

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ОБОРУДОВАНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Часть 1

Методические указания
к выполнению лабораторных работ № 1 - 3
для студентов направления 15.03.05
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 658.52.011.56

Р е ц е н з е н т ы:

Ю.К. Новоселов - д-р техн. наук, профессор кафедры
«Технология машиностроения»

В.Я. Копп - д-р. техн. наук, профессор кафедры
«Приборостроения и автоматизации технологических процессов»

Составители: А.О. Харченко, Е.А. Владецкая

Оборудование машиностроительных производств: метод. указания. – Ч.1
/ Сост. А.О. Харченко, Е.А. Владецкая. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 30 с.

Методические указания предназначены для учебно-методического обеспечения дисциплины «Оборудование машиностроительных производств». Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении лабораторных работ. В методических указаниях изложена методика выполнения лабораторных работ, приведено описание устройства, кинематики и принципа действия металлорежущих станков, наладки и настройки оборудования.

УДК 658.52.011.56

Методические указания рассмотрены и утверждены кафедрой «Технология машиностроения», протокол № 8 от 30 января 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1.

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 16К20 4

1.1. Изучение конструкции, кинематики

и принципа действия станка 16К20..... 4

1.2. Наладка станка 16К20 на выполнение резьбонарезной операции..... 8

Лабораторная работа № 2.

ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК 2А135 15

2.1. Изучение конструкции, кинематики

и принципа действия станка 2А135 15

Лабораторная работа № 3.

ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК 3Г71М..... 20

3.1. Изучение конструкции, кинематики, принципа действия

и наладки станка 3Г71М..... 20

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 30

Лабораторная работа № 1 ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 16K20

Цель работы: изучение конструкции, кинематики и принципа действия станка, освоение приемов наладки станка на выполнение резьбонарезной операции.

1.1. Изучение конструкции, кинематики и принципа действия станка 16K20 (Продолжительность выполнения – 2 часа)

1.1.1. Назначение станка

Токарно-винторезный станок мод. 16K20 предназначен для выполнения наружного и внутреннего точения, нарезания правой и левой метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб, одно- и многозаходных резьб с нормальным и увеличенным шагом, торцевой резьбы, а также отрезки, сверления, зенкерования и развёртывания отверстий.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр, мм:	
устанавливаемой детали над станиной	400
устанавливаемой детали над поперечным суппортом	200
обрабатываемого прутка	50
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольшая длина обтачивания, мм	640
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	12,5...1600
Пределы подач, мм/об:	
продольных	0,6...2,8
поперечных	0,25...1,4
Нарезаемые резьбы:	
метрическая, шаг, мм	0,5...112
дюймовая, число витков на 1 дюйм	56...0,26
модульная, шаг в модулях	0,5...112
питчевая, шаг в питчах	56...0,25
Мощность главного электродвигателя, кВт	10,0

1.1.2. Основные узлы и органы управления

Общий вид станка 16K20 изображен на рис. 1.1.

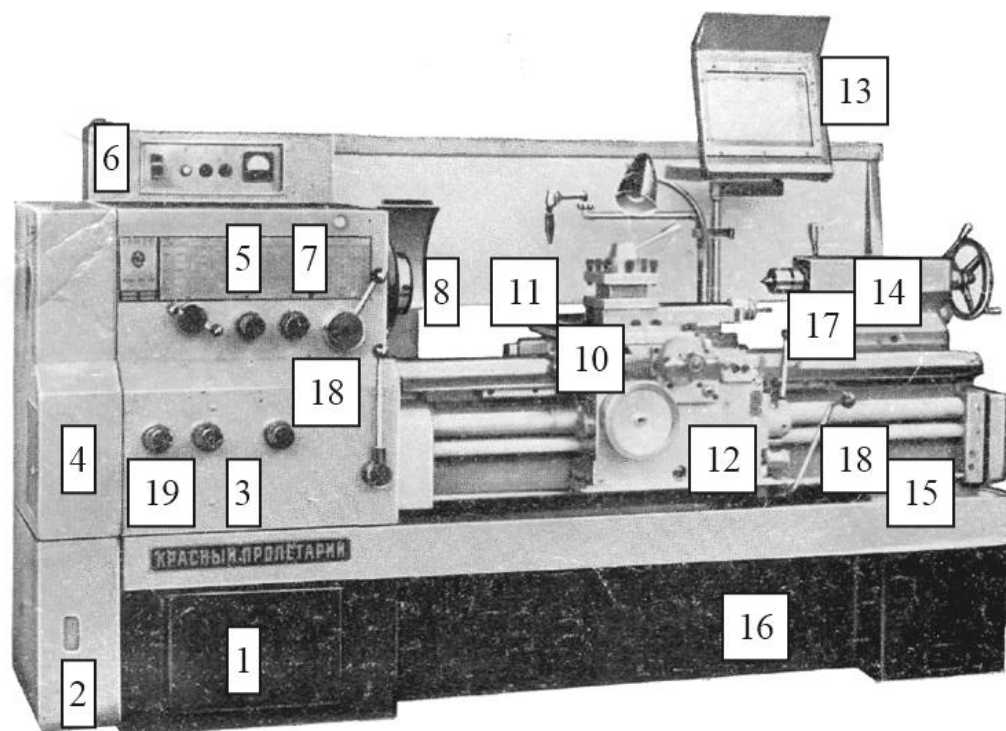


Рис. 1.1. Общий вид станка 16K20

- : 1 – передняя тумба; 2 – ременная передача; 3 – коробка подачи;
 4 – гитара сменных колес; 5 – передняя (шпиндельная) бабка; 6 – кнопочная станция;
 7 – переключатель перебора; 8 – шпиндель; 9 – люнет; 10 – суппорт;
 11 – резцедержатель; 12 – фартук; 13 – предохранительный щиток; 14 – задняя бабка;
 15 – станина; 16 – основание; 17 – рукоятка включения перемещения суппорта;
 18 – рукоятка включения шпинделя; 19 – рукоятки настройки подачи

1.1.3 Кинематика станка

Кинематическая схема станка 16K20 изображена на рис. 1.2.

Главное движение. Главным движением в станке является вращение шпинделя, которое он получает от электродвигателя 1 через клиноременную передачу со шкивами 2-3 и коробку скоростей.

Муфта 6 служит для включения, выключения и изменения направления вращения шпинделя. Движение от электродвигателя на шпиндель может передаваться по двум кинематическим цепям:

а) по короткой цепи (без перебора), что дает 12 высших ступеней частот вращения шпинделя:

$$n'_{un} = 1460 \cdot (140/268) \cdot 0,985 \cdot (51/39) \text{ (или } 56/34) \cdot (21/55) \\ \text{ (или } 23/47, \text{ или } 38/38) \cdot (30/60) \text{ (или } 60/48), \text{ мин}^{-1}.$$

б) по длинной цепи (с перебором), что дает еще 12 ступеней частот вращения шпинделя:

$$n''_{un} = 1460 \cdot (140/268) \cdot 0,985 \cdot (51/39) \text{ (или } 56/34) \cdot (21/55) \\ \text{ (или } 23/47, \text{ или } 38/38) \cdot (15/60) \text{ (или } 45/45) \cdot (18/22) \cdot (30/60), \text{ мин}^{-1}.$$

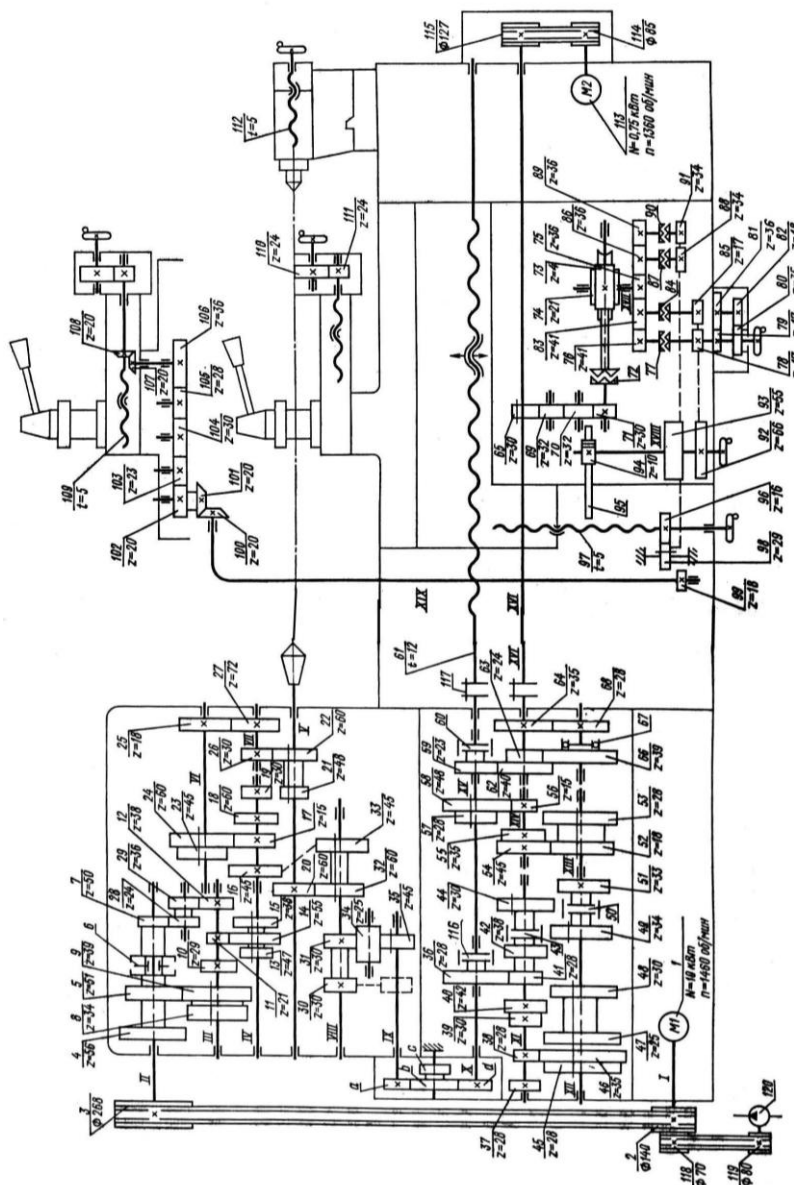


Рис. 1.2. Кинематическая схема станка 16K20

Таким образом, шпиндель станка получает всего 24 значения частот вращения. Практически шпиндель имеет только 22 частоты вращения, так как две скорости совпадают.

Регулируемые звенья станков настраиваются на основе уравнения кинематического баланса, выражающего математическую связь между движением начального и конечного звеньев, рассматриваемой кинематической цепи. Так, уравнение баланса привода главного движения в общем виде записывается следующим образом:

$$n_{шп} = n_{эл} \cdot i_{p.n.} \cdot p_1 \cdot i_{мн} \cdot i_{пер},$$

где $n_{шп}$ и $n_{эл}$ – частота вращения шпинделя и электродвигателя, $мин^{-1}$; $i_{p.n}$ – передаточное отношение ременной передачи; p_1 – передаточное отношение реверсивной группы; i_{mn} – передаточное отношение множительной структуры коробки скоростей; $i_{пер}$ – передаточное отношение перебора.

Движение подачи. Механизм подачи сообщает движение суппорту по четырем кинематическим цепям: винторезной, продольной и поперечной подач, а также быстрого перемещения.

Привод подачи состоит из звена увеличения шага ($i_{y.ш.}$), механизма реверса резьбы (P_2), гитары сменных колес (i_x), коробки подач (i_s) и механизма фартука ($i_{фap}$), в котором содержатся реверсивные группы продольных (P_3) и поперечных (P_4) подач.

Движение подачи осуществляется непосредственно от шпинделя через пару зубчатых колес 60/60 (нормальное соединение) или через звено увеличения шага, которое расположено в коробке скоростей и имеет три передаточных отношения:

$$\begin{aligned} i_1 &= (60/30) = 2; \\ i_2 &= (60/30) \cdot (72/18) \cdot (45/45) \cdot (45/45) = 8; \\ i_3 &= (60/30) \cdot (72/18) \cdot (60/15) \cdot (45/45) = 32. \end{aligned}$$

Для изменения направления вращения ходового винта служит реверсивный механизм. Правое вращение винта производится через пару зубчатых колес 30/40, левое – через передачу $(30/25) \cdot (25/45)$. Далее вращение передается сменными зубчатыми колесами гитары, которая имеет две комбинации сменных колес: передача $(A/B) \cdot (C/D) = (40/86) \cdot (86/64)$ применяется при нарезании метрических и дюймовых резьб и для подачи по ходовому валу, а передача $(A/B) \cdot (C/D) = (60/73) \cdot (86/36)$ – для нарезания модульных и питчевых резьб.

Коробка подач имеет две основные кинематические цепи. Одна цепь служит для нарезания дюймовых и питчевых резьб (количество вариантов 16):

$$\begin{aligned} &(28/28) \cdot (38/34) \cdot (25/30) \text{ (или } 30/42, 35/28, 28/28) \cdot (30/33) \cdot (18/45) \\ &\text{(или } (28/35) \cdot (15/48) \cdot \text{(или } 35/28)). \end{aligned}$$

Другая цепь предназначена для нарезания метрических и модульных резьб (количество вариантов 16):

$$\begin{aligned} &(28/28) \cdot (30/25) \text{ (или } 42/30, 28/35, 28/28) \cdot (18/45) \\ &\text{(или } 28/35) \cdot (15/48) \cdot \text{(или } 35/28)). \end{aligned}$$

В первом случае ходовой винт получает движение, когда муфты 116, 43 и 50 выключены, а муфта 60 включена. Во втором случае муфта 116 выключена, муфты 43, 50 и 60 включены. Вторую кинематическую цепь используют также для получения продольной или поперечной подач, при этом вращение на ходовой вал передается через зубчатые колеса:

$$(23/40) : (24/39) : (28/35).$$

Муфта 60 – выключена.

При нарезании резьбы с повышенной точностью движение на ходовой винт передается напрямую, т.е. коробка подач отключена, а муфты 116 и 60 – включены. Аналогично нарезают специальные резьбы. В обоих случаях резьбу на требуемый шаг настраивают подбором сменных зубчатых колес гитары. От ходового вала вращение через передачи (30/32)·(32/32)·(32/30), предохранительную муфту и червячную пару 4/21 передается зубчатому колесу $Z = 36$. От этого колеса движение на реечное колесо $Z = 10$ для осуществления продольной подачи (правой или левой) происходит через передачи: (36/41)·(41/41)·(17/66). Поперечная подача (правый и левый ход) осуществляется через передачи (36/36) (34/55) (55/29) (29/16) или (36/36) (36/36) (34/55) (55/29) (29/16). Наличие в коробке подач муфты обгона 67 позволяет сообщать суппорту ускоренное движение от вспомогательного электродвигателя $M2$ без выключения рабочей подачи.

Уравнения кинематического баланса цепей подач в общем виде для различных работ представляются:

1) для нарезания резьб нормального шага:

$$I_{об\ шп} \cdot i_{y.ш.} \cdot P_2 \cdot i_x \cdot i_s \cdot T_{x.в.} = t_{нар},$$

шаг дюймовой резьбы $t_{нар} = 25,4/n$ (n – кол-во витков на 1 дюйм);

шаг модульной резьбы $t_{нар} = \pi m$ (m – модуль резьбы);

шаг питчевой резьбы $t_{нар} = 25,4/\pi/p$ (p – число зубьев на 1 дюйме начальной окружности);

2) для нарезания резьб увеличенного шага:

$$I_{об\ шп} \cdot i_{пер} \cdot i_{y.ш.} \cdot P_2 \cdot i_x \cdot i_s \cdot T_{x.в.} = t_{нар};$$

3) для нарезания точных резьб:

$$I_{об\ шп} \cdot i_{y.ш.} \cdot P_2 \cdot i_x \cdot T_{x.в.} = t_{нар};$$

4) для продольной подачи:

$$I_{об\ шп} \cdot i_{y.ш.} \cdot P_2 \cdot i_x \cdot i_s \cdot i_{фap} \cdot P_3 \cdot \pi m z = S_{np};$$

5) для поперечной подачи:

$$I_{об\ шп} \cdot i_{y.ш.} \cdot P_2 \cdot i_x \cdot i_s \cdot i_{фap} \cdot P_3 \cdot T = S_{поп.}.$$

1.2. Наладка станка 16K20 на выполнение резьбонарезной операции (Продолжительность выполнения – 2 часа)

1.2.1. Общие сведения

Настройка кинематических цепей станка для нарезания резьб сводится к подбору передаточных отношений передач коробки подач и других механизмов, что осуществляется переключением соответствующих рычагов. Исключение представляет нарезание особо точных резьб или резьб с ненормализованным шагом. Конечным звеном является ходовой винт и маточная гайка.

Уравнение настройки можно представить в виде

$$I_{об\ шп} \cdot i \cdot T_{x.в.} = t_{нар},$$

где $t_{нар}$ – шаг нарезаемой резьбы; $T_{х.в}$ – шаг ходового винта; i – передаточное отношение кинематической цепи от шпинделя до ходового винта.

Поскольку в этом случае валы X, XV и ходовой винт 61, связанные муфтами 116 и 60, представляют собой единое звено, то передаточное отношение цепи:

$$i = i_n \cdot i_z,$$

где i_n – передаточное отношение постоянных передач; i_z – передаточное отношение сменных колес звена настройки (гитары).

Отсюда

$$i_z = (1/i_n) \cdot (t_{нар}/T_{х.в}),$$

обозначив $1/i_n$ через C , получим

$$i_z = C \cdot (t_{нар}/T_{х.в}).$$

Передаточное отношение i_n чаще всего равно 1:1 или 1:2. Применительно к кинематической схеме станка значение i_n может быть различным в зависимости от положения блоков с зубчатыми колесами 21-22, 23-24 и 32-33. Если колесо 20, расположенное на шпинделе, сцеплено с колесом 32, то вращение механизму подач сообщает непосредственно шпиндель, и передаточное отношение постоянных передач i_n от шпинделя к звену настройки (гитаре) будет $(60/60) \cdot (30/45) = 2/3$ (валы V, VIII и IX).

При нарезании резьбы с большим шагом (16...112 мм) передача движения осуществляется через звено увеличения шага. В этом случае блок колес 21-22 на шпинделе занимает правое положение, и колесо 16 на валу IV зацепляется с колесом 33 на валу VIII. Передаточное отношение цепи от шпинделя до вала IX при сцеплении колес в такой последовательности будет иметь два варианта:

$$1) i_n = (60/30) \cdot (72/18) \cdot (45/45) \cdot (30/45) = 16/3;$$

$$2) i_n = (60/30) \cdot (72/18) \cdot (60/15) \cdot (45/45) \cdot (30/45) = 64/3.$$

Таким образом, включение звена увеличения шага из двух вариантов зацепления колес дает увеличение передаточного отношения от шпинделя до вала VIII в 8 и 32 раза, что соответственно увеличивает шаг нарезаемой резьбы во столько же раз.

Коробка подач (рис. 1.3) закреплена на станке ниже передней бабки и имеет несколько валов, на которых установлены подвижные блоки зубчатых колес 3, 9, 11, 12 и переключаемые зубчатые муфты 1, 2, 4 и 10. В правом положении муфты 4 получает вращение ходовой винт 5, а в левом ее положении (как показано на рисунке) через муфту обгона 8-7 вращается ходовой вал 6.

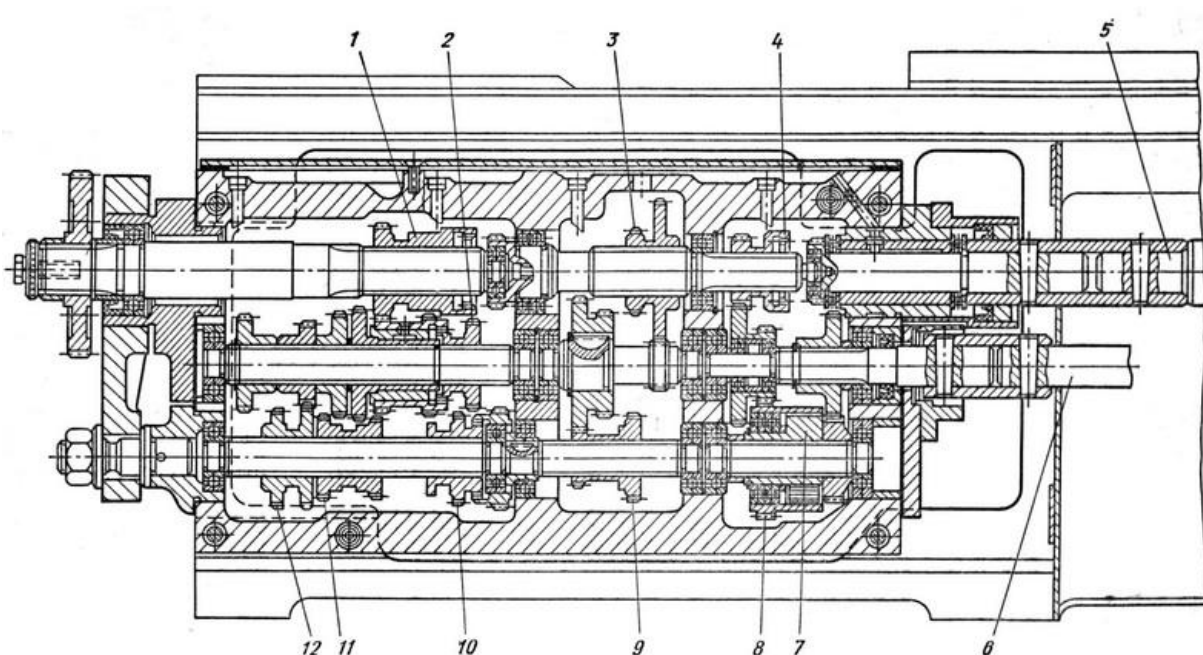


Рис. 1.3. Коробка подач станка 16K20

1.2.2. Расчет режимов резания при нарезании резьб резьбовыми резцами

Необходимая частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле

$$n = (1000 \cdot V) / \pi D,$$

где V – скорость резания, D – диаметр обрабатываемой резьбы.

Режимы резания для различных материалов приведены в справочной литературе [3].

Скорость резания при нарезании наружных резьб (материал – сталь 45) представлена в табл. 1.2.

После определения расчетных частот вращения шпинделя на станке устанавливают ближайшее меньшее значение частоты вращения, имеющееся в таблице положения рукояток переключения на передней бабке станка.

Число проходов при нарезании резьбы для различных резьб и материалов представлено в табл. 1.3.

Величина подачи определяется из справочной литературы [3] и устанавливается на станке переключением соответствующих рукояток коробки подач. Данные о величинах подач и соответствующих им положениях рукояток приведены в таблице на станке.

Таблица 1.2 – Скорость резания при нарезании наружных резьб на проход резьбовыми резцами

Метрическая резьба												
Шаг резьбы $t_{нар}$, мм		2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0			
Скорость резания V , м/мин.	При черновых проходах	36	31	30	27	25	24	22	22			
	При чистовых проходах	64	56	50	48	44	42	41	38			
	При зачистных проходах	-	-	-	-	-	-	-	-			
Дюймовая резьба												
Число ниток на 1 дюйм		11	10	9	8	7	6	5	4,5	3	2	1
Скорость резания V , м/мин.	При черновых проходах	40	36	36	31	26	27	25	23	21	20	10
	При чистовых проходах	65	58	57	56	49	47	42	39	37	34	31
	При зачистных проходах	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Трапецеидальная резьба												
Шаг резьбы $t_{нар}$, мм		5	6	8	10	12	16	20	24			
Скорость резания V , м/мин.	При черновых проходах	37	32	25	21	18	15	14	24			
	При чистовых проходах	64	64	54	64	64	52	52	52			
	При зачистных проходах	-	-	-	-	-	-	-	-			

В зависимости от шага и системы нарезаемой резьбы производят настройку станка переключением соответствующих рукояток и установкой необходимых зубчатых колес в гитаре.

1.2.3. Нарезание многозаходной резьбы

При многозаходной резьбе под шагом $t_{нар}$ понимают расстояние между параллельными сторонами профиля двух соседних витков. Поэтому для получения резьбы заданного шага механизм подачи должен за один оборот заготовки переместить суппорт на величину хода резьбы

$$S = k t_{нар},$$

где k – число заходов нарезаемой резьбы. Такого типа резьбы нарезают на ходовых винтах, многозаходных червяках и других деталях.

Многозаходная резьба нарезается двумя способами:

1) после нарезания первой нитки заготовку поворачивают на часть оборота $1/k$, после чего нарезают следующий заход;

2) после нарезания первой нитки, предварительно разомкнув винторезную цепь и оставляя заготовку неподвижной, перемещают инструмент вместе с резцовыми салазками продольно на величину шага резьбы $t_{нар}$, затем нарезают следующий заход.

Таблица 1.3 – Число проходов при нарезании резьбы

Трапецеидальная резьба	Шаг резьбы $t_{нар}$. В мм	Углероди- стая сталь	Чугун, бронза, латунь	Легиро- ванная сталь	Число проходов		Чистовых	10		
							Черновых	22		
							Чистовых	5		
							Черновых	11		
							Чистовых	6		
							Черновых	14		
									3,2,4	2
Дюймовая резьба	Сталь, чугун, бронза и латунь	Число проходов		Чистовых с ради- альным врезани- ем		3	2	3	3	
				Черновых с боко- вым врезанием		-	-	4	-	
						5	3	-	3	
						6	4	-	4	
						7	4	-	4	
						8	4	-	4	
Метрическая резьба	Шаг резьбы $t_{нар}$, мм	Сталь, чугун, бронза и латунь	Число про- ходов	Чистовых с ради- альным врезани- ем		3	3	3	3	
				Черновых с боко- вым врезанием		-	4	5	6	
						6	-	-	-	-
						7	-	-	-	-
						8	-	-	-	-
						9	-	-	-	-
								0,75;1,0	2	3
								1,25;1,50	3	4
								1,75	4	5
								2,0	5	6
								2,50;3,0	6	-
								3,50;4,0	7	-
								4,5	8	-
								5,0;5,5	9	-
								8,0	-	-

На станке 16K20 имеется специальное делительное устройство для нарезания многозаходных резьб. Оно состоит из кольца с риской, укрепленного на корпусе передней бабки, и диска с делениями, насаженного на шпиндель и

имеющего 60 делений. После нарезания первого захода шпиндель необходимо повернуть на число делений, равное 60/k. Это устройство позволяет нарезать резьбы с числом заходов 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60. На станках, не имеющих делительного приспособления, пользуются поводковой делительной планшайбой.

1.2.4. Порядок выполнения работы

1) Изучить общее устройство станка, технологические возможности, кинематическую схему, расположение и назначение органов настройки.

2) Изобразить кинематическую цепь, расчетные перемещения и записать уравнение кинематического баланса для заданного преподавателем движения станка.

3) Сравнить кинематическую схему станка 16К20 со схемой станка с ЧПУ 16К20Ф3 (рис. 1.4) и охарактеризовать принципиальные отличия в их кинематике.

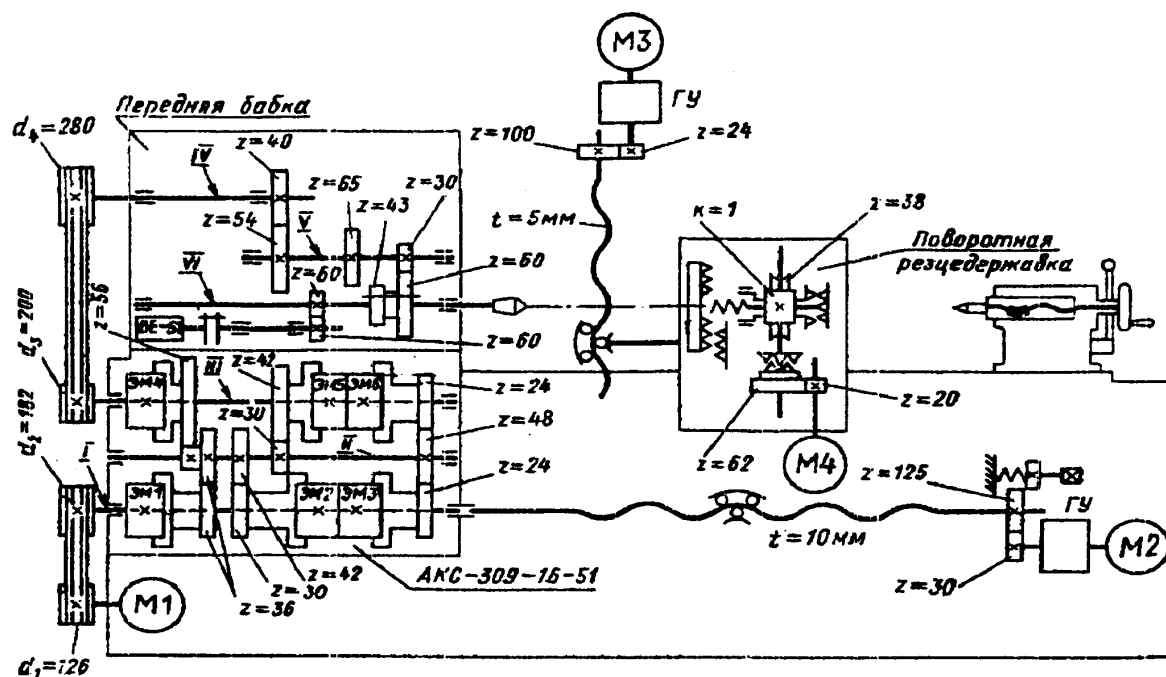


Рис. 1.4. Кинематическая схема станка с ЧПУ 16К20Ф3

4) Произвести наладку станка по заданию преподавателя и нарезать необходимую резьбу на заготовке, осуществить контроль обрабатываемой детали.

1.2.5. Содержание отчета

1) Наименование работы.

2) Цель работы.

3) Кинематическая схема исполнительного движения, уравнение кинематического баланса.

4) Эскиз детали для нарезания резьбы.

5) Таблица наладки:

Заготовка		Инструмент		Режим обработки				Время обработки T , мин
Материал	Диаметр, мм	Тип	Материал	Глубина t , мм	Подача S , об/м	Скорость V , м/мин	Частота n , мин ⁻¹	

6) Выводы по результатам контроля обработанной детали.

1.2.6. Вопросы для самоконтроля

- 1) Каковы принципы работы основных узлов станка 16K20?
- 2) Выделить кинематические цепи и записать расчетные перемещения формообразующих движений станка.
- 3) Какие отличия имеются в кинематике станков 16K20 и 16K20Ф3?
- 4) Перечислить виды резьб и охарактеризовать особенности настройки резбонарезной цепи станка 16K20.
- 5) Каковы особенности нарезания многозаходных резьб?

Лабораторная работа № 2 ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК 2А135

Цель работы: изучение конструкции, кинематики и принципа действия станка, получение навыков наладки его на выполнение операции.

2.1. Изучение конструкции, кинематики и принципа действия станка 2А135 (Продолжительность выполнения – 2 часа)

2.1.1. Общие сведения

Станок предназначен для сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания отверстий в различных деталях, а также для нарезания резьб машинными метчиками в условиях индивидуального и серийного производства. На станке обрабатывают детали сравнительно небольших размеров и массы.

Таблица 2.1 – Техническая характеристика станка

Наибольший размер сверления, мм	35
Расстояние от оси шпинделя до лицевой стороны станины, мм	300
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Наибольший ход шпинделя, мм	225
Наибольшее установочное перемещение шпиндельной бабки, мм	200
Размеры рабочей поверхности стола, мм	
длина	500
ширина	450
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	325
Число скоростей вращения шпинделя	9
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	68...1100
Количество величин подач	11
Пределы величин подач, мм/об	0,115...1,6
Мощность главного электродвигателя, кВт	4,5

2.1.2. Принцип работы

Обрабатываемая деталь устанавливается на столе станка и закрепляется в машинных тисках или в специализированных приспособлениях. Совмещение оси будущего отверстия с осью шпинделя осуществляется перемещением приспособления с обрабатываемой деталью на плоскости стола станка.

Режущий инструмент в зависимости от формы его хвостовика закрепляется в шпинделе станка при помощи патрона или переходных втулок. В соответствии с высотой обрабатываемой детали и длиной режущего инструмента производится установка стола и шпиндельной бабки.

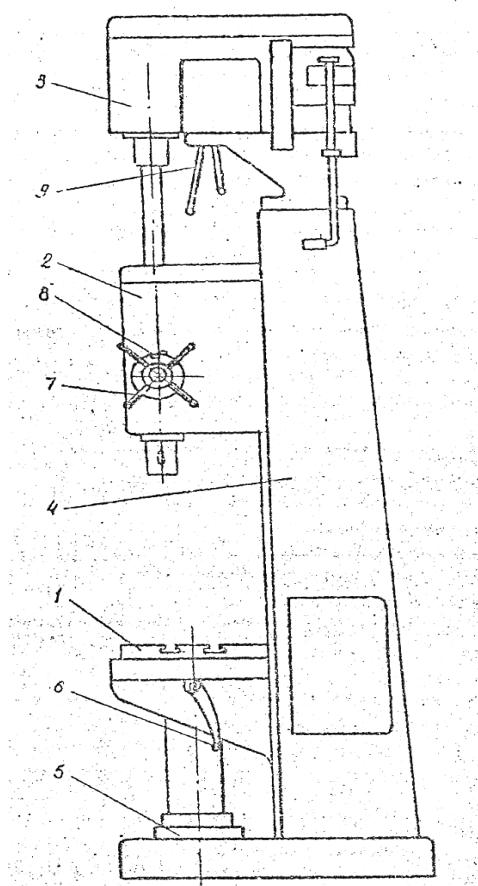


Рис. 2.1. Общий вид станка 2А135:
 1 – стол; 2 – шпиндельная бабка с коробкой подач и подъемным механизмом; 3 – коробка скоростей;
 4 – станина (колонна); 5 – основание станины;
 6 – рукоятка перемещения стола; 7 – штурвал для подъема и опускания шпинделя и для включения механической подачи; 8 – кулачок ограничения хода и реверса; 9 – рукоятка переключения скоростей

Отверстия могут обрабатываться как ручным перемещением шпинделя от штурвала, так и с помощью механической подачи.

Движение резания (главное движение). Шпиндель V приводится в движение электродвигателем M (рис. 2.2) мощностью 4,5 кВт через клиноременную передачу 140-170 и коробку скоростей.

На валу I коробки скоростей находится тройной подвижный блок шестерен B_1 , обеспечивающий валу II три скорости вращения. От вала II через шестерни 34-48 вращение передается валу III, на котором расположен тройной подвижный блок B_2 , приводящий в движение полый вал IV, связанный шлицевым соединением со шпинделем V, имеющим девять скоростей вращения.

Наибольшая частота вращения шпинделя с учетом упругого скольжения определяется из выражения:

$$n_{\max} = 1440 \cdot (140/178) \cdot 0,985 \cdot (34/48) \cdot (34/48) \cdot (65/34) = 1070 \text{ (мин}^{-1}\text{)}.$$

Движение подачи. Движение подачи заимствуется от шпинделя V. Вращение передается через шестерни 27-60 и 27-50, коробку подач с выдвигными шпонками, предохранительную муфту M_2 , вал X, через зубчатую передачу – гильзе шпинделя.

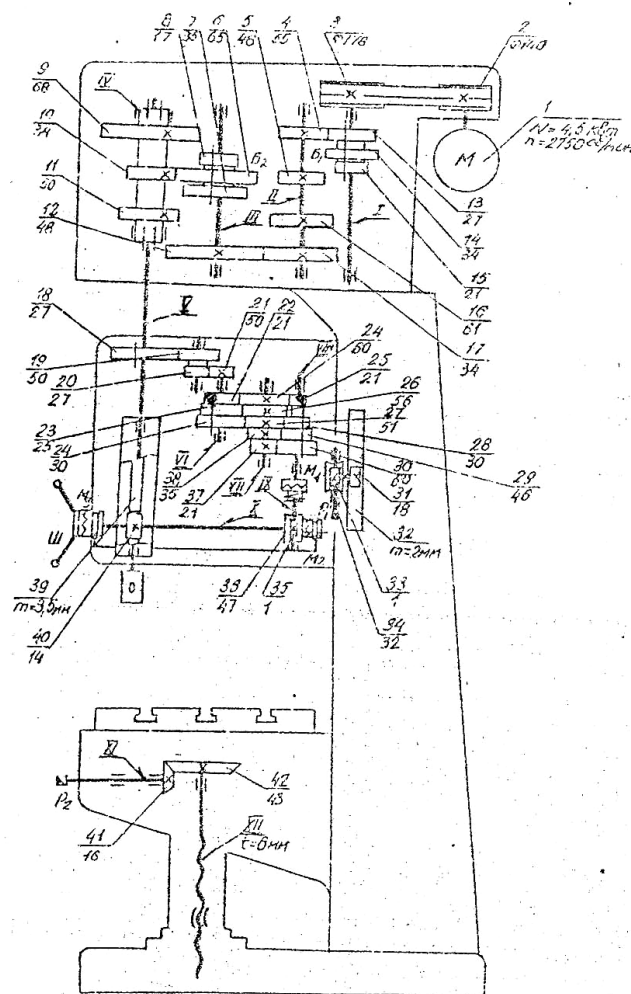


Рис. 2.2. Кинематическая схема станка 2A135

В коробке подач расположены трех- и четырехступенчатые механизмы с выдвижными шпонками.

От вала VI три скорости вращения сообщаются валу VII, на котором жестко закреплены шестерни 60, 56, 51, 35, 21. От вала VII четыре скорости вращения передаются валу VIII, так как одна из подач повторяется, коробка обеспечивает 11 различных значений величин подач.

От вала VIII через кулачковую муфту M_1 движение сообщается валу IX, на котором закреплен червяк I.

Червячное колесо 47 расположено на одном валу с реечной шестерней 14, находящейся в зацеплении с рейкой, нарезанной на гильзе шпинделя. Муфта M_1 служит для предохранения механизма подач от поломок при перегрузках, а также для автоматического отключения подачи при работе по упорам.

Наибольшая величина подачи определяется из выражения:

$$S_{max} = 1 \cdot (27/50)(27/50)(30/51)(60/51)(1/47) \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 14 = 1,6 \text{ (мм/об)}.$$

Вспомогательные движения. Перемещение шпиндельной бабки осуществляется от рукоятки P_1 через червячную передачу от 1-32 и реечную шестерню 18, сцепляющуюся с рейкой $m = 2$ мм, закрепленной на станине.

Вертикальное перемещение стола достигается поворотом рукоятки P_2 через вал XI, конические шестерни 16-43 и ходовой винт XII. Быстрое перемещение шпинделя производится штурвалом III, связанным специальным замком с валом X. Замок позволяет штурвалу свободно поворачиваться на валу X в пределах 20° , а в дальнейшем соединяет их в одно целое.

2.1.3. Порядок выполнения работы

- 1) Ознакомиться с устройством станка, принципом его работы и особенностями кинематической схемы.
- 2) Сравнить кинематическую схему станка 2A135 со схемой станка с ЧПУ 2A135Ф2 (рис. 2.3) и охарактеризовать принципиальные отличия в их кинематике.

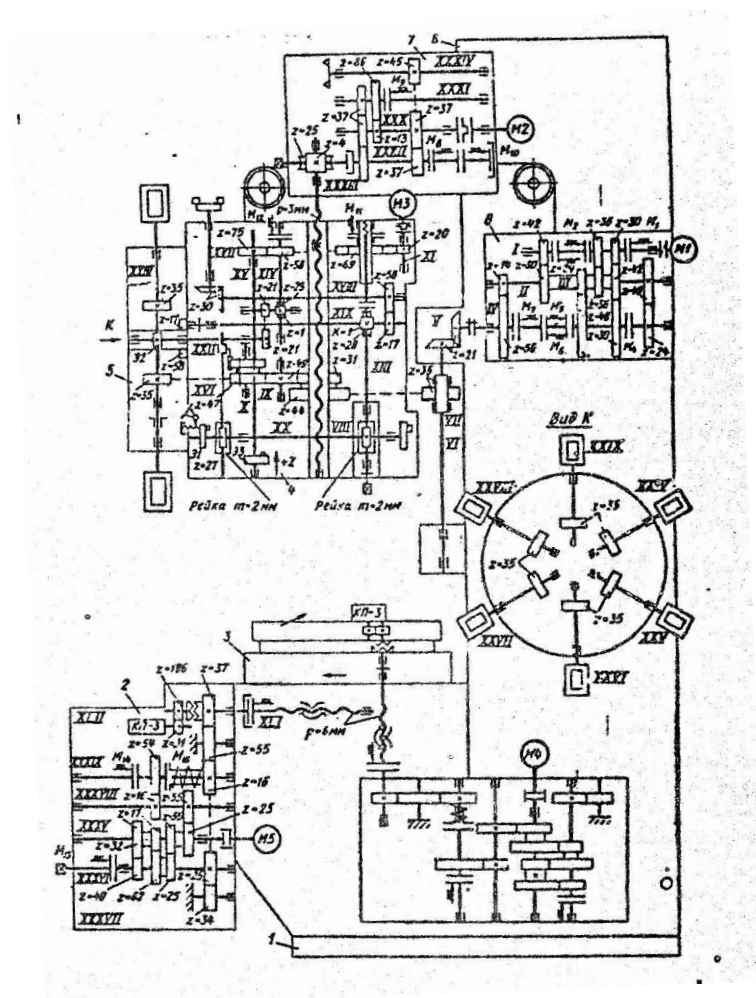


Рис. 2.3. Кинематическая схема станка 2A135Ф2

- 3) По заданию преподавателя установить режущий инструмент, закрепить заготовку, выбрать режимы обработки и настроить станок.
- 4) Произвести обработку, измерить обработанные поверхности.

2.1.4. Содержание отчета

- 1) Наименование работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Структурная кинематическая схема движения станка, расчетные перемещения.
- 4) Эскиз обработки заданной детали, режимы резания и данные по инструменту (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Режимы резания и данные по инструменту

Наименование операции	Диаметр обработки D , мм	Инструмент			Подача S , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹
		Наименование	диаметр	материал			
Сверление		Сверло					
Зенкерование		Зенкер					
Развёртывание		Развёртка					
Резьбонарезание		Метчик					

- 5) Выводы по результатам работы.

2.1.5. Вопросы для самоконтроля

- 1) Назвать основные узлы и механизмы станка.
- 2) Каково назначение и технологические возможности станка?
- 3) Перечислить виды и особенности режущих инструментов для обработки отверстий.
- 4) Охарактеризовать виды движений в станке.
- 5) Изобразить кинематические цепи формообразующих и вспомогательных движений станка.
- 6) Какие отличия имеются в кинематике станков 2A135 и 2P135Ф2?

Лабораторная работа № 3 ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК 3Г71М

Цель работы: изучение конструкции, кинематики и принципа действия станка, получение навыков наладки станка на различные виды работ.

3.1. Изучение конструкции, кинематики, принципа действия и наладки станка 3Г71М

(Продолжительность выполнения – 2 часа)

3.1.1. Общие сведения

Плоскошлифовальный станок высокой точности с прямоугольным столом, горизонтальным шпинделем и крестовым суппортом предназначен для шлифования периферией круга поверхностей деталей, массой до 150 кг. С применением различных специальных приспособлений на станке возможно профильное шлифование различных деталей. Обрабатываемые детали укрепляются на столе с помощью электромагнитной плиты или тисков.

Общий вид станка, органы управления и индикации показаны на рис. 3.1, 3.2 и 3.3.

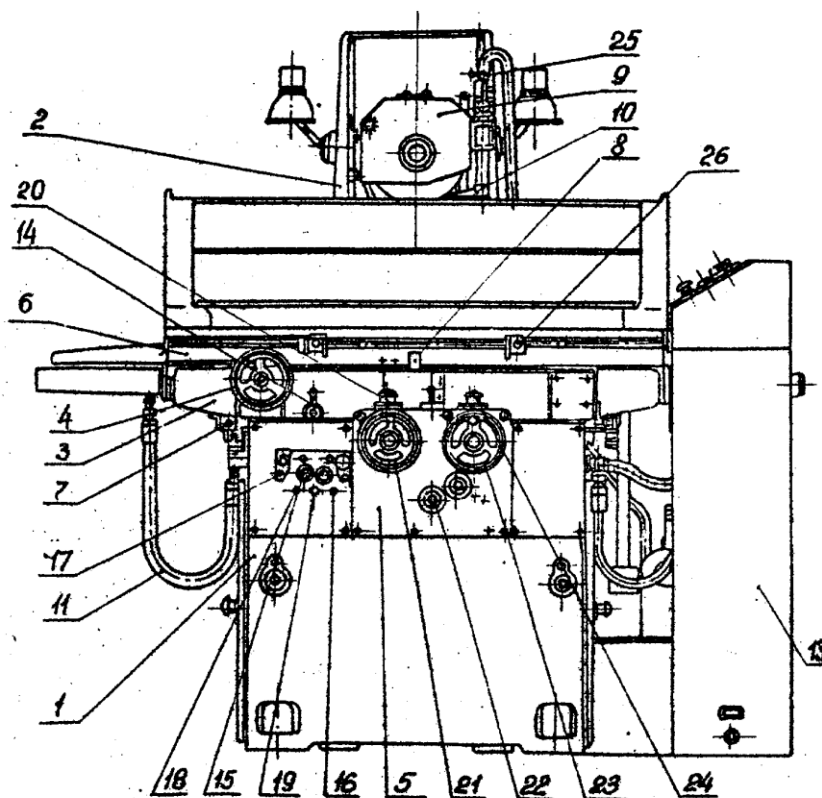


Рис. 3.1. Общий вид станка 3Г71М

Станок состоит из следующих узлов и механизмов:

- 1 – станина; 2 – колонна; 3 – суппорт крестовый; 4 – механизм продольного перемещения стола; 5 – механизм подачи; 6 – стол; 7 – механизм поперечного реверса; 8 – механизм продольного реверса; 9 – шлифовальная головка; 10 – охлаждение; 11 – гидрокommуникация; 12 – гидропривод; 13 – шкаф электрооборудования; 14 – рукоятка ручного продольного реверса стола; 15 – рукоятка регулирования скорости стола; 16 – рукоятка пуска, остановки и разгрузки стола; 17 – дроссели регулировки плавного реверса стола; 18 – дроссели смазки направляющих стола и крестового суппорта; 19 – кнопки смазки винта и направляющих вертикальной подачи и винта поперечной подачи; 20 – кнопка тонкой поперечной подачи; 21 – рукоятка ручной поперечной подачи; 22 – лимб регулировки величины вертикальной подачи; 23 – рукоятка ручной вертикальной подачи; 24 – кнопка тонкой вертикальной подачи; 25 – рукоятка крана охлаждения; 26 – упор продольного реверса стола;

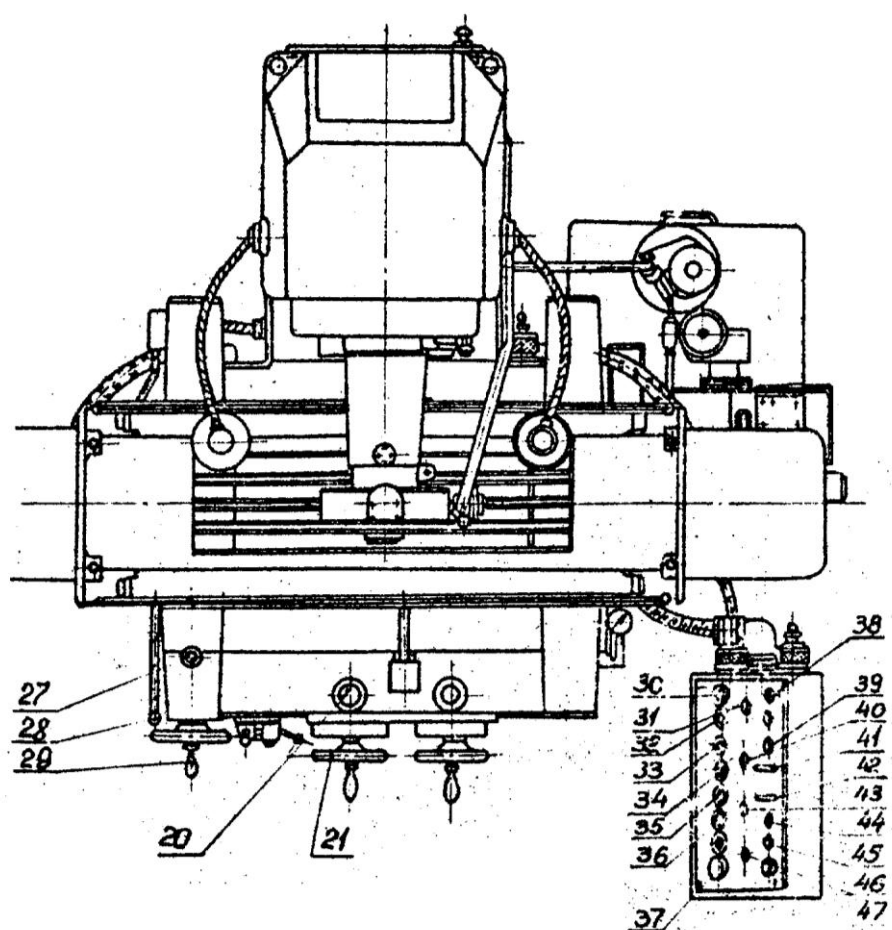


Рис. 3.2. Общий вид станка 3Г71М (продолжение)

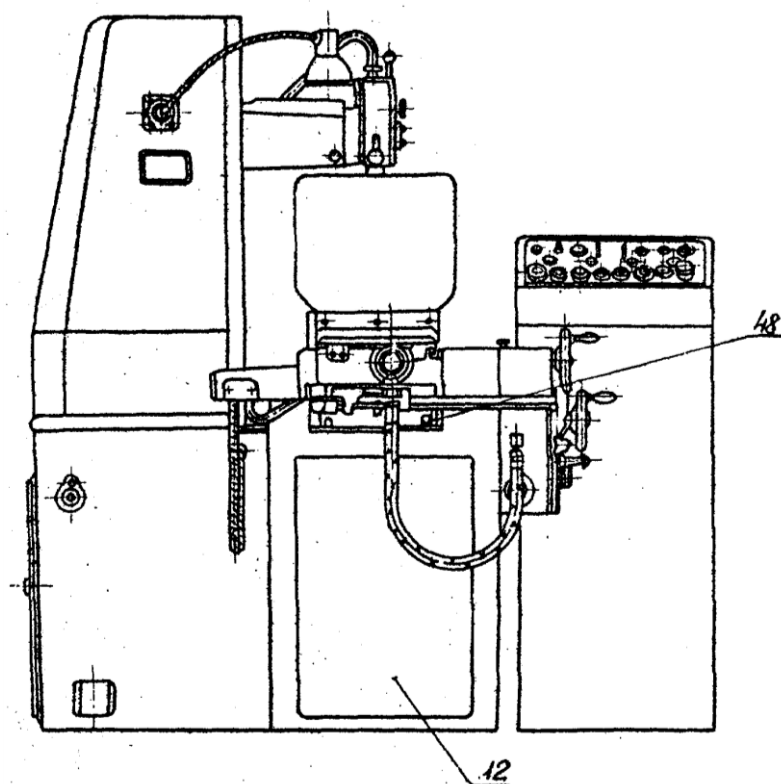


Рис. 3.3. Общий вид станка 3Г71М (окончание):

27 – кнопка фиксации механизма ручного перемещения стола; 28 – рукоятка ручного поперечного реверса стола; 29 – рукоятка ручного продольного перемещения стола; 30 – сигнальная лампа "Нет смазки"; 31 – кнопка "Пуск гидропривода"; 32 – кнопка "Стоп гидропривода"; 33 – кнопка "Пуск шлифовального круга"; 34 – кнопка "Стоп шлифовального круга"; 35 – кнопка "Шлифовальная головка вверх"; 36 – кнопка "Шлифовальная головка вниз"; 37 – кнопка "Стоп"; 38 – тумблер "С плитой – без плиты"; 39 – тумблер "Магнитная плита включена"; 40 – кнопка "Ускоренное перемещение крестового суппорта"; 41 – регулятор грубой настройки величины поперечной подачи; 42 – регулятор тонкой настройки величины поперечной подачи; 43 – тумблер "Включение поперечной подачи"; 44 – тумблер "Включение вертикальной подачи"; 45 – тумблер "Вертикальная подача при реверсе стола или крестового суппорта"; 46 – сигнальная лампа "Станок включен"; 47 – переключатель "Охлаждение включено"; 48 – упор поперечного реверса.

3.1.2. Принцип работы станка

Дисковый абразивный круг закрепляется на рабочем конце шпинделя шлифовальной бабки и в процессе работы ему сообщают главное вращательное движение (n_{un}).

Обрабатываемую деталь в зависимости от формы, размера и материала закрепляют либо на столе станка, либо на магнитной плите.

Стол с деталью получает прямолинейное возвратно-поступательное движение в продольном направлении (S_{np}). Длина и место хода стола определяются длиной и расположением на столе обрабатываемой детали и

После каждого прохода шлифовальной бабке сообщается вертикальная подача до полного снятия всего припуска (S_g).

Главное движение. Главным движением является вращение шлифовального круга, которое осуществляется от электродвигателя MI ($N = 2,2 \text{ кВт}$; $n = 2860 \text{ мин}^{-1}$) через ременную передачу 2-3 (рис. 3.4).

$$3a \, n_{\partial B}, \, \text{мин}^{-1} \Rightarrow n_{\text{шт}}, \, \text{мин}^{-1}.$$


23

Ручное продольное перемещение стола осуществляется от маховика 4 (рис. 3.1), установленного на валу II (рис. 3.4), через шестерню 5, зубчатое колесо 6, реечную шестерню 7 – рейку 8. При включенной гидравлической подаче шестерня 7 должна быть выведена из зацепления с рейкой 8 стола.

2) Поперечная подача стола: осуществляется от электродвигателя *M2* ($N = 0,4 \text{ кВт}$, $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$) через зубчатые колеса 10, 11, 12, 13 и ходовой винт III – гайку 14 передается крестовому суппорту.

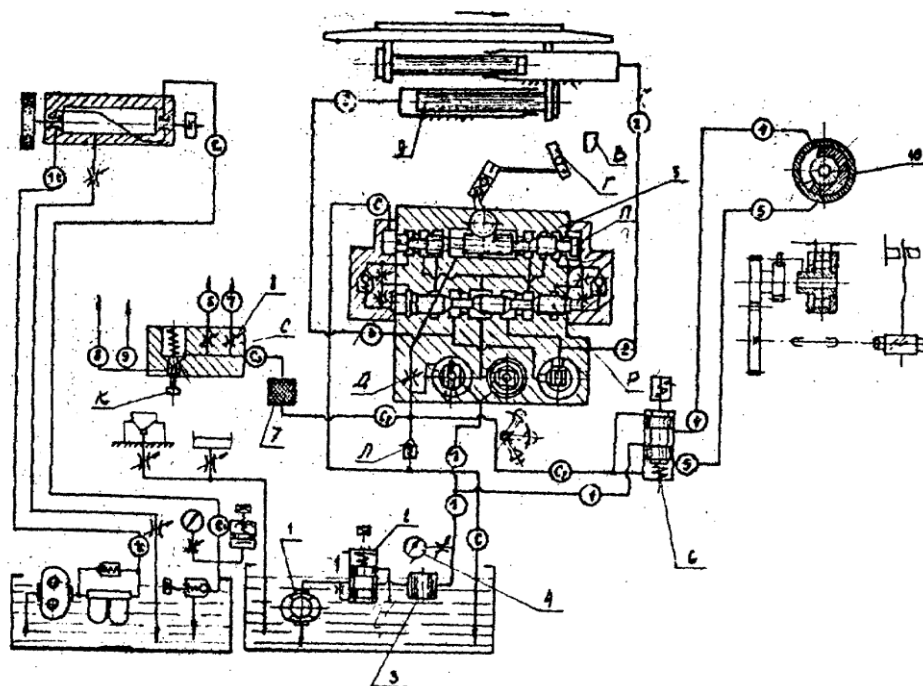


Рис. 3.5. Гидравлическая схема станка 3Г71М

Величина поперечной подачи регулируется путем изменения величины импульсного тока, подаваемого к двигателю *M2*. Команда подачи импульса осуществляется от бесконтактного переключателя, связанного с механизмом продольного реверса стола. При этом изменяется направление вращения электродвигателя *M2*, осуществляется реверсирование поперечной подачи от бесконтактного переключателя поперечного реверса.

Ручная поперечная подача обеспечивается от маховика 15 через вал IV, зубчатые колеса 12, 13 и ходовой винт III – гайку 14.

Тонкая ручная поперечная подача осуществляется от кнопки 16 через конические зубчатые колеса 17, 18.

3) Вертикальная подача шлифовальной головки: осуществляется гидроприводом станка после каждого продольного или поперечного хода стола.

Под действием рабочей жидкости поворачивается ротор гидроцилиндра 19 с закрепленным на нем рычагом 20 с собачкой 21. Собачка поворачивает храповик 22, связанный с зубчатым колесом 23, передавая вращение

зубчатым колесам 24, 25 через вал V, червяк 26 и червячное колесо 27, внутри которого выполнена гайка 28 с размещенным в ней ходовым винтом 29, закрепленным на шлифовальной головке.

Величина подачи регулируется поворотом заслонки, которая перекрывает часть зубьев храпового колеса 22, то есть часть своего пути собачка 21 скользит по заслонке.

Ручное перемещение шлифовальной головки осуществляется от маховика 30, через зубчатые колеса 24, 25, вал V, червячную передачу 26, 27, гайку 28 на винт 29. Тонкая вертикальная подача осуществляется кнопкой 31, через конические колеса 32, 33, зубчатые колеса 24, 25, вал V, червячную передачу 26, 27, гайку 28 на винт 29.

Ускоренное перемещение шлифовальной головки осуществляется от электродвигателя M3 через цилиндрические колеса 35, 36, червячную передачу 26, 27, гайку 28 на винт 29.

3.1.4. Гидравлический привод станка

Гидропривод станка осуществляет следующие функции:

- продольное возвратно-поступательное перемещение стола с регулируемой скоростью;
- автоматическую вертикальную подачу на каждый продольный ход стола или каждый поперечный реверс суппорта;
- смазку направляющих стола и крестового суппорта, винта и направляющих вертикальной подачи.

Гидропривод включает в себя следующие элементы (рис. 3.5):

- электродвигатель, соединенный с лопастным насосом 1;
- напорный золотник 2 для предохранения насоса от перегрузок и установки требуемого давления в гидросистеме;
- фильтр пластинчатый 3 для очистки масла, поступающего в гидросистему;
- манометр 4 для контроля давления в гидросистеме;
- гидропанель 5;
- реверсивный золотник 6 с электрическим управлением;
- фильтр сетчатый 7, предназначенный для очистки масла, поступающего на смазку;
- подпанельная плита 8, в которой смонтированы: дроссели "С" с помощью которых регулируется подача масла на смазку направляющих стола и крестового суппорта; кнопка "К" для периодической смазки винта и направляющих вертикальной подачи и винта поперечной подачи; обратный клапан "Л", предназначенный для создания подпора в системе слива;
- гидроцилиндр продольной подачи стола 9;
- гидроцилиндр 10 вертикальной подачи шлифовальной головки;

— гидрокоммуникация, назначение которой – соединение гидроцилиндров и гидроаппаратуры трубами и гибкими рукавами согласно принципиальной схеме в единую систему.

При включении электродвигателя поток масла, нагнетаемый лопастным насосом 1, через фильтр 3 по трубопроводу 1-1, поступает в центральную проточку реверсивного золотника "Р" гидропанели 5.

При положении золотника "Р", как показано на схеме, основной поток поступает в левую проточку и по трубопроводу 3-3 в гидроцилиндр 9 перемещений стола. Стол движется вправо в направлении стрелки. Слив из правой полости цилиндра, происходит по трубопроводу 2-2 через дроссель "Д", подпорный клапан "Л" в гидробак.

Скорость перемещения стола регулируется дросселем "Д". Перемещение стола вправо происходит до момента, пока упор "В", связанный со столом, не перебросит рычаг реверса "Г", который через систему рычагов производит переключение золотника управления "П" в левое положение. При этом правая торцовая камера золотника реверса соединяется с давлением, золотник "Р" перемещается влево, в результате чего, происходит реверс стола. Трубопровод 2-2 становится напорным, трубопровод 3-3 – сливным. Стол движется в обратном направлении. Далее цикл аналогично повторяется. Автоматическая вертикальная подача осуществляется с включением электромагнита реверсивного золотника 6.

Поток масла по трубопроводу 1-1 через реверсивный золотник 6 и трубопровод 5-5 поступает в нижнюю полость моментного гидроцилиндра 10, из верхней полости масло по трубопроводу 4-4, через золотник и трубопровод С-С сливается в гидробак. Происходит поворот лопасти гидроцилиндра по часовой стрелке через систему зубчатых колес и червячную пару на гайку винта вертикальной подачи.

При отключении электромагнита трубопровод 4-4 становится напорным, трубопровод 5-5 – сливным. Лопасть гидроцилиндра возвращается в исходное положение.

Смазка направляющих стола и крестового суппорта, винта и направляющих вертикальной передачи и винта поперечной подачи проводится из трубопровода С₂-С₂ через фильтр 7 и трубопровод С₃-С₃.

Расход масла на смазку направляющих стола и крестового суппорта регулируется дросселем "С".

Подача масла на смазку винта и направляющих вертикальной подачи включается периодически нажатием кнопки "К".

Излишки масла, поступающие с направляющих стола и крестового суппорта, по трубопроводам сливаются в бак.

Шестеренчатый насос 11 нагнетает по трубопроводу масло в гидростатическую опору шпинделя 12 шлифовального круга. При

отключенном давлении в гидроопоре невозможно включение главного движения – вращения шлифовального круга.

3.1.5. Настройка и наладка станка

Для обеспечения правильной работы всех узлов рекомендуется соблюдать следующий порядок настройки:

- 1) установить и закрепить деталь;
- 2) в зависимости от размеров шлифуемой детали установить кулачки 26 продольного реверса так, чтобы ход стола был больше детали на 80...100 мм;
- 3) включить шлифовальный круг (кнопка 30) и гидропривод (кнопка 31);
- 4) дроссельный кран 15 гидропанели установить в исходное положение;
- 5) рукоятку скорости 16 стола медленно поворачивать против часовой стрелы вверх;
- 6) при скорости стола 3...10 м/мин подвести шлифовальный круг к изделию, вначале пользуясь механизмом ускоренного перемещения, а затем вручную маховиком 23;
- 7) в случае работы с автоматической поперечной подачей установить необходимую величину подачи;
- 8) в случае работы с автоматической вертикальной подачей поворотом рукоятки 23 установить необходимую величину вертикальной подачи при работе с ручной вертикальной подачей лимб рукоятки 23 должен быть установлен в нулевое положение;
- 9) маховиком 23 произвести вертикальную подачу;
- 10) увеличить рукояткой 15 скорость стола до необходимой величины;
- 11) установить рукояткой требуемую поперечную подачу;
- 12) рукояткой включить автоматическую поперечную подачу в ту или иную сторону в зависимости от того, с какой стороны начинается шлифование;
- 13) правку круга осуществлять по мере затупления круга в начале грубо, затем с малой подачей алмаза (0,02...0,04 мм/об); величина снимаемого слоя при правке круга может быть в пределах 0,1...0,3 мм; держатель с алмазным карандашом устанавливается на магнитной плите или на столе станка и закрепляется; стол получает поперечное перемещение от ручной подачи;
- 14) перед установкой на станок шлифовальный круг сбалансировать статически, для чего в собранном виде круг с фланцами закрепляется на конусной оправке, которая устанавливается на ножи или валики балансировочного приспособления;
- 15) по мере износа круга необходимо периодически проверять его сбалансированность.

3.1.6. Режимы работы станка

Конструкция станка позволяет выбирать различные режимы шлифования сочетанием различных подач стола и круга.

Основными технологическими факторами, определяющими режим шлифования, являются:

- 1) точность обработки;
- 2) качество обрабатываемой поверхности;
- 3) мощность главного привода станка;
- 4) стойкость шлифовального круга.

Режимы выбираются по нормативам (табл. 3.1) или на основании практического опыта работы.

Для получения высокой точности (плоскостности и параллельности 2-х сторон) рекомендуется шлифование производить вначале черновым проходом, а затем 1-2 чистовыми проходами с каждой стороны поочередно до получения требуемой плоскостности на одной стороне детали, причем последний проход шлифуется с вертикальной подачей не более 0,01 мм. В случае недостаточного припуска для высокой точности, необходимо базовую плоскость для крепления подготовить путем притирки или шабровки.

Качество обрабатываемой поверхности зависит от режима шлифования, характеристики круга, способа его правки, от состава и качества охлаждающей жидкости.

Следует шлифовать при обильном охлаждении и применять соответствующие по характеристике шлифовальные круги.

При шлифовании мягких материалов следует применять более твердые шлифовальные круги, а при обработке твердых и закаленных материалов рекомендуются круги на 1-2 степени мягче. Для вязких и мягких материалов (свинец, медь, латунь и др.) следует применять мягкие круги.

Высокая точность и чистота достигаются применением мелкозернистых кругов.

Для шлифования алюминия, меди, твердых сплавов, бронз следует применять круги из карбида кремния (карборундовые).

Для инструментальных и конструкционных сталей необходимо применять электрокорундовые круги.

В числителе приведены режимы при работе без охлаждения, а в знаменателе — при работе с охлаждением.

Таблица 3.1 – Шлифование плоских поверхностей абразивными кругами (периферией)

Сталь или сплав	Режим обработки		
	S_{np} , м/мин	S_{nop} , м/мин	S_v , мм/об
P18, P18Ф2, P18K5Ф2, P6M5	$\frac{20}{25} \div \frac{23}{30}$	$\frac{5}{8} \div \frac{6}{10}$	$\frac{0,03}{0,05} \div \frac{0,06}{0,1}$
P9, P9K5	$\frac{15}{20} \div \frac{20}{25}$	$\frac{3}{6} \div \frac{4}{8}$	$\frac{0,02}{0,08} \div \frac{0,04}{0,06}$
ХВГ, 40ХН	$\frac{15}{20} \div \frac{20}{25}$	$\frac{2}{5} \div \frac{3}{7}$	$\frac{0,01}{0,02} \div \frac{0,03}{0,04}$
12Х13, 40Х13	$\frac{15}{20} \div \frac{20}{30}$	$\frac{5}{8} \div \frac{6}{10}$	$\frac{0,03}{0,05} \div \frac{0,05}{0,1}$
ВТ1, ВТ3	$\frac{15}{20} \div \frac{20}{30}$	$\frac{5}{8} \div \frac{6}{10}$	$\frac{0,03}{0,05} \div \frac{0,05}{0,1}$
Сталь 35, 45	$\frac{25}{-} \dots \frac{0}{-}$	$\frac{5}{-} \dots \frac{10}{-}$	$\frac{0,05}{-} \dots \frac{0,2}{-}$

3.1.7. Порядок выполнения работы

- 1) Изучить конструкцию, кинематику и принцип действия станка.
- 2) Произвести необходимую настройку и наладку станка для заданного преподавателем вида обработки.
- 3) Изобразить кинематическую или гидравлическую цепь для движения станка (по заданию преподавателя).

3.1.8. Содержание отчета

- 1) Наименование работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Эскиз обрабатываемой детали и наладки.
- 4) Данные для настройки станка
- 5) Кинематическая или гидравлическая цепь для движения станка (по заданию преподавателя).
- 6) Выводы по работе.
- 7)

Таблица 3.2 – Данные для настройки станка

Заготовка		Инструмент		Режимы обработки		
Материал	Габариты $L \times H \times B$, мм	Материал	Тип	S_{np} , м/мин	S_{nop} , м/мин	S_v , мм/об

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Колев Н.С. Металлорежущие станки / Н.С. Колев, Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин. – М.: Высш. шк., 1980. – 500 с.
2. Проников А.С. Металлорежущие станки и автоматы / А.С. Проников, И.И. Камышный, Л.И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
3. Панов А.А. Обработки металлов резанием: справочник технолога / Под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
4. Торлин В.Н. Финишные операции в гибком автоматизированном производстве / В.Н. Торлин, А.С. Баталин. – К.: Техніка, 1987. – 205 с.
5. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: учеб. пособ. для студ. вузов / А.О. Харченко. – К.: ИД "Профессионал", 2004. – 304 с.
6. Charchenko A. Obrabiarki i urzadzenia technologiczne w produkcji elastycznej / A.Charchenko, Swic A., Taranenko W.—Lublin, Polska: Politechnirf Lubelska, 2011. – 299 p.
7. Харченко А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учеб. пособие / А.О. Харченко. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. – 260 с.
8. Харченко А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: Учеб. пособие ISBN-online: 975-5-16-102790-5 (размещение в ЭБС Znanium.com: 17.03.2015) <http://www.znaniun.com/catalog.php?bookinfo=502151>.

ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Часть 1

*Методические указания
к выполнению лабораторных работ*

Составители: **Харченко** Александр Олегович,
Владецкая Екатерина Александровна

Редактор – О.В. Дмитриева

Изд. № 47/18. Объем 2 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»