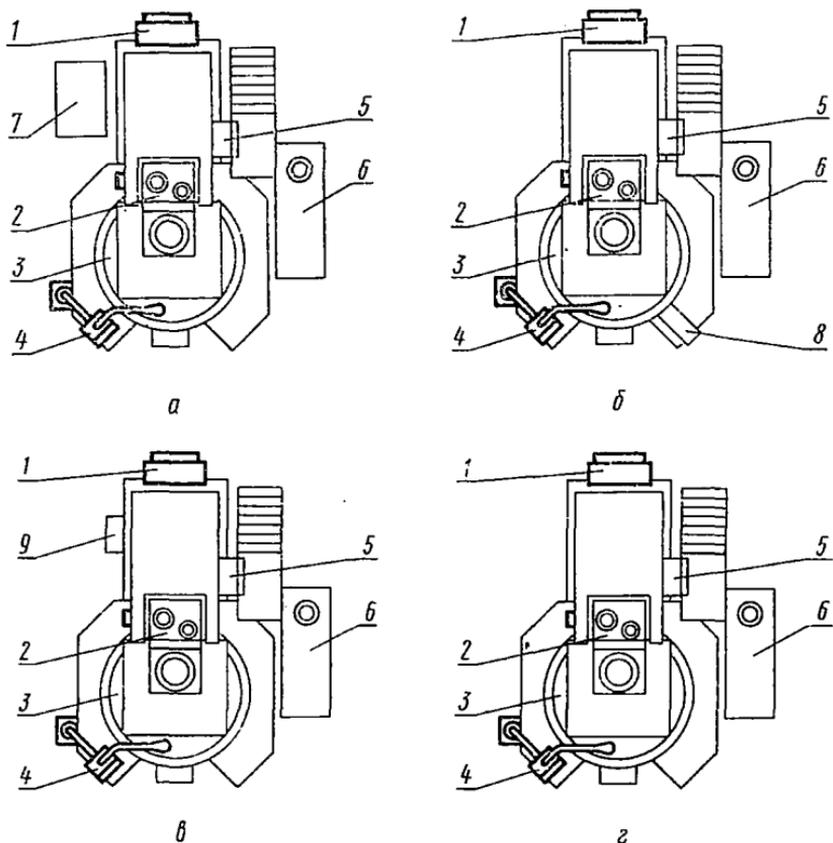


Рис. 74. Унифицированные компоновки одноколонного вертикального станка:

1—станция управления; 2—силовой стол; 3—поворотно-делительный стол; 4—центральный пульт; 5—гидростанция смазки; 6—электронасос охлаждения; 7—гидростанция зажима; 8—электропанель; 9—пневмопанель

мо выполнить чертеж общего вида станка с указанием всех элементов размещения электрических аппаратов и узлов и элементов внешней проводки, а также чертеж монтажной схемы станка. Унифицированная компоновка имеет восемь исполнений, определяемых установкой корпуса верхней разводки, который, в свою очередь, зависит от высоты станции управления, устанавливаемых на станке в зависимости от встраиваемых в станке силовых узлов и расположением привода поворота барабана на станке. Выбор исполнения уни-

Силовой стол	Зажим детали				Установка станции управления
	гидравлический (рис. 74, а)	электро-механи- ческим ключом (рис. 74, б)	пневмати- ческий (рис. 74, в)	ручной (рис. 74, г)	
С силовой бабкой	УМ8540—101	УМ8541—101	УМ8542—101	УМ8543—101	Рис. 72, а
С силовой бабкой и резьбона- резной приставкой	УМ8540—201	УМ8541—201	УМ8542—201	УМ8543—201	Рис. 72, б

фицированной компоновки и станций управления барабанного станка в зависимости от изменения указанных параметров приведен в табл. 47. Например, на станке устанавливаются силовой стол с силовой бабкой (А1) и силовой стол с силовой бабкой и резьбонарезной приставкой (А2). Привод барабана расположен справа. Из таблицы следует, что на станке необходимо установить станцию управления № 1

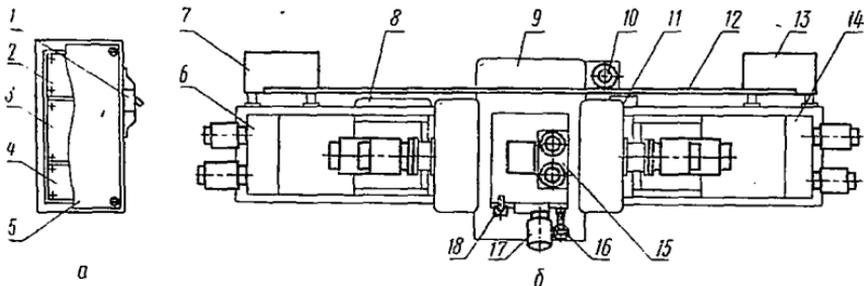


Рис. 75. Унифицированная компоновка барабанного станка:

а—станция управления; б—станка; 1—вводный автомат; 2—4—панели; 5—станция управления; 6—силовой стол 1А; 7—станция управления № 1; 8—пневмопанель; 9—барабан; 10—электронасос охлаждения; 11—гидростанция смазки; 12—короб верхней разводки; 13—станция управления № 2; 14—силовой стол 2А; 15—привод барабана; 16—светильник; 17—электро-механический ключ; 18—центральный пульт

УМ8860—103, станцию управления № 2 — УМ8860—102, унифицированная компоновка станка при этом имеет номер УМ8561—103.

Так же могут быть унифицированы и другие компоновки станков, для чего необходимо иметь типовую компоновку станка и унифицированную панель управления таким станком. Типовая компоновка выполняется для станков, часто повторяющихся в практике конструирования и имеющая небольшое число переменных механизмов и неизменную их

компоновку. Из других станков, имеющих типовую компоновку, можно назвать двусторонний станок со стационарным приспособлением. Станок, собираемый из поворотного-делительного стола, двух силовых узлов и вспомогательных ме-

Таблица 46

Станция управления (рис. 75, а)		Номинальный ток вводного автомата, а	Панели		
Обозначение	Н, мм		2	3	4
УМ8860—101	1000	—	Управления силовым столом с силовой бабкой	Источников питания	Заглушка
УМ8860—102	1400	100		Управления станком	—
УМ8860—103		—	Управления силовым столом с силовой бабкой и резьбонарезной приставкой	Источников питания	Заглушка
УМ8860—104	1800	100		Управления станком	—

Таблица 47

Силовой стол		Станция управления		Унифицированная компоновка	
А1 (левый)	А2 (правый)	№1 (левая)	№2 (правая)	Привод барабана справа	Привод барабана слева
С силовой бабкой		УМ8860—101	УМ8860—102	УМ8561—101	УМ8561—102
С силовой бабкой	С силовой бабкой и резьбонарезной приставкой	УМ8860—103	УМ8860—102	УМ8561—103	УМ8561—104
С силовой бабкой и резьбонарезной приставкой	С силовой бабкой	УМ8860—102	УМ8860—103	УМ8561—105	УМ8561—106
С силовой бабкой и резьбонарезной приставкой		УМ8860—103	УМ8860—104	УМ8561—107	УМ8561—108

ханизмов, имеет много различных компоновок, поэтому для такого станка следует разработать несколько типовых компоновок, которые при наличии унифицированных панелей управления станком можно перевести в унифицированные.

Для станков, компонуемых из унифицированных узлов и не имеющих типовой компоновки, но для которых разработана унифицированная панель управления станком, при выполнении проекта электрооборудования разрабатывается лишь узел «Размещение электрооборудования на станке». Остальные узлы применяются унифицированные.

Ниже рассмотрен способ проектирования электрооборудования агрегатных станков, состоящих только из унифицированных узлов электрооборудования. Для примера рассмотрим состав и выполнение проекта одноколонного вертикального станка с поворотным-делительным столом. Исходные данные для проектирования электрооборудования станка приведены в табл. 48.

Таблица 48

Компоновка станка		Типовая	Зажим детали	Гидростанция УМ 7411—101
Электрооборудование		УМ8440—109	Гидростанция смазк и	УМ7747
Габарит				
Силовой стол	Электродвигатель бабки	Тип АО2—51—4	Электронасос охлаждения	П90
		Мощность, кВт 7,5		
Расположение упоров управления		Правое	Поворотный-делительный стол	УМ4144
Циклограмма		Ускоренный подвод, рабочая подача, ускоренный отвод	Цикл станка	Поворот стола, цикл силового стола

Из табл. 36 выбираем панель управления станком. Затем необходимо выбрать центральную станцию управления для определения количества электрошкафов на станке. Из табл. 43 следует, что станция управления комплектуется из панели управления силовым столом и панели управления станком в одном электрошкафу и имеет номер УМ8800—301. Панель управления силовым столом и размещение электрооборудования на столе выбираются из табл. 27 и 28 соответственно.

Зная тип электродвигателя силовой бабки (А02—51—4) и габарит силового стола (V), а также то, что панель управления силовым столом устанавливается в общем электрошкафу, определяем, что необходимо использовать панель исполнения УМ8761—512.

Из табл. 29 определяем, что для панели силового стола с одной рабочей подачей необходимо применить размещенные электрооборудования на силовом столе УМ8461—200 (без индивидуального электрошкафа). Проект УМ8461—200 имеет те же исполнения, что и проект УМ8461—100. Воспользовавшись табл. 28, находим, что для правого расположения упоров управления и габарита 5 электродвигателя силовой бабки этот проект должен быть пятого исполнения. Таким образом, проект размещения электрооборудования на силовом столе для данного примера имеет исполнение УМ8461—205.

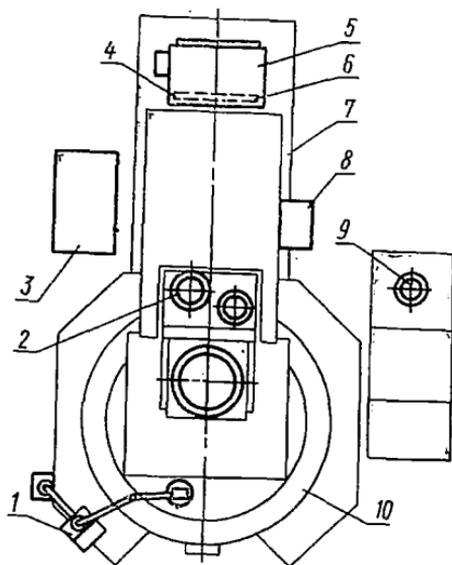


Рис. 76. Общая компоновка станка с унифицированным электрооборудованием

1—центральный пульт; 2—силовой стол (размещение электрооборудования на силовом столе); 3—гидростанция зажима; 4—панель управления силовым столом; 5—станция управления; 6—панель управления станком; 7—унифицированная компоновка станка; 8—гидростанция смазки; 9—электронасос охлаждения; 10—поворотный делительный стол

Проект унифицированной компоновки определяется по табл. 45. Для силового стола с силовой бабкой и с гидравлическим зажимом детали проекта компоновки имеют исполнение УМ8540—101.

Унифицированные проекты, из которых состоит электрооборудование станка, выбраны. Для выполнения проекта необходимо выполнить чертеж общей компоновки станка, как показано на рис. 76. Выбранные унифицированные узлы вписываются в таблицу, приводимую на этом чертеже (табл. 49). Кроме этого чертежа в проект электрооборудования входят ведомость узлов, в которую вносят выбранные унифицированные проекты и ведомость чертежей, входящих в руководство станка.

При наличии заранее заготовленных бланков чертежа общей компоновки ведомости узлов и ведомости чертежей для руководства, выполнение проекта электрооборудования станка из унифицированных узлов занимает исключительно мало времени. При этом качество проекта высокое, поскольку применяются отработанные и проверенные унифицированные узлы.

Силовой стол		Панель управления станком	Станция управления	Унифицированный комплект компонента станка в
Панель управления	Размещение электрооборудования			
УМ8761—512	УМ8461—205	УМ8840—104	УМ8800—301	УМ8540—101

Аналогично выполняются проекты электрооборудования и других станков, собранных из унифицированных проектов электрооборудования. При этом необходимо произвести выбор этих проектов и заполнить соответствующие документы.

### 30. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СТАНКОВ С ОРИГИНАЛЬНОЙ КОМПОНОВКОЙ

Станки с оригинальной компоновкой в практике проектирования встречаются наиболее часто и особенно трудоемки. Поэтому использование в них типовых и унифицированных узлов электрооборудования имеет особое значение.

Станки с оригинальной компоновкой электрооборудования отличаются не только оригинальной или типовой компоновкой механических узлов, но, как правило, они характеризуются в первую очередь наличием ряда параметров, которые не охвачены принятой системой унификации. К таким параметрам, в частности, могут относиться: цикл работы станка; взаимное расположение механизмов и узлов в общей компоновке; конструкция одного или нескольких механизмов; цикл работы одного или нескольких механизмов; управляющие, блокировочные и другие электрические связи между отдельными узлами; особые требования, оговоренные техническим заданием и вызванные условиями транспортировки станка, его обслуживания, ремонтов и т. п.

Компоновка электрооборудования определяется в первую очередь компоновкой механических узлов и принятым способом проектирования компонентов. В связи с этим рассмотрим некоторые характерные примеры компоновки механических узлов и основные методы, применяемые при проектировании электрооборудования станков с оригинальной компоновкой.

Достаточно характерен вариант компоновки электрооборудования многостороннего агрегатного станка, который состоит из четырех силовых столов (A1÷A4) с установленными

ми на них силовыми бабками, гидростанцией смазки и насосом охлаждения (рис. 77). Деталь зажимается вручную в стационарном приспособлении. В данном случае целесообразна установка индивидуальных электрошкафов с панелями

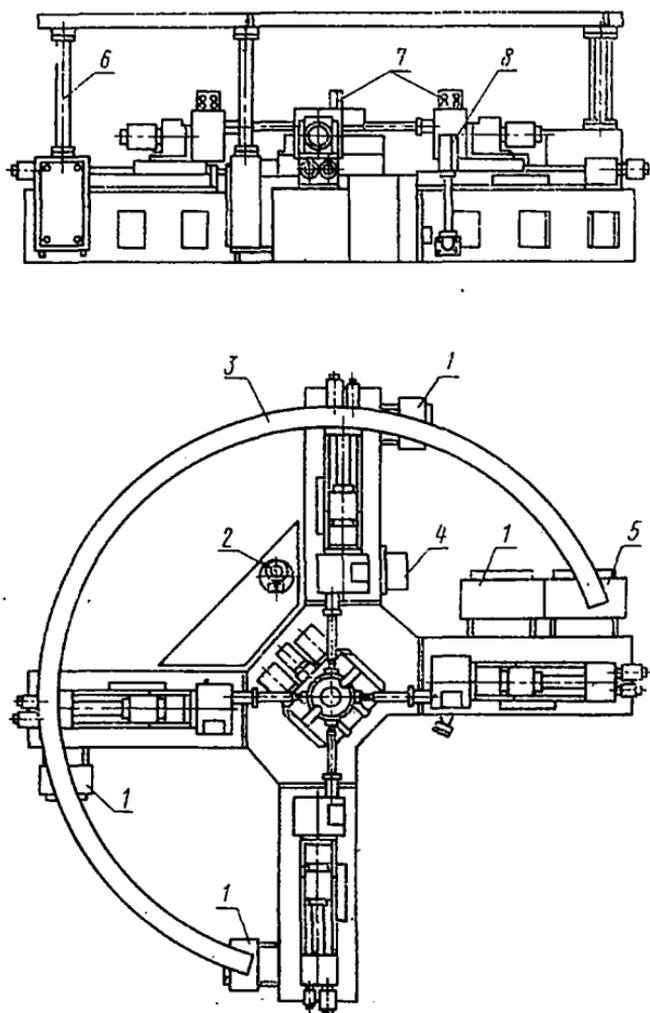


Рис. 77. Компонировка электрооборудования четырехстороннего агрегатного станка:

1—электрошкаф силового механизма; 2—насос охлаждения; 3—короб верхней разводки; 4—гидростанция смазки; 5—общая станция управления; 6—проставка; 7 — наладочный пульт механизма; 8—центральный пульт

управления на каждом силовом механизме и отдельной общей станции управления. Связь между всеми компонентами электрооборудования осуществляется при помощи кольцевого короба верхней разводки, в который укладываются жгуты проводов. Он служит также элементом, объединяющим раз-

личные компоненты в одно целое и в значительной мере улучшающим внешний вид станка. Следует обратить внимание на то, что если в универсальном оборудовании требования технической эстетики удовлетворяются непосредственно в процессе проектирования отдельных элементов станка, то

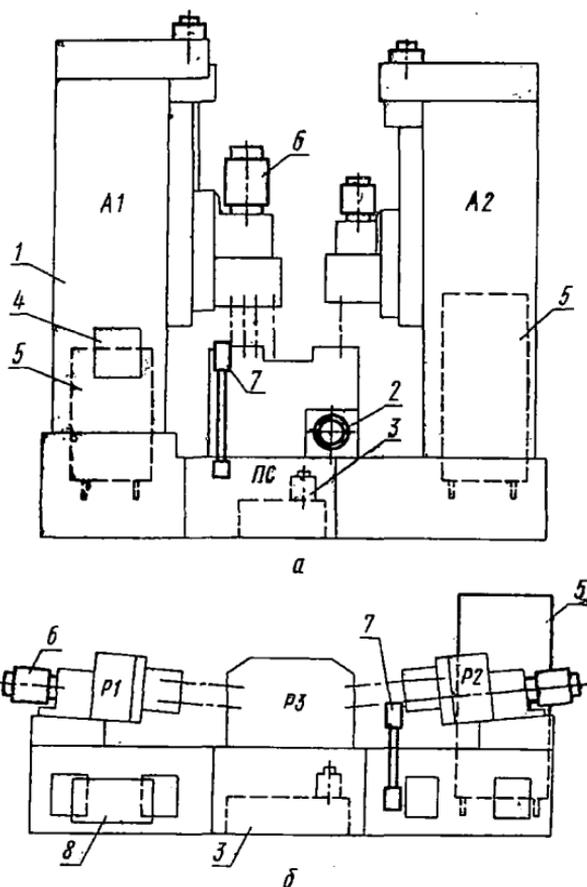


Рис. 78. Станки с оригинальной компоновкой электрооборудования:

1—колонна; 2—ключ зажима; 3—насос охлаждения; 4—гидростанция смазки; 5—электрошкаф; 6—электродвигатель; 7—пульт управления; 8—электропневмокран

в агрегатированном оборудовании, создаваемом из стандартных узлов в первую очередь по функциональному признаку, эти требования могут удовлетворяться в основном лишь при компоновке узлов.

Двухколонный станок (рис. 78, а) состоит из двух силовых столов (А1 и А2) с установленными на них силовыми бабками, зажим детали осуществляется при помощи электромеханического ключа КЗ, перемещение детали от одной рабочей позиции к другой — поворотным столом ПС. Кроме того, в общую компоновку механических узлов входят гидростанция

смазки и насос охлаждения. Для данной компоновки станцию управления, состоящую из двух электрошкафов, целесообразно расположить в соответствии с приведенным рисунком. Вариант оригинальной компоновки, показанный на рис. 78, б включает три резьбонарезные установки, работающие по циклу резьбонарезания ( $P1, P2, P3$ ), насос охлаждения. Зажим детали — пневматический, обработка производится без переноса детали, с установкой ее в стационарном приспособлении. Как цикл обработки, так и состав компоновки отличаются большой простотой и для унификации не представляют трудности, однако в силу малой применяемости подобной компоновки потребность в ее унификации отсутствует. Поэтому станки подобной компоновки являются одним из довольно характерных представителей станков, рассматриваемых в настоящем параграфе.

Таким образом, приведенные примеры станков с оригинальной компоновкой показывают, что в этой группе станков возможны все три варианта расположения станции управления: без установки индивидуальных электрошкафов (см. рис. 78, б), с установкой индивидуальных электрошкафов на всех механизмах (см. рис. 77) и с установкой на некоторых механизмах. Возможны также и некоторые другие случаи расположения станции управления, например, размещение общей станции в двух, расположенных отдельно электрошкафах (см. рис. 78, а).

Рассмотрим основные методы проектирования электрооборудования станков с оригинальной компоновкой.

Метод унифицированной станции управления. Этот метод во многих отношениях идентичен методу унифицированной компоновки, рассмотренному в предыдущем параграфе, но из-за отсутствия унифицированного узла электрооборудования «Унифицированная компоновка» в проект дополнительно включается оригинальный узел размещения электрооборудования на станке.

Таким образом, изменение структуры проекта сводится к замене унифицированного узла оригинальным с введением соответствующего дополнительного комплекта проектной документации на этот узел.

Метод унифицированной станции управления оказывается особенно эффективным для многосторонних станков, работающих по циклам, охваченным системой унификации, с типовой компоновкой из двух-четырёх силовых узлов, например, аналогичных компоновке, рассмотренной ранее (см. рис. 77).

Приведенные компоновки электрооборудования трехстороннего станка со стационарным приспособлением (рис. 79, а) и двустороннего одноколонного станка с поворотным столом (рис. 79, б) позволяют представить порядок проектирования

по методу унифицированной станции управления. Выбор компонентов производится аналогично методу унифицированной компоновки. Для станков с поворотным столом показаны два варианта установки панели управления станком: в от-

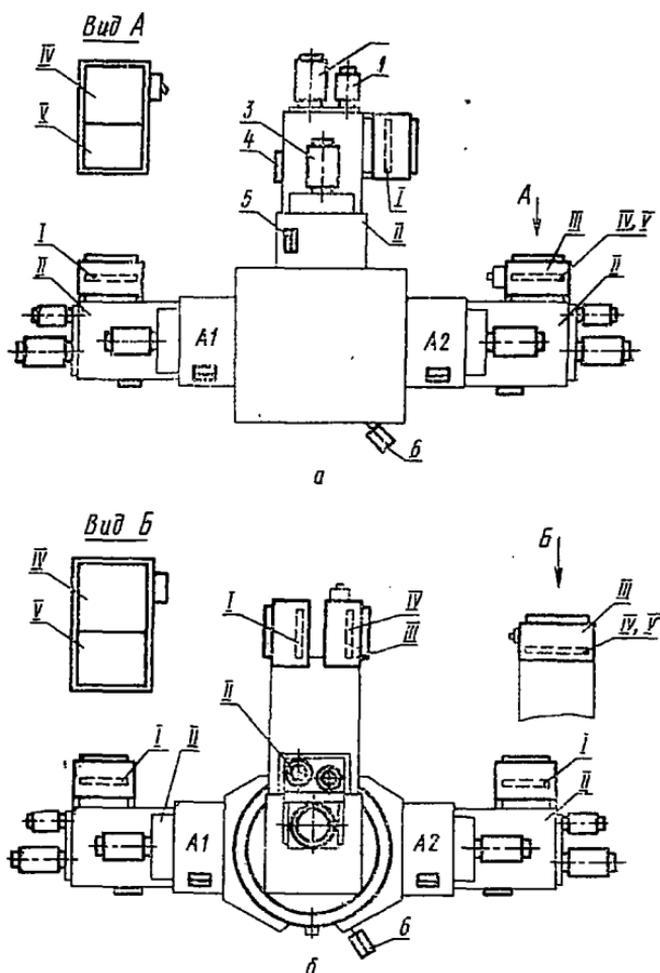


Рис. 79. Структурная схема компоновки электрооборудования с применением унифицированной станции управления:

I—панель управления силовым механизмом для встройки в индивидуальный электрошкаф; II—размещение (компоновка) электрооборудования на силовом механизме; III—электрошкаф; IV—панель управления станком; V—панель управления силовым механизмом для встройки в общую станцию управления; 1—электродвигатель ускоренных перемещений; 2—электродвигатель рабочей подачи; 3—электродвигатель вращения инструмента; 4—упоры управления; 5—наладочный пульт; 6—центральный пульт управления

дельном электрошкафу, который применяется для силовых столов с резьбонарезной установкой, имеющих большие габариты панели управления механизмом; в общем электрошкафу с панелью силового механизма.

Метод унифицированной станции управления применим также для проектирования станков, имеющих силовые механизмы, работающие по циклам, не охваченным системой унификации. В этом случае выполняется оригинальный узел панели управления данного силового механизма и узел размещения электрооборудования на силовом механизме, если он отличается от унифицированного. Однако этот метод применим лишь для таких оригинальных узлов, которые выполнены по типу унифицированных и имеют систему унифицированных входных и выходных команд. Интересно отметить, что в некоторых из таких случаев в принципе может быть применен и узел «Унифицированная компоновка», если размещение электрооборудования на станке не имеет каких-либо конструктивных особенностей.

Все перечисленное в значительной степени расширяет область применения метода унифицированной станции управления и позволяет охватить большую группу станков, имеющих от одного до четырех силовых механизмов.

Состав проекта электрооборудования, выполненного описанным методом, аналогичен составу проекта, выполненного по методу унифицированной компоновки, но в проект вместо узла «Унифицированная компоновка» вводится оригинальный узел «Размещение электрооборудования на станке». Наличие оригинальных узлов электрооборудования силовых механизмов приводит к соответствующему расширению оригинальной части проекта.

Панельный метод. Этот метод особенно эффективен при проектировании электрооборудования станков с оригинальной, достаточно сложной компоновкой, при которой установка индивидуальных электрошкафов целесообразна либо для некоторых силовых механизмов, либо вообще нецелесообразна. Рассмотрим применение панельного метода для проектирования электрооборудования станков, компоновка которых была рассмотрена ранее (см. рис. 78). Техническим заданием станка по рис. 78, а оговорен ряд исходных данных основных механизмов и узлов станка, позволяющих осуществить выбор унифицированных панелей управления по табл. 36.

Общий перечень унифицированных узлов электрооборудования станка, являющийся результатом такого выбора, приведен в табл. 50.

Кроме того, проект электрооборудования предусматривает три оригинальных узла: размещение электрооборудования на станке; панель управления станком; станция управления.

Общую принципиальную электросхему станка можно представить в виде блок-схемы, в которой узел панели управления, реализующей типовую схему задания цикла и выбора режимов работы, показан в развернутом начертании. Блок-

схема станка по рис. 78,а и циклограмма его работы изображены на рис. 80.

Блок-схемы с типовыми схемами панелей управления станком выполняются в виде типовых чертежей с таблицей, аналогичной табл. 50 и заполняемой при выборе унифициро-

Т а б л и ц а 50

Наименование	Обозначение	Номер узла	Основные технические данные узла
Панель источников питания	<i>И</i>	УМ8787—1. 01	Определяется в процессе проектирования
Панель вспомогательных механизмов	<i>ВМ</i>	УМ8787—2. 03	Насос охлаждения П—90. Наличие унифицированной гидростанции смазки
Панель ключа зажима	<i>КЗ</i>	УМ8787—2. 21	Двигатель привода ДПТ22—4 мощность 0,5 кВт
Панель поворотного стола	<i>ПС</i>	УМ8787—2.32	Поворотный стол типа УМ4134
Панель силового стола	<i>А1</i>	УМ8761—5. 12	Силовой стол УМ2444
	<i>А2</i>	УМ8761—5. 06	Электродвигатель вращения инструмента узла А1—АО2—51—4; А2—АО2—32—4

ванных панелей. Станция управления в этом случае комплектуется из унифицированных панелей узлов (*И*, *КЗ*, *ПС*, *А1*, *А2*) и оригинальной панели управления станком *ПУ*, причем в данном варианте целесообразна компоновка панелей, показанная на рис. 81,а в двух электрошкафах.

Схема соединений станции управления при панельном методе проектирования сводится к таблице переемычек, устанавливаемых между отдельными панелями (табл. 51).

Панельный метод позволяет использовать унифицированные узлы и применять типизацию при проектировании станков, оригинальных по целому ряду параметров.

На рис. 82 показана принципиальная блок-схема станка (компоновку см. на рис. 78, б), в которой может быть применен только один унифицированный узел — панель источников питания *И*.

Экономичность проектирования обеспечивается в данном случае тем, что панель резьбонарезной установки выполняет-



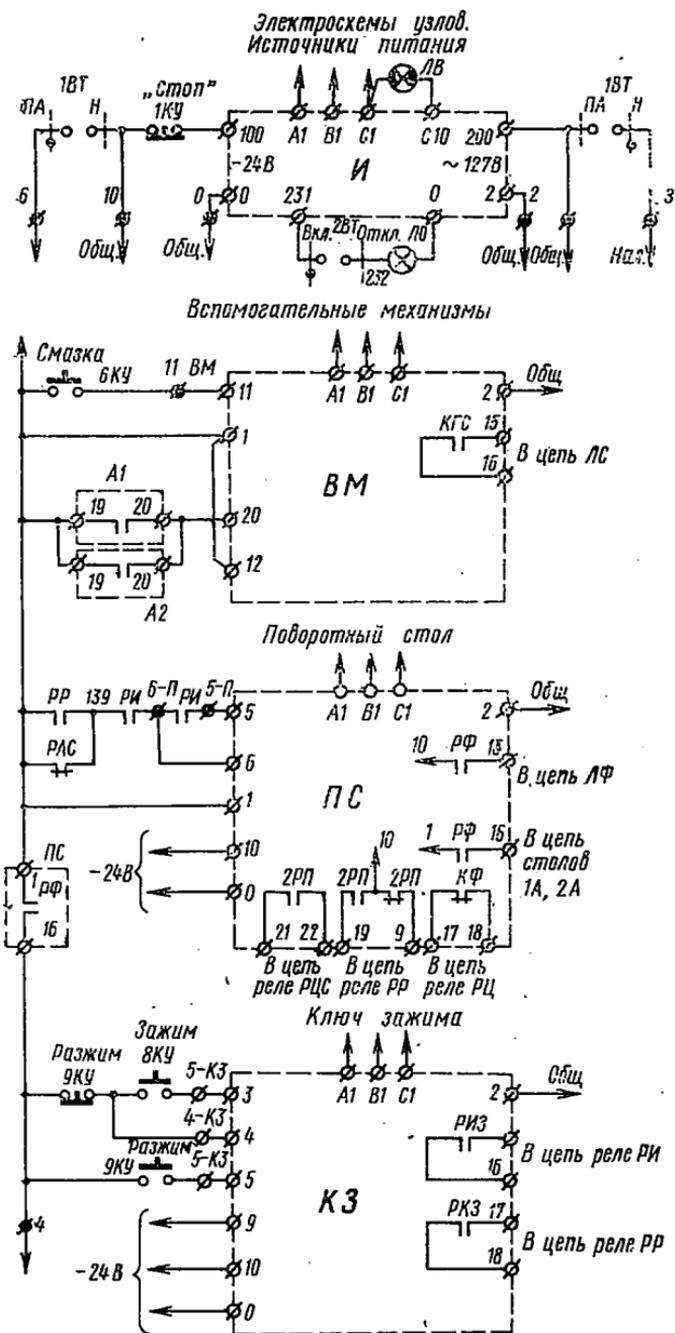


Рис. 80. Принципиальная блок-схема двухколонного агрегатного станка с двумя силовыми столами (продолжение)

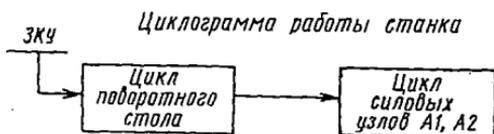
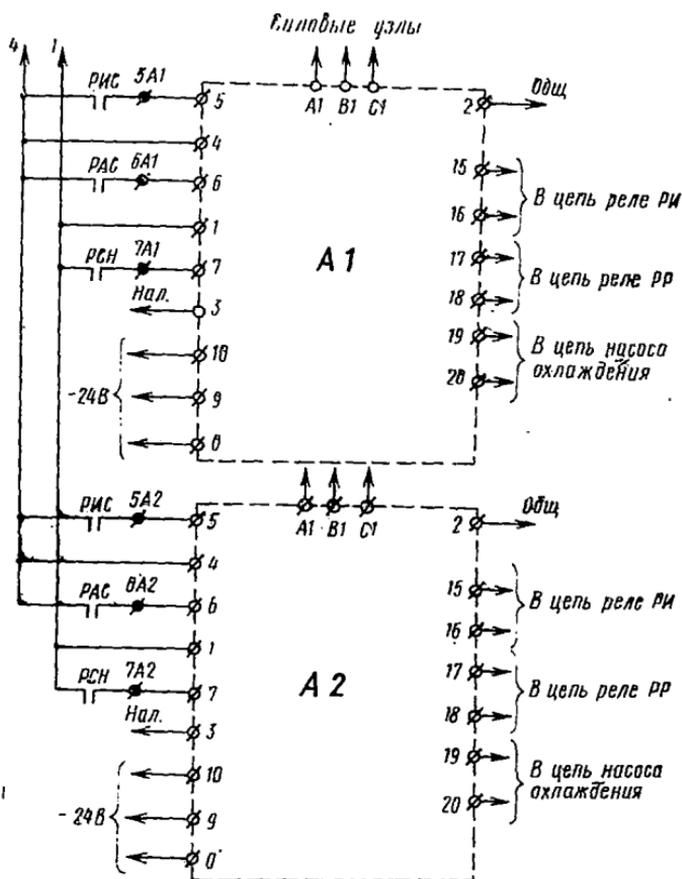


Рис. 80. Принципиальная блок-схема двухколонного агрегатного станка с двумя силовыми столами (продолжение)

ся по типу унифицированной с таблицей исполнений. Принципиальная электросхема резьбонарезной установки показана на рис. 83. Схема работает следующим образом. После поступления входной команды РЦС включается контактор КВ и происходит нарезание резьбы. В крайнем переднем по-

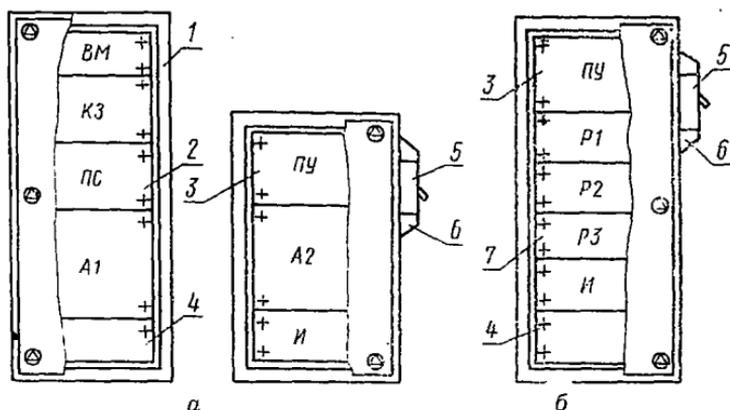


Рис. 81. Компоновка панелей в станции управления:

1—электрошкаф; 2—унифицированные панели отдельных механизмов; 3—панель управления станком; 4—панель-заглушка; 5—вводной автомат; 6—защитный кожух; 7—оригинальная панель резьбонарезной установки

ложении срабатывает бесконтактный путевой переключатель КР, вследствие этого отключается контактор КВ и включается контактор КН. Происходит реверс метчиков. В исходном положении срабатывает переключатель КИР. При помощи кнопок 1КУ и 2КУ осуществляется работа в наладочном режиме.

Т а б л и ц а 51

Электрошкаф № 1			Провод		
Обозначение панели	Номер клеммы	Обозначение панели	Цвет изоляции	Сечение, мм <sup>2</sup>	Марка
А1	А1	А1	Черный	1,5	ПВ
	В1	В1			
	С1	С1			
	0	0	Голубой		
	2	2	Красный		
	5	5А1			
	6	6А1			
	7	7А1	ПУ		

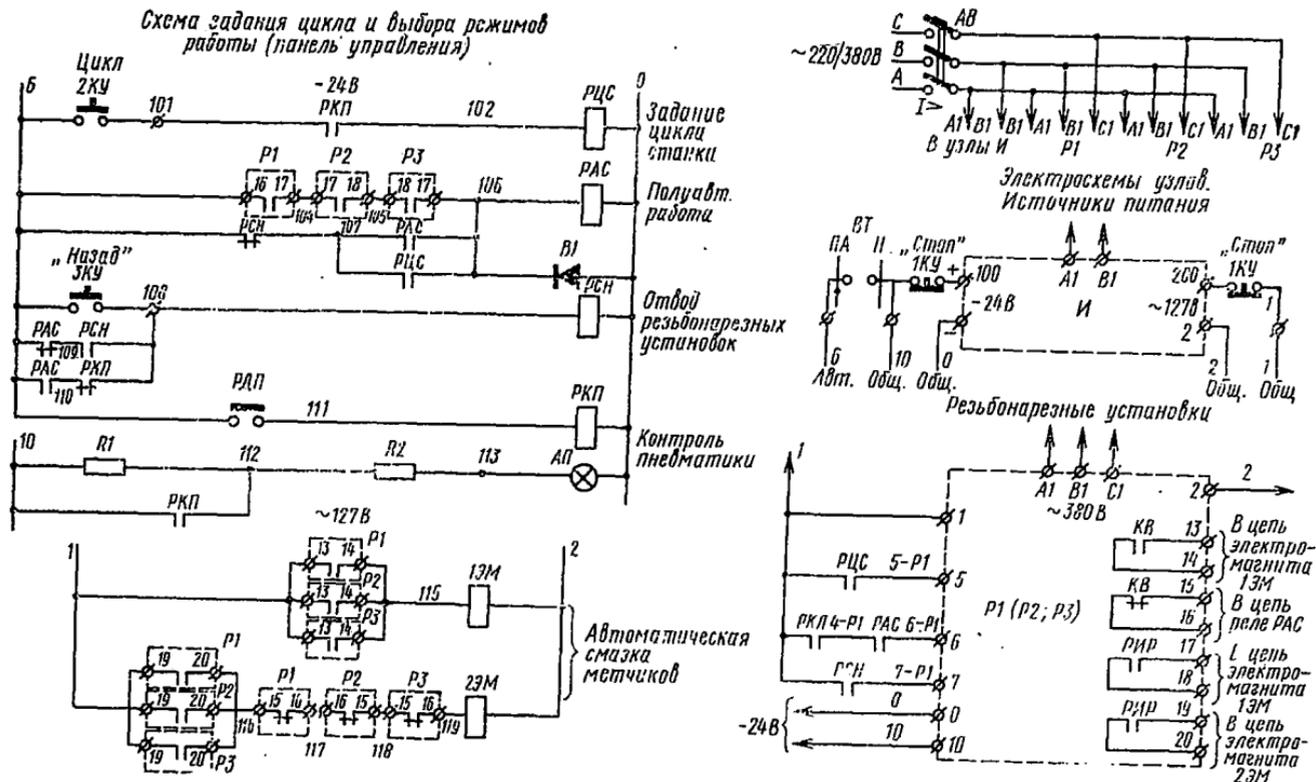


Рис. 82. Принципиальная блок-схема трехстороннего станка с тремя резбонарезными установками



Таблица исполненных панелей резьбонарезных установок в соответствии с техническим заданием принимает следующий вид (табл. 52).

Т а б л и ц а 52

Электродвигатель <i>P</i>		Автомат <i>AP</i> АП 50-3М	Тепловое реле <i>TP</i>			Обозначение узла
Тип	Мощность, кВт	Номинальный ток, А	Тип	Номинальный ток, А	Уставка	
АОЛ2—22—6	1,1	6,4	ТРН-8	3,2	—2	<i>P1</i>
АОЛ2—22—6	1,1	6,4	ТРН-8	3,2	—2	<i>P2</i>
АО2—41—6	3,0	16	ТРН-20	8	—3	<i>P3</i>

Общий вид станции управления для станка с тремя резьбонарезными установками, спроектированной панельным методом, показан на рис. 81,б. Она komponуется в одном электрошкафу из панели управления станком *ПУ* и трех панелей резьбонарезных установок *P1*, *P2*, *P3*, выполненных по типу унифицированных панелей силовых узлов.

Таким образом, панельный метод проектирования оказывается достаточно эффективным в обоих случаях: при компоновке станции управления из унифицированных и оригинальных узлов.

В целом применение панельного метода обеспечивает: использование типовой схемы задания цикла и выбора режимов работы, секционирование на станции управления, снижение трудоемкости и сроков выполнения проектных работ; возможность заимствования или унификации панелей при их многократном применении; эстетичное и рациональное выполнение размещения электрооборудования на станке.

Проект электрооборудования, выполненный панельным методом, состоит из имеющихся в наличии унифицированных или заимствованных панелей управления, встраиваемых в станцию управления унифицированных узлов электрооборудования механизмов, а также следующих оригинальных узлов:

- панели управления станком, механизмами и узлами;
- принципиальной блок-схемы станка с описанием ее работы;
- станции управления;
- размещения электрооборудования на станке;
- текстовых документов, в том числе ведомостей узлов и деталей, нормальных и покупных изделий и т. п.

Комбинированные методы. К комбинированным методам можно отнести комплексное применение различных способов проектирования, дающих наиболее рациональное

решение каких-либо особых требований, предусмотренных техническим заданием. Наиболее характерным примером является применение метода панельного проектирования с одновременной установкой индивидуальных электрошкафов на некоторых силовых механизмах. Такое решение, как правило, повышает применение унифицированных узлов электрооборудования, улучшает компоновку электрооборудования на станке и внешний вид станка.

Другим примером комбинированного метода может служить установка в общем электрошкафу унифицированной панели управления станком и панелей силовых столов, т. е. соединение панельного метода и метода унифицированной станции управления. Возможны и другие комбинации, в том числе с полностью оригинальной станцией управления, что подчеркивает гибкость рассматриваемой методики проектирования электрооборудования станков и широкие возможности применения в ней всех имеющихся в наличии типовых и унифицированных узлов электрооборудования.

К комбинированным методам следует прибегнуть также при проектировании станков, имеющих некоторые особенности. Эти особенности могут быть учтены следующим образом:

- выполнение оригинального узла электрооборудования с использованием типовых и унифицированных решений и отдельных чертежей аналогичных унифицированных узлов;

- установкой дополнительных перемычек и размножением входных и выходных команд;

- доработкой унифицированного узла электрооборудования, выполняемой по дополнительному комплекту чертежей;

- введением в графу «Примечания» текстовых документов, в частности, в ведомость узлов и деталей — указаний об исключении или замене в унифицированном узле отдельных элементов электрооборудования, например, о замене электродвигателя, исключении электрошкафа и т. п.

### 31. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

По сравнению с агрегатными станками автоматические линии, komponуемые из агрегатированного оборудования, в отношении метода проектирования имеют некоторые специфические особенности, которые необходимо учитывать при проектировании. В основе их отличительных признаков лежит еще большая специфичность технических характеристик различных моделей автоматических линий, что объясняется следующим. Хотя станки и линии komponуются из одинаковых типов силовых механизмов, количество и сочетание их типов в различных моделях линий сильно ко-

леблется. Транспортные, вспомогательные и контрольные механизмы имеют значительные различия, определяемые их конструктивными и количественными характеристиками. Линии характеризуются также массовостью комплектующих механизмов, большой сложностью и разнообразием их взаимных связей. В этих условиях на линиях имеет место меньшая повторяемость в различных моделях одинаковых решений, что объясняется, во-первых, более редкой вероятностью совпадения компоновок из большого числа элементов и, во-вторых, значительно меньшим количеством выпускаемых линий.

Перечисленные отличительные признаки станков и линий характеризуют в основном общес централизованное управление агрегатом, унификация которого для некоторых типов станков (например, общей панели управления станком) позволила достигнуть высокий уровень унификации. Для автоматических линий из-за индивидуальности технических характеристик и малой повторяемости одинаковых решений централизованное управление и некоторые общеагрегатные узлы значительно труднее поддаются унификации, что снижает ее процентное соотношение по сравнению с выполняемым оригинальным оборудованием.

Однако и для автоматических линий унификация имеет большое значение. В первую очередь это касается сложных и широко распространенных силовых механизмов, которые являются основными компонентами агрегата и унификация которых выполнена с учетом применения одних и тех же узлов электрооборудования на станках и линиях. Этому способствует типизация принципов управления станками и линиями, единство способов их проектирования на основе секционирования и унификации. Кроме того, естественно, что конструктивные узлы и детали (шкафы, пульта, элементы монтажа) на линиях в основной массе являются также унифицированными разработками.

Рассмотренные особенности автоматических линий, выражающиеся в большом объеме работ и отсутствии возможности достигнуть высокого уровня унификации, в еще большей степени, чем для станков, требуют осуществления секционирования и типизации. Основные принципы выполнения секционированного электрооборудования, создания индивидуальных узлов и их характеристика рассматривались в третьей главе, а в пятой главе были приведены конкретные типовые решения элементов и узлов. Причем эти принципы секционирования совпадают с принципами выбранного способа унификации, что создает единство оформления электрооборудования, а также обеспечивает подготовку проведения унификации для линий, перспективы выполнения которой будут рассмотрены ниже.

Таким образом, проектирование электрооборудования линий сводится в основном к компоновке его из готовых узлов, т. е. к созданию обобщающей документации, в которой должны найти отражение все компоуемые узлы и способы их объединения. Исходя из общего алгоритма проектирования агрегатного оборудования (см. рис. 70) и указанных особенностей автоматических линий, рассмотрим последовательность работ при их проектировании. При этом учитывая большой объем работ, сравнительно большое число проектировщиков, зависимость соблюдения сроков от согласования со смежными службами, на основании этой последовательности возможно составление сетевого графика работ. Следует отметить, что описываемый метод проектирования способствует высокой организации проектных работ. Это объясняется легким учетом начала и окончания отдельных стадий работ и четким распределением их в необходимой последовательности. Кроме того, значительно увеличивается количество объектов, включая даже некоторые элементы общей компоновки, проектирование которых не зависит друг от друга, что также облегчает организацию работ.

Типовая последовательность проектирования осуществляется в следующем порядке. Согласно заданию на проектирование выбираются унифицированные и типовые индивидуальные узлы электрооборудования. Причем выбор всех компонентов унифицированных узлов (например, силовых механизмов) производится по тем же таблицам исполнений, по которым они выбирались для станков и которые подробно рассматривались в предыдущих параграфах. Затем типовые узлы подгоняются в соответствии с требованиями конкретного задания и выполняются недостающие оригинальные узлы. В общем случае каждый механизм имеет следующие узлы или компоненты электрооборудования: принципиальную электросхему, панель управления для встройки в индивидуальный электрошкаф или общую станцию управления и размещение электрооборудования на механизме.

Таким образом, первыми стадиями работ являются подбор или выполнение индивидуальных узлов, а среди них в первую очередь их принципиальных электросхем. Вторыми стадиями работ является создание общих компоующих элементов электрооборудования, выполнение которых также начинается с принципиальной электросхемы. К ним относятся: схема функциональная и общей компоновки (принципиальная электросхема), станция управления, размещение электрооборудования на линии и центральный пульт управления линией.

В целом проектирование принципиальных электросхем системы управления контроля и сигнализации является процессом, учитывающим целый ряд факторов: цикловую после-

довательность работы, особенности взаимодействия механических устройств, согласования электро-, гидро- и пневмосистем, возможные варианты состояний схемы, аварийные ситуации, поиск повреждений и многое другое. В какой-то мере в зависимости от тематики данной работы принципы выполнения индивидуальных схем узлов и внешних связей между ними были описаны в третьей главе. Из возможных способов оформления секционированных схем указывалось, что наиболее рациональным в системе агрегатирования является выполнение законченных схем узлов, управляемых входными и выходными командами.

Типовые узлы агрегатного оборудования приобретают на автоматических линиях ряд специфических особенностей. Так, узел источников питания имеет мощные трансформаторы и выпрямительные устройства и с учетом большой нагрузки потребителей, протяженности трасс электропроводок, количества индивидуальных узлов требует особенно тщательного секционирования цепей питания и их защиты. Транспортёры перемещения деталей в основном определяют структуру взаимодействия всех механизмов и последовательность их работы. Силовые механизмы характеризуют сложность системы управления обработкой деталей и необходимость в контрольных операциях. Вспомогательные и контрольные механизмы отличаются большим разнообразием типов и требуют блокировочных связей, характеризующих состояние их работы. Узел разветвленного и подробного контроля и сигнализации обеспечивает обслуживающему персоналу удобство ориентации и поиск повреждений.

Примем, что принципиальные электросхемы всех этих узлов, создаваемые известными способами, уже выполнены, и для проектирования схемы линии остается решить вопросы агрегатирования из них единой централизованной системы управления, обеспечиваемой внешними связями.

Узел централизованного управления линией (схема выбора режимов работы и задания циклов) определяет структуру управления механизмами и характер их работы в различных режимах. Этот узел содержит типовые схемы управления, обеспечивающие взаимодействие механизмов. Причем для принятой структуры управления в электросхемах индивидуальных узлов должны быть предусмотрены соответствующие этой структуре решения, характеризующиеся типом управляющих команд внешних связей и способом их логической переработки в узле.

Непосредственно к вопросам агрегатирования общей схемы управления линией, отвечающей структурной циклограмме ее работы, относится увязка всех внешних команд различных узлов. Это выражается в подгонке типовых схем управления узла централизованного управления под конкретное

количество и типы механизмов, в обеспечении требуемых связей между узлами, в создании из типовых решений конкретной системы контроля и сигнализации на линии.

В этом отношении все узлы автоматической линии подразделяются на два типа: многократного применения (в частности, унифицированные силовые механизмы) и однократного применения (например, транспортное устройство). Первые управляются типовыми командами и изображаются на общей схеме линии в виде блок-схем. Для вторых узлов в каждой модели линии помимо какого-то количества типовых команд, используя единые принципы управления, создаются оригинальные командные связи, встраиваемые в схемы соответствующих узлов. При изображении на принципиальной электросхеме командных связей в виде блок-схем или

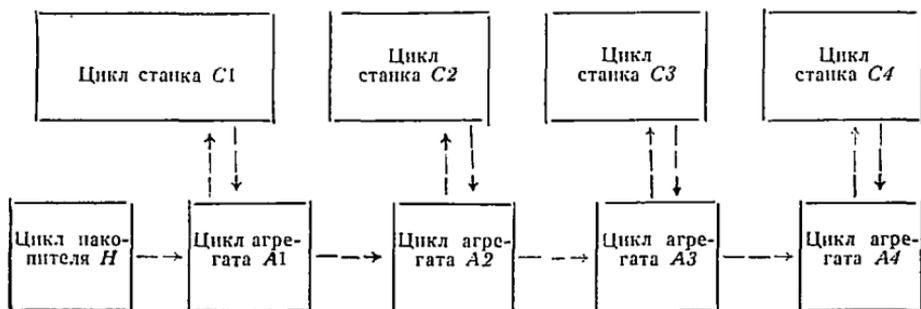


Рис. 84. Циклограмма работы линии

встройки команд в схемы других узлов применяется узловой способ их маркировки, выполнение которого рассматривалось в четвертой главе.

Характерным для общей схемы является наличие в ней элементов, которые с разных позиций создают цельность представления об агрегатированной автоматической линии и входящих в ее состав механизмов и узлов, облегчая тем самым анализ ее работы. Так, блок-схема, пример изображения которой для агрегатного станка рассматривался в предыдущем параграфе (см. рис. 80), характеризует конкретные командные связи между узлами. Структурная циклограмма работы линии (рис. 84) отражает взаимодействие механизмов на линии в последовательности их автоматического цикла работы. Общая компоновка линии (рис. 85) отражает территориальное расположение всех механизмов, входящих в состав линии, а также дает укрупненное представление о расположении общих элементов электрооборудования. Характеристика комплектующей документации унифицированных и оригинальных узлов приводится в сводной таблице, в которой указываются условные обозначения узлов и их наименование, номера документов этих узлов, включая их исполнение для унифицированных узлов.

Центральная или общая станция управления в условиях агрегатированного оборудования также представляет собой компоновочный узел. Учитывая законченность в конструктивном и монтажном отношении индивидуальных панелей управления механизмами и электрическими устройствами, в документации общей станции управления находит отражение только место их установки и крепление, а также монтажные таблицы перемычек внешних связей узлов, прокладываемых в пределах станции управления.

Станция управления автоматической линии включает несколько унифицированных электрошкафов, скрепленных боковыми сторонами. Эти шкафы исполнения УМ8324—3.01

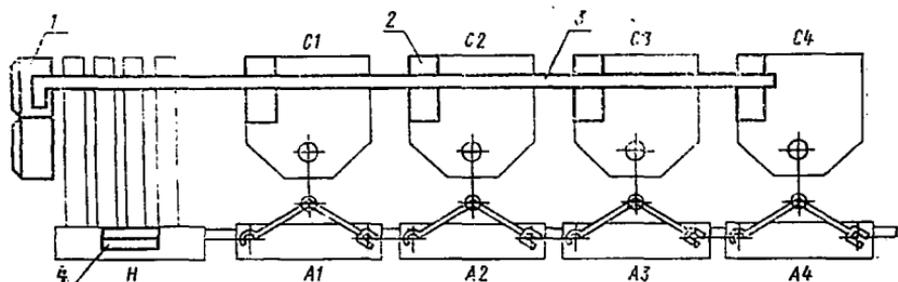


Рис. 85. Общая компоновка линии:

1—станция управления; 2—индивидуальный электрошкаф; 3—короб верхней разводки; 4—центральный пульт

(табл. 37) не имеют боковых стенок, что позволяет осуществлять свободную прокладку жгутов перемычек между панелями управления, установленными в разных шкафах. Боковые стенки крайних шкафов закрываются унифицированными боковинами УМ8324—3.81. Снизу шкафы для увеличения жесткости при транспортировке соединяются общим швеллером, сверху к шкафам (при установке их на уровне пола) крепится короб верхней электроразводки. При установке шкафов на эстакаде короб верхней разводки крепится к ним снизу.

На рис. 86 приведен пример общей станции управления автоматической линии, скомпонованной из законченных узлов панелей управления механизмами и электрическими устройствами. Типовые условные обозначения узлов рассматривались в табл. 11, а выполнение панелей управления (например, панели источников питания рис. 25) описано в пятой главе.

При проектировании станции управления агрегатированного оборудования особое значение приобретают монтажно-конструктивные решения по присоединению проводов внешних связей узлов между собой и с узлом централизованного управления. Конструктивное исполнение связей должно как

можно точнее соответствовать принципам и изображению их, принятым на блок-схеме линии и на схемах индивидуальных узлов. Получению такого единства представления внешних связей способствует выполнение на станции управления узловых наборов зажимов, на каждом из которых собраны вместе все провода внешних связей узла. Соответственно каждый узловой набор зажимов маркируется условным обозначением узла. Узловые наборы зажимов всех узлов монтируются в одном электрошкафу, расположенном рядом со шкафом централизованного управления — У. Электрический

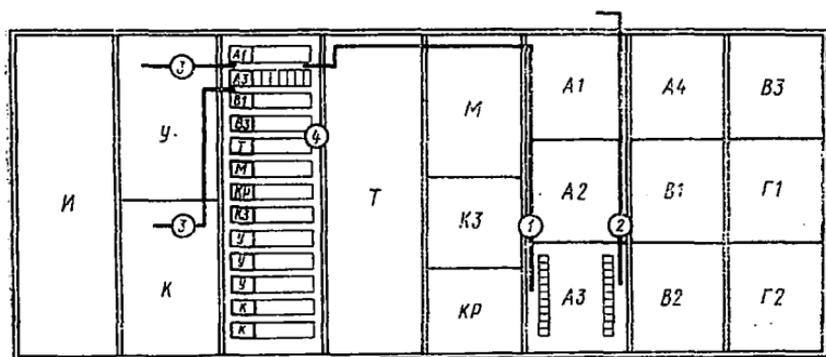


Рис. 86. Компоновка индивидуальных панелей в общей станции управления: 1—связь панели управления механизма со своим набором зажимов в шкафу централизованного управления линией; 2—связь панели с аппаратами на самом механизме; 3—связь центрального узла управления и сигнализации с узловыми наборами зажимов; 4—управляющие и блокировочные связи между узлами, осуществляемые в шкафу узловых наборов зажимов

монтаж станции управления осуществляется с помощью жгутов, соединяющих наборы зажимов индивидуальных панелей управления узла с его узловым набором зажимов. Затем в этом шкафу уже непосредственно между узловыми наборами зажимов производятся все необходимые соединения между узлами. Такое распределение связей создает четкую однозначность их присоединения, что облегчает как проектирование и изготовление, так и эксплуатацию. Одновременно единая система прокладки жгутов уменьшает необходимость введения в принципиальные схемы монтажных обозначений, которые заменяются знанием принятой системы.

Таким образом, все внешние соединения локализируются в одном шкафу. Это создает большие удобства обслуживания при наладке оборудования или поиске электрических повреждений. В этом отношении интересно предусматривать подключение в этом шкафу специальных устройств поиска повреждений: индикаторных щупов, контрольных ламп или приборов.

Узел размещения (компоновка) электрооборудования, включающий механический монтаж электроаппаратов на ме-

ханизмах с помощью жестких и гибких трубопроводов и монтажные схемы соединения этих аппаратов, на автоматических линиях особенно четко подразделяется на размещение электрооборудования на самих механизмах и на соединение их с общей станцией управления. Способ проектирования механического монтажа узла размещения для агрегатного электрооборудования зависит от принятого метода выполнения этого узла: подготовки работ и их координации между службами; передачи части информационного материала заводу-изготовителю и выполнения на нем работ «по месту» в соответствии с этими материалами и монтажными схемами.

Размещение электрооборудования на механизмах осуществляется обычными способами, рассмотренными в предыдущих разделах. Важно отметить, что разводка каждого механизма оканчивается приемным устройством: разветвительной коробкой с наборами зажимов или штепсельными разъемами, или же индивидуальным электрошкафом с панелью управления механизмом. Применяется два способа оформления узла размещения на механизмах автоматической линии. Для унифицированных и типовых узлов применяется более трудоемкий способ проектирования в виде законченных узлов, включающих узловую спецификацию, общий вид и монтажную электросхему. Такой способ характеризуется тщательностью и подробностью изображения необходимой информации в документации, хорошей возможностью заимствования узла. По второму способу размещение электрооборудования на механизме выполняется на отдельных чертежах общего узла размещения электрооборудования на линии.

Для обоих способов оформления документации отдельных механизмов в системе агрегатирования должен выполняться компоновочный чертеж, отражающий способ подключения механизмов к общей станции управления. В первом случае — это самостоятельный общий узел размещения электрооборудования на линии, во втором — необходимые компоновочные сведения приводятся на первых чертежах (листах) общего узла. Такими сведениями в механическом отношении являются трасса прокладки короба верхней разводки и элементы соединения короба с приемной конструкцией индивидуально-го механизма, которые подробно рассматривались в четвертом параграфе главы восьмой. В электрическом отношении сведения по компоновке узлов отражаются в схеме подключения, которая представляет собой таблицу внешних жгутов, соединяющих общую станцию управления с механизмами. В таблице жгутов указываются: маркировка проводов, их количество, сечение, расцветка, а также адрес присоединения жгута. Все жгуты маркируются в соответствии с условным обозначением механизмов, к которому они относятся.

Общие компоновки электрооборудования механизмов на линии наиболее часто имеют комбинированный характер: часть механизмов выполняется с индивидуальными электрошкафами, а панели управления других механизмов встраиваются в общую станцию управления. Это меняет характер внешних жгутов этих механизмов и место их присоединения на станции управления. Так, внешние жгуты к механизмам с индивидуальными шкафами (рис. 87, а) состоят из прово-

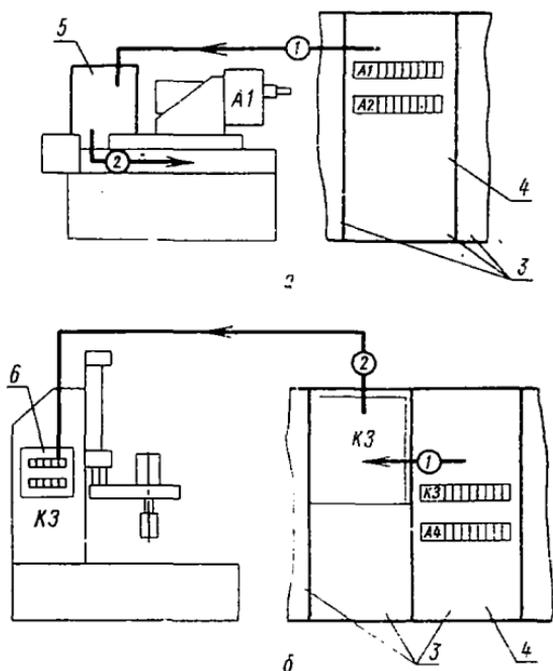


Рис. 87. Присоединение индивидуальных механизмов к общей станции управления:

1—жгут проводов питания и команд управления; 2—жгут проводов к электроаппаратам на механизме; 3—общая станция управления; 4—шкаф узловых наборов зажимов; 5—индивидуальный электрошкаф; 6—разветвительная коробка с наборами зажимов

дов питания и управляющих команд и подключаются к шкафу узловых наборов зажимов. Жгуты механизмов, не имеющие индивидуальных шкафов, состоят из проводов, подводимых к установленным на механизме аппаратам. Присоединяются эти жгуты (рис. 87,б) к наборам зажимов непосредственно на панели управления данного механизма.

Ответственным и трудоемким элементом электрооборудования на автоматических линиях является проектирование системы контроля и сигнализации. Эта система включает вопросы принципиального характера по введению тех или иных видов контроля и способов их выполнения и вопросы нахож-

дения оптимальных средств представления контролируемой информации на панелях пультов. Система контроля и сигнализации на автоматических линиях, состоящих из большого количества рассредоточенных механизмов, предназначена для создания удобства работы и позволяет наблюдать за состоянием каждого механизма.

Выходные элементы системы контроля и сигнализации устанавливаются на пультах различного назначения и главным образом на центральном пульте управления, с которого ведется обслуживание всей линии. Наибольшую эффективность эта система имеет в том случае, если она выполняется в соответствии с общими принципами проектирования электрооборудования линии. Поскольку этими принципами является секционирование электрооборудования на узлы, система контроля также должна выполняться по узловому принципу, обеспечивая наблюдение и поиск повреждений в узлах (механизмах).

На рис. 88 отражено единство принципов выполнения системы контроля за состоянием механизмов с центрального пульта и секционирования оборудования, при котором с помощью единой узловой маркировки облегчается ориентация на линии за счет создания адресного указания места расположения механизмов и их элементов электрооборудования. Так, по этому рисунку можно проследить одну из наиболее частых схем поиска неисправности на линии, использующую адресную маркировку: центральный пульт (рис. 88,а); непосредственно механизм (рис. 88,б); отдельные элементы разделения электрооборудования этого механизма в общих узлах — гидростанциях, разветвительных жоробках (рис. 88,в); электрошкаф в общей станции управления (рис. 88,г); в котором установлена панель управления механизмом (рис. 88,д); внешние связи механизма с другими панелями, осуществляемые в шкафу узловых наборов зажимов (рис. 88,е); отдельные элементы монтажа (рис. 88,ж).

Выше рассматривались особенности, из-за которых на автоматических линиях не может быть достигнут высокий коэффициент унификации. Однако многолетний опыт проектирования, выработка единых принципов управления и анализ многочисленных решений дают и для автоматических линий обнадеживающие результаты в этом отношении.

Распространяя методику унификации с агрегатных станков на автоматические линии, в которых наблюдаются в основном только количественные, а не качественные отличия, можно указать, что в первую очередь должны быть унифицированы отдельные, наиболее часто применяемые узлы. Затем можно переходить к более крупной комплексной унификации. В некоторых случаях унификация отдельных узлов может осуществляться поэтапно, т. е. вначале унифицируются толь-

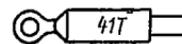
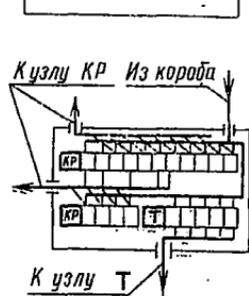
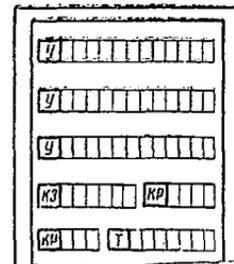
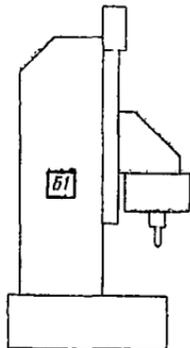
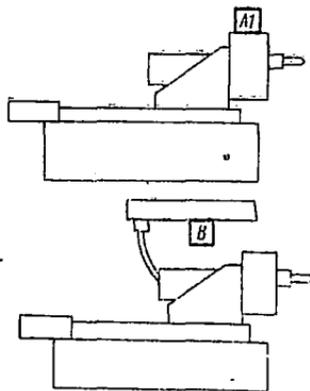
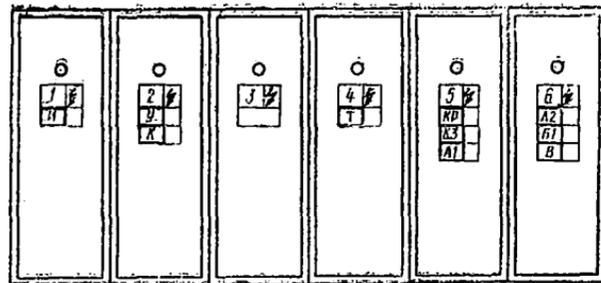
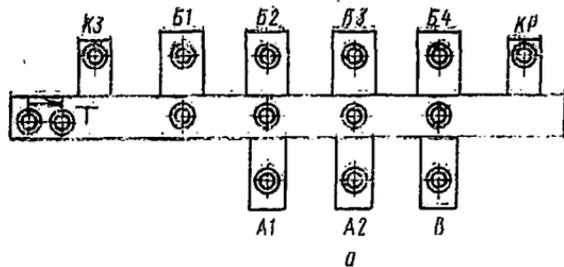


Рис. 88. Элементы поиска повреждения при секционировании электрооборудования

ко некоторые конструктивные элементы, а затем монтажные и принципиальные решения узла в целом. Одним из основных подготовительных этапов унификации электрооборудования на линиях является агрегатный метод их проектирования, всесторонний учет секционированных узлов и анализ их повторяемости. Для унификации электрооборудования механизмов (например, транспортного устройства) основное значение имеет отработка единых конструктивных решений, учитывающих компоновку устройства, систему управления и блокировки. Некоторые электрические устройства также могут быть унифицированы в настоящее время при применении новых, более гибких форм унификации. Например, сравнительно легко поддается унификации сложный узел источников питания, который может быть применен на подавляющем большинстве моделей автоматических линий. Для этого он должен иметь два-три исполнения в зависимости от потребляемой мощности, а форма унификации должна предусматривать, во-первых, резервирование индивидуальных и групповых аппаратов защиты, и, во-вторых, комплектацию узла аппаратами защиты, номинальные параметры и уставки срабатывания которых оговаривались бы при заказе узла для конкретной модели автоматической линии.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УНИФИКАЦИИ И АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Унификация и агрегатирование электрооборудования направлены прежде всего на сокращение сроков и снижение трудоемкости его проектирования, изготовления, монтажа и наладки, повышение качества и снижение стоимости. Это достигается за счет уменьшения многообразия типов и типоразмеров узлов электрооборудования, повышения уровня преемственности конструкторской и технологической документации.

Расчет уровня унификации и экономической эффективности от внедрения унифицированного станочного электрооборудования может выполняться в соответствии с работой [22]. За расчетный показатель уровня унификации принимается «коэффициент применяемости узлов и деталей в изделии», под которым понимается отношение числа наименований стандартных, унифицированных, заимствованных и комплектующих покупных деталей к общему числу наименований в изделии [23].

Однако специфика электрооборудования заключается в том, что в его составе применяется значительное количество мелких комплектующих покупных изделий (крепежные детали, монтажные и установочные изделия — аппараты, стяжки, замки для бандажа, втулки, наконечники для оконцевания проводов, маркировочные кольца и т. п.). Поэтому в данном случае включать в расчет при определении коэффициента применяемости крепежные детали и комплектующие изделия (за исключением узлов электрооборудования) нецелесообразно, так как это в значительной мере искажает показатели унификации.

Применительно к унифицированному электрооборудованию станков и линий показатель уровня унификации выражается системой коэффициентов унификации. Эти коэффициенты ха-

рактизируют взаимосвязь между отдельными модификациями унифицированного конструктивно-монтажного ряда узлов электрооборудования.

Определение экономической эффективности от проведения работ по унификации и агрегатированию электрооборудования основывается на сопоставлении затрат на проектирование, производство и эксплуатацию станочного электрооборудования с использованием унификации и агрегатирования и без них. Так как унификация электрооборудования имеет ряд особенностей, то ее эффективность определяется некоторыми специфическими факторами. Наиболее важными из них можно считать следующие: учет применяемости узлов и элементов электрооборудования; организация проектных работ; типизация технологических процессов изготовления и монтажа; повышение надежности и долговечности на стадии эксплуатации. Поэтому рассмотрим указанные факторы более подробно.

Учет применяемости электрооборудования станков и линий. Учет применяемости составных частей изделий в машиностроении, сбор и анализ данных применяемости регламентируются соответствующими рекомендациями и методиками [24; 25], которые устанавливают содержание и порядок учета, данные по составлению и заполнению учетных карточек применяемости. Однако особенности электрооборудования предъявляют к его учету некоторые дополнительные требования. Цель учета применяемости — сокращение номенклатуры проектируемых и изготавливаемых узлов и деталей электрооборудования, сокращение номенклатуры материалов и комплектующих изделий, широкая типизация технологических процессов, систематизация работ по унификации и стандартизации. Учету подлежат детали, стандартизованные, унифицированные и комплектующие покупные изделия, материалы, технологические процессы и пр. Учет этих составных частей электрооборудования в принципе не отличается от учета аналогичных деталей, изделий, материалов, технологических процессов механической части станка и выполняется на основании рекомендаций, приведенных в литературе [24; 25]. Однако для учета применяемости узлов электрооборудования существующие рекомендации не могут использоваться, так как в этом случае в обязательном порядке подлежит учету ряд особых параметров, что требует другого порядка учета и иной формы учетных карточек.

В настоящее время учет применяемости электрооборудования станков и линий в различных организациях выполняется в зависимости от сложившейся практики проектирования и изготовления, причем единственной целью учета является сокращение номенклатуры проектируемого и изготавливаемого

мого электрооборудования. Такой учет не содействует типизации, унификации и стандартизации электрооборудования.

Анализ содержания и порядка учета применяемости станочного электрооборудования и его отдельных узлов, принятых ведущими проектно-конструкторскими организациями, позволяет выявить сведения, которые должны быть учтены в карточках применяемости. К ним относятся:

шифр или кодовый номер;

обозначение модели станка (линии) и (или) реквизит технического архива;

эскиз компоновки электрооборудования на станке или номер унифицированной компоновки;

основные данные по силовым механизмам, в число которых обязательно должно входить: обозначение механизмов, определяющие параметры электропривода, тип и мощность установленных электродвигателей, циклограмма и характер работы механизма;

основные данные по зажимному и транспортному устройствам и вспомогательным механизмам;

циклограмма работы станка или линии, отражающая последовательность работы всех механизмов станка или линии;

сведения о выполнении конструкторской документации (дата, ответственные исполнители, внесенные изменения и т. п.).

Форма карточки для учета применяемости электрооборудования агрегатных и специальных станков приведена в табл. 53, причем для удобства хранения и пользования ее целесообразно выполнять двусторонней. Данными учета пользуются следующим образом:

по данным каталога-классификатора определяют наличие в картотеке требующихся узлов электрооборудования;

по картотеке решается вопрос об основных данных электрооборудования и возможности его повторного применения;

по реквизитам технического архива, указанным в карточке, отыскивается техническая документация на электрооборудование станка.

Систематизация учета является необходимым условием при сборе данных применяемости электрооборудования, а анализ применяемости позволяет сделать вывод о технической и экономической целесообразности проведения работ по унификации и агрегатированию. В связи с этим систематизация учета приобретает особое значение. Систематизация учета электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий, основанная на рассмотренной в первой главе классификации агрегатных станков и автоматических линий, позволяет охватить практически все варианты применяемого электрооборудования. Кодирование учетных карточек при такой классификации производится с учетом количества и

Раздел		Модель АМ				
Основные данные по силовым узлам						
Силовые (подкатные) столы		1	2	3	4	5
Обозначение						
Упоры управления						
Обозначение узла						
Силовая бабка						
Тип электродвигателя						
Вращение инструмента						
Резьбонарезная приставка						
Тип электродвигателя						
Резьбонарезная установка						
Тип электродвигателя силовой бабки						
Росточно-подрезная головка						
Обозначение узла						
Тип электродвигателя						
Обозначение унифицированных (оригинальных) узлов						
Цикл силового узла						
<i>Вед. электрик</i>		<i>Дата сдачи</i> 197 г.		<i>Вед. механик</i>		
<i>Нач. отдела</i>		<i>Нач. сектора</i>				

Компоновка станка	Нажим и разжим детали	
	Тип электронасоса	
	Смазка силовых столов	
	Уборка стружки Тип электродвигателя	
	Смазка и продувка инструмента	
	Поворотный стол (барабан), передвижной стол Обозначение узла Циклограмма (для оригинальных узлов)	
Примечания:	Цикл станка (последовательность работы механизмов)	
	Изменения	

характера работы силовых, транспортных и зажимных устройств, из которых скомпонован данный станок или линия.

Организация проектных работ. Экономическая эффективность рассматриваемой системы унификации на стадии проектирования определяется следующим. Эффективность принятой системы проектирования зависит в первую очередь от правильной обработки технического задания на проектирование электрооборудования станка или линии и выбора унифицированных проектов электрооборудования. Дальнейшее повышение эффективности связано с выявлением механизмов и узлов, для которых электрооборудование может быть выполнено на базе унифицированных, типовых или ранее выпущенных проектов для аналогичных механизмов и узлов. Дополнительное повышение эффективности достигается применением отдельных типовых или ранее выпущенных проектов для аналогичных механизмов и узлов и применением отдельных типовых решений (как принципиальных, так и монтажно-конструктивных) для всех механизмов и узлов, электрооборудование которых разрабатывается заново.

Таким образом, снижение затрат на проектирование находится в прямой зависимости от применения в проекте электрооборудования станка или линии унифицированных проектов электрооборудования отдельных механизмов и узлов и использования типовых решений.

Значительным преимуществом описанной системы унификации является ее гибкость, обеспечивающая совместное применение унифицированных, типовых и оригинальных решений. Например, наличие двух проектов электрооборудования для силового стола (панели управления и размещения электрооборудования на механизме) позволяет в необходимых случаях применить один из них унифицированный, а второй — оригинальный.

Перечисленные факторы обеспечивают не только резкое снижение трудоемкости проектных работ, но и значительное сокращение сроков их выполнения.

Следующим существенным фактором повышения производительности труда конструктора является применение в широких масштабах чертежей-аппликаций, используемых при вычерчивании принципиальных и монтажных схем, а также различных бланков и форм. Для принципиальных схем управления на чертежах-аппликациях выполняются отдельные типовые цепочки, типовые схемные узлы, необходимые таблицы, типовые циклограммы и другие элементы. Для монтажных схем на чертежах-аппликациях выполняются применяемые при проектировании электрические аппараты в их монтажном изображении. Кроме указанных выполняются и другие чертежи-аппликации, используемые при вычерчивании схем расположения и некоторых деталей. Следует отметить,

что высокоэффективным способом размножения чертежей-аппликаций является их печатание на ротационной машине, которое обеспечивает высокое качество документации.

Необходимо отметить и такой важный фактор, как выполнение документации проектов для размножения их на машине без промежуточного копирования. Это исключает проверку калек, которая занимает 10—20% (а в некоторых случаях и больше) времени, необходимого на выполнение проекта. При этом исключаются ошибки, допускаемые при копировании.

Внедрение унификации позволяет снизить стоимость проектирования за счет снижения необходимой квалификации инженерного труда. Освободившиеся высококвалифицированные специалисты могут быть привлечены к разработке новых типовых и унифицированных узлов и дальнейшему совершенствованию системы проектирования.

Особо следует подчеркнуть сопутствующее унификации электрооборудования повышение качества конструкторской документации. Оно является следствием применения проверенных и отработанных опытным путем типовых и унифицированных схемных и конструктивных решений, которые вырабатываются на базе опыта всего коллектива проектировщиков и не зависят от инженерной интуиции отдельного конструктора.

Ориентировочное снижение трудоемкости на стадии проектирования в результате применения методов унификации и агрегатирования электрооборудования иллюстрируется табл. 54, в которой рассматривается проектирование электрооборудования одноколонного агрегатного станка с коэффициентом унификации 100% (унифицированная компоновка) и электрооборудования станка, в котором применяются только стандартизованные конструктивные элементы (коэффициент унификации равен 10%). В последнем случае рассмотрены два варианта: I — для проектирования с обычным уровнем организации проектных работ, II — с высоким уровнем организации. Данные, приведенные в табл. 54, показывают значительные преимущества проектирования электрооборудования по методу унифицированной компоновки по сравнению с обычными методами.

Типизация технологических процессов изготовления и монтажа. Снижение сроков и стоимости технологической подготовки производства, повышение качества технологической документации, экономия при проектировании оснастки и инструмента, повышение серийности, имеющие место при унификации механической части станка, проявляются и при унификации различных конструктивных деталей и узлов электрооборудования. Однако такие детали и узлы по трудоемкости составляют относительно небольшую

часть электрооборудования станков и линий (в среднем 20—25%). Наибольшие трудозатраты связаны с выполнением монтажа электрооборудования, который подразделяется на механический монтаж и электромонтаж. Если механический монтаж имеет некоторую аналогию с монтажом узлов станка, то электромонтаж в технологическом отношении весьма спе-

Т а б л и ц а 54

Наименование работ	Коэффициент унификации					
	10 %				100 %	
	I		II		Объем работ, усл. л	Трудоемкость, чел.-ч
	Объем работ, усл. л (1 формат)	Трудоемкость, чел.-ч	Объем работ, усл. л	Трудоемкость, чел.-ч		
Принципиальная электросхема	1	32	2	2	—	—
Схемы соединений	3	24	3	2	—	—
Схемы расположения	4	32	4	6	—	—
Детали	1	4	1	6	—	—
Текстовые документы	2	4	2	4	0,5	0,3
Копировальные работы	12	24	12	24	—	—
Проверка калек	12	8	12	1	—	—
Итого	11	128	10	45	0,5	0,3

цифичен. Эта специфика приводит к невозможности применения обычных методов технологической подготовки производства. Вследствие этого монтаж электрооборудования станков и линий рационально выполнять в соответствии с техническими инструкциями (техническими условиями), регламентирующими технологию производства и порядок приемки электромонтажных работ на основе наиболее передовых методов и с учетом технологических возможностей оборудования данного предприятия.

Ряд ведущих станкостроительных предприятий имеет подобные технические инструкции, которые способствуют повышению производительности труда электромонтажников и улучшению качества электромонтажных работ на выпускаемых станках (ТИ81.01—64 — на Минском заводе автоматических линий; ТУ301.100 — на предприятиях Витебского станкостроительного объединения; ТУ-01Э — на Ульяновском заводе тяжелых и фрезерных станков и др.). Технические инструкции на производство и приемку электромонтажных работ предполагают типизацию основных технологических процессов монтажа электрооборудования. К ним относятся:

в области механического монтажа — изготовление различного рода панелей, установка электроаппаратов, проклад-

ка жестких и гибких трубопроводов, установка конструктивных элементов и т. п.;

в области электромонтажа — выполнение отдельных элементов электромонтажных работ (оконцевание, присоединение проводов и вязка жгутов, маркировка элементов электрооборудования, регулировка аппаратов и т. п.), электромонтаж отдельных узлов, отличающихся определенными особенностями (станции и пульта управления, панели электрических аппаратов и аппаратов проводной связи, блоков элементов радиоэлектроники, выполнение внешних проводок к подвижным и неподвижным узлам). Представляется целесообразным создание технических инструкций, охватывающих круг перечисленных положений, не только в рамках отдельных предприятий, но и отрасли в целом. Это способствовало бы внедрению передовых методов монтажа станочного электрооборудования, анализу и разработке которых посвящен ряд работ [17—20].

Унификация и агрегатирование электрооборудования и типизация технологических процессов электромонтажа на основании технической инструкции ТИ81.01—64 позволили Минскому заводу автоматических линий увеличить серийность деталей и узлов электрооборудования и перейти от единичного производства к мелкосерийному. Принят запуск в производство партий унифицированных узлов электрооборудования в количестве 90—110 шт. вместо существовавшего прежде единичного запуска. Это привело в целом к экономии заработной платы в среднем на 30%.

Унификация и агрегатирование электрооборудования способствуют снижению в два-три раза сроков его изготовления за счет независимости монтажа узлов электрооборудования от монтажа механической части станка и появившейся возможности монтажа и наладки электрооборудования отдельных агрегатов задолго до их сборки на станке.

Широкое применение унифицированного электрооборудования сокращает количество изготавливаемых типоразмеров, способствует улучшению экономических показателей предприятия, сокращает сроки нахождения продукции в производстве, открывает возможности создания необходимых производственных заделов, обучения персонала, применения испытательных и наладочных стендов, способствует повышению качества продукции.

Повышение надежности и долговечности электрооборудования. Повышение качества, являющееся одним из главных следствий унификации и агрегатирования, при эксплуатации сказывается в первую очередь на повышении надежности, долговечности и ремонтпригодности электрооборудования. В первой главе уже отмечалось, что электрооборудование является достаточно сложным и ответ-

ственным узлом станков и линий, от выполнения которого во многом зависит надежность станка и линии в целом. Появление отказа даже в наиболее простом по конструкции элементе электрооборудования приводит к выходу станка (линии) из строя. При этом особенностью отказов электрооборудования является то, что устранение их, как правило, требует относительно немного времени, а основные трудозатраты связаны с их поиском. Как указывалось в третьей главе, с этой точки зрения преимущества секционирования схем управления по функциональному признаку оказываются неоспоримыми. Глубокое секционирование позволяет локализовать поиск неисправностей, а расчленение схемы на ряд простых элементов повышает надежность каждого такого элемента и, как следствие, всей схемы в целом.

Унификация отдельных узлов позволяет широко применять резервирование и замену узлов при необходимости. Известно, что значительный удельный вес составляют отказы, вызванные недостатками эксплуатации, обслуживания и ремонтов. Например, обследование трех автоматических линий (ЛМ169, ЛМ215, ЛМ225), находящихся в эксплуатации, проведенное сектором надежности Минского СКБ-АЛ, показало, что указанные отказы составили в среднем 38% общего числа отказов, зарегистрированных на линиях.

Унификация схемных решений, четкая единая система маркировки, единое оформление документации на электрооборудование позволяют ускорить обучение обслуживающего персонала, ускоряют ввод оборудования в эксплуатацию и его квалифицированное обслуживание. Таким образом, внедрение унификации и агрегатирования электрооборудования позволяют сократить количество отказов, вызванных не только недостатками конструкции, но также и эксплуатации, обслуживания и ремонтов. Благодаря внедрению описанной системы унификации удалось резко повысить надежность электрооборудования станков и линий. Обследование автоматических линий дало следующие результаты (табл. 55).

Т а б л и ц а 55

Год выпуска линий	Наработка на отказ электрооборудования	
	в циклах	в часах
До 1964	100	3
1965	450	8
1966	3500	92

В 1965 г. был начат выпуск автоматических линий с агрегатированным электрооборудованием, с 1966 г. все автома-

тические линии, изготавливаемые МЗАЛ по проектам СКБАЛ, оснащались агрегатированным электрооборудованием с широким применением унифицированных и стандартизованных узлов.

Необходимо отметить также ряд других преимуществ унификации и агрегатирования электрооборудования: заводы-потребители могут компоновать необходимое им специальное оборудование из отдельных узлов, выпускаемых централизованно и описанных в каталогах (например, унифицированные узлы электрооборудования, разработанные Минским СКБ-АЛ, могут быть заказаны в соответствии с работой [6]). Открываются большие возможности перекомпоновок и повторного использования электрооборудования станков и линий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Саксаганский Г. Д., Кац Г. Б., Берзинь И. Э. Эффективность производства и развитие унификации и агрегатирования в машиностроении. «Вестник машиностроения», 1968, № 1.
2. Бойцов В. В. Механизация и автоматизация в мелкосерийном производстве. М., Машгиз, 1962.
3. Бойцов В. В., Кузьмин В. В., Найдов Ч. Г. Агрегатные станки и автоматические линии из нормализованных элементов. М., ЦБТИ, 1962.
4. Баранов А. И., Кузьмин В. В. Стандартизация в машиностроении. М., Машгиз, 1963.
5. Добрянский А. И. Применение агрегатирования в машиностроении. М., Издательство стандартов, 1966.
6. Нормализованные узлы и детали агрегатных станков и автоматических линий. Каталог-справочник. М., НИИМАШ, 1968.
7. Браун М. Н., Тетик В. Н. Стандартизация монтажных схем электрооборудования агрегатных станков. «Стандарты и качество», 1969, № 11.
8. Касьянов О. Н., Рябко Х. Г. Унификация, нормализация и агрегатирование. — В сб. «Повышение качества изделий в машиностроении». М., Издательство стандартов, 1968.
9. Станки и автоматические линии из нормализованных узлов. Под ред. В. В. Бойцова. М., НИИАТ, 1961.
10. Проектирование электрооборудования автоматических линий. Методические пособия, ЭНИМС, 1969.
11. Крыленко В. В. Унификация электрооборудования вертикальных агрегатных станков. «Технический информационный бюллетень», 1963, № 4.
12. Dalman F. N., Tarbell, Donovan G. W. Improvements relating to Electrical Control Apparatus for Transfer and other Machines, патент Англии, № 871.47.1.
13. Neff A., Hartmann R. Die elektrische Steuerung von Maschineneinheiten und Sondermaschinen «Die Einheitsteuerung», «TL für praktische Metallbearbeitung», 59, Heft 2, 1965.
14. Hartmann R. Maschineneinheiten und Sondermaschinen, ein elektro-mechanische System, «TZ für praktische Metallbearbeitung», 57, Heft, 6, 1963.
15. Maescker K., Wollenhaupt J. Ein Ordnungssystem für elektrisch gesteuerte Aufbaumaschinen und Aufbaueinheiten. «Werkstattechnik und Maschinenbau», 46, Heft, 4, 1956.

16. Nemesek Rudolf. Projektování Sarizeni a kreslení sehátat podle funkčních celků, «Elektratechnik», № 12, 1966.
17. Минскер Э. И., Соколов Н. Г. Электрические проводки металлорежущих станков. М., «Энергия», 1969.
18. Ивенский Ю. Н., Новик И. К., Фуремс А. А. Монтаж электрооборудования на станках и автоматических линиях. М., «Энергия», 1966.
19. Бранц М. Л. и др. Агрегатирование электрооборудования станков и линий. М., НИИМАШ, 1968.
20. Новик И. К., Фуремс А. А. Выполнение электропроводок на металлорежущих станках и автоматических линиях. М., НИИМАШ, 1968.
21. Поплавский В. С., Фуремс А. А. Металлорукава с полихлорвиниловым покрытием. «Бюллетень технико-экономической информации», № 6, 1966.
22. «Методика расчета уровня унификации и экономической эффективности от внедрения унифицированных деталей, узлов и агрегатов в машиностроении». М., ВНИИНМАШ, 1967.
23. Рекомендация Р2—62. Нормализационная оценка изделий основного и вспомогательного производства. М., 1963.
24. Рекомендация Р9—63. Учет применяемости составных частей изделий в машиностроении. М., 1968.
25. Методика сбора и анализа данных применяемости. М., ВНИИНМАШ, 1969.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие . . . . .	3
<i>Глава первая.</i> Общие принципы унификации и агрегатирования электрооборудования станков и линий . . . . .	5
1. Предпосылки унификации и агрегатирования электрооборудования . . . . .	5
2. Классификация станков и линий, комплектуемых из стандартизованных узлов . . . . .	9
<i>Глава вторая.</i> Обзор современных методов унификации и агрегатирования электрооборудования станков и линий . . . . .	15
3. Общие положения . . . . .	15
4. Основные направления унификации и агрегатирования электрооборудования в отечественном станкостроении . . . . .	19
5. Опыт унификации и агрегатирования станочного электрооборудования за рубежом . . . . .	33
<i>Глава третья.</i> Секционирование . . . . .	42
6. Основные принципы секционирования электрооборудования . . . . .	42
7. Характеристика секционированных компонентов электрооборудования . . . . .	48
8. Индивидуальные узлы и их основные связи . . . . .	57
<i>Глава четвертая.</i> Маркировка узлов и элементов электрооборудования . . . . .	67
9. Обозначение узлов . . . . .	67
10. Маркировка элементов . . . . .	72
11. Маркировка проводов . . . . .	78
<i>Глава пятая.</i> Типизация элементов и узлов электрооборудования . . . . .	83
12. Типовые схемы включения аппаратов . . . . .	83
13. Типовые общесхемные цепочки . . . . .	92
14. Типизация структурных циклограмм и схем выбора режимов работы и задания цикла . . . . .	99
<i>Глава шестая.</i> Унификация электрооборудования силовых механизмов . . . . .	113
15. Типизация циклограмм силовых механизмов агрегатных станков и автоматических линий . . . . .	113
16. Типизация схем управления силовыми механизмами . . . . .	121
17. Унификация принципиальных схем управления . . . . .	131

18. Унификация конструктивных и монтажных решений . . .	136
<i>Глава седьмая. Унификация электрооборудования отдельных механизмов и электрических узлов . . . . .</i>	148
19. Общие положения . . . . .	148
20. Типизация циклограмм отдельных механизмов . . . . .	149
21. Типизация схем управления отдельными механизмами . . . . .	157
22. Унификация схем управления отдельными механизмами . . . . .	171
23. Унификация конструктивных и монтажных решений . . . . .	175
<i>Глава восьмая. Стандартизация конструктивных узлов и элементов электрооборудования . . . . .</i>	184
24. Станции управления . . . . .	184
25. Пульты управления . . . . .	195
26. Конструктивные элементы для монтажа электрооборудования . . . . .	205
27. Коробка внешних проводок в агрегатированном электрооборудовании . . . . .	228
<i>Глава девятая. Проектирование электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий . . . . .</i>	236
28. Общие положения . . . . .	236
29. Электрооборудование станков с унифицированной компоновкой . . . . .	244
30. Электрооборудование станков с оригинальной компоновкой . . . . .	255
31. Электрооборудование автоматических линий . . . . .	269
<i>Глава десятая. Техничко-экономическая эффективность унификации и агрегатирования электрооборудования . . . . .</i>	281
<b>Л и т е р а т у р а . . . . .</b>	<b>292</b>

**Юзеф Наумович Ивенский,  
Иван Константинович Новик,  
Владимир Станиславович Поплавский,  
Александр Абрамович Фуремс**

**УНИФИКАЦИЯ И АГРЕГАТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
СТАНКОВ И ЛИНИЙ**

Редактор *Т. И. Фролова*  
Технический редактор *Н. М. Ильичева*  
Корректор *В. С. Дмитриева*

Т-16042 Сдано в наб. 03. 04. 73 Подп. к печ. 18. 10. 73 Формат 60×90<sup>1/16</sup> Бумага  
типогр. № 2 18,5 п. л. 16,16 уч.-изд. л. Тираж 8000 Изд. № 2208/7 Цена 82 коп.

---

Издательство стандартов. Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 645

Цена 82 коп.

900  
Д4  
13469



*[Handwritten signature]*