

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра технологии машиностроения

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Методические указания к выполнению контрольных работ №1 и 2
для студентов-заочников специальности 120100

Составители
В.Г. Гусев
В.Н. Жарков

Владимир 2003

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – материальная база развития всех отраслей промышленности. Все современные машины и детали обрабатываются на металлорежущих станках, поэтому их количество, а также технический уровень, высокая степень автоматизации работы, возможность производить на станках детали высокой точности и качества определяют производственную мощь техники машиностроения; станкостроение считается одним из главных видов машиностроения страны.

Курс «Металлорежущие станки» изучается студентами заочной формы обучения на пятом курсе и включает основные этапы самостоятельной учебной работы: изучение курса по программе, выполнение контрольных работ и курсового проекта.

Студент выбирает свой вариант, номер которого соответствует двум последним цифрам шифра зачетной книжки. Например, при шифре 12142 контрольные работы необходимо выполнять по 42-му варианту исходных данных.

Каждая контрольная работа должна быть оформлена в виде пояснительной записки с необходимыми чертежами, схемами, рисунками. После выполнения контрольных работ в порядке возрастания номеров студент посылает их в университет на рецензию. Незачтенная контрольная работа возвращается студенту вместе с замечаниями преподавателя, в соответствии с которыми студент исправляет и высылает на повторную рецензию контрольную работу с приложением текста незачтенной работы. На зачетные контрольные работы высылаются студентам рецензии.

Лабораторные работы выполняются в университете, по ним студент должен получить зачет. Без контрольных работ, без зачета по лабораторным работам экзамен по курсу не принимается.

Кроме лабораторных и контрольных работ студенты выполняют также курсовой проект, после защиты которого получают зачет с проставлением оценки.

1. Пояснения и методические указания по выполнению контрольной работы № 1. Наладка токарно-револьверного автомата 1Б136

Задание для всех вариантов.

По заданному эскизу детали и кинематической схеме станка модели 1Б136 произвести все расчеты для карты наладки станка, рассчитать кулачки и вычертить кривые кулачков на бланках. К работе приложить кинематическую схему станка с указанием сменных зубчатых колес гитар коробок скоростей и распределительного вала.

Необходимые данные для расчета наладки токарного автомата:

- кинематическая схема автомата 1Б136 (рис.1)
 - форма расчетно-технологической карты наладки станка (рис. 2)
 - эскизы деталей вариантов работы (см. рис.3, 4)
- сменные зубчатые колеса коробки скоростей станков моделей (рис.2)

1Б136 (табл. 2).

1.1 Назначение и область применения автомата 1Б136

Одношпиндельный токарно-револьверный автомат модели 1Б136—высокопроизводительный станок для массового или серийного производства. Он предназначен для изготовления деталей различной конфигурации из круглого, квадратного или шестигранного прутка с наибольшим диаметром 36 мм, является широкоуниверсальным станком и позволяет выполнять самые разнообразные операции (точение, сверление, нарезание резьбы к др.). Высокая производительность автомата обеспечивается полностью автоматизированным циклом работ, за исключением периодической загрузки автомата прутковым материалом.

Рациональная эксплуатация автомата возможна при более полном использовании его технологических возможностей, которые в основном определяются его технической характеристикой:

диаметр отверстия шпинделя, мм	43
наибольший размер зажимаемого прутка, мм	36
наибольший диаметр нарезаемой резьбы по стали, латуни	M22-M27
наибольшая подача прутка, мм	90
наибольшая длина обработки, мм	80
расстояние от торца шпинделя до револьверной головки, мм:	
-наибольшее	180
-наименьшее	64

пределы частот вращения шпинделя, мин^{-1}	64-2500
наибольший ход суппортов, мм (передний, задний, вертикальный).....	40
ход револьверной головки, мм	80
продолжительность одного оборота распределительного вала, с....	6-363
продолжительность холостых ходов, с:	
- подача и зажим прутка	1,00
- переключение скорости вращения шпинделя.....	0,25
- поворот револьверной головки.....	0,67
-реверсирование вращения шпинделя.....	0,50
диаметр заготовки дискового кулачка, мм :	
- для револьверной головки	240
- для поперечных суппортов (переднего, заднего и вертикального).....	150

Таблица 1

Частоты вращения шпинделя, мин^{-1}

Направление вращения	Сменные зубчатые колеса (A_1, B_1) коробки скоростей						
	$\frac{50}{45}$	$\frac{45}{50}$	$\frac{39}{56}$	$\frac{34}{61}$	$\frac{29}{66}$	$\frac{25}{70}$	$\frac{21}{74}$
Левое	2500	2000	1600	1250	1000	800	630
	630	500	400	315	250	200	160
	1250	1000	800	630	500	400	315
Правое	1000	800	630	500	400	315	250
	250	200	160	125	100	80	64
	500	400	315	250	200	160	125

1.2. Кинематическая схема автомата 1Б136

Кинематическая схема автомата состоит из двух независимых цепей: цепи привода шпинделя и цепи привода вспомогательного и распределительного валов. Шпиндель получает вращение от электродвигателя мощностью 4,5 кВт и частотой вращения 1440 мин^{-1} через коробку скоростей и клиноременную передачу с четырьмя клиновыми ремнями (рис.1).

Электродвигатель соединен с валом *I*, передающим вращение валу *II* через любую из трех зубчатых передач 58/37, 42/53, 27/68, которые включаются при помощи двух электромагнитных муфт Э1 и Э2 и одной обгонной муфты *Mo*.

Вал *II* через сменные зубчатые колеса A_1, B_1 (шесть пар) сообщает валу *III* различные частоты вращения, которые далее передаются валу *IV* по прямой цепи через зубчатые колеса 47/47, по обратной цепи - через колеса 24/60 и паразитное колесо 40. Переключение колес осуществляется муфтами Э3, Э4.

С вала *IV* вращение передается шпинделю *X* через клиноременную передачу, имеющую натяжной ролик, с передаточным отношением 1:1.

Для одной пары сменных зубчатых колес шпиндель может иметь в одной наладке три правые и три левых частоты вращения. Наибольшая и наименьшая частоты вращения:

$$n_{\text{шп}}^{\text{max}} = 1440 \cdot \frac{58}{37} \cdot \frac{A_1}{B_1} \cdot \frac{47}{47} \cdot 1 = 2500 \text{ мин}^{-1}, \text{ при } A_1 = 50, B_1 = 45; \text{ (табл.1)}$$

$$n_{\text{шп}}^{\text{min}} = 1440 \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{A_1}{B_1} \cdot \frac{24}{60} \cdot 1 = 64 \text{ мин}^{-1}, \text{ при } A_1 = 21, B_1 = 74.$$

Вспомогательный вал *V* получает вращение от электродвигателя А032-4 через червячную передачу 2/24. От него передается вращение промежуточному валу *VI*, валу *VII* поворота револьверной головки и привода переключателя частот вращения, а также поперечному распределительному *VIII* и главному распределительному валу *IX*.

Поперечный распределительный вал *VIII* получает вращение по цепи

$$1400 - \frac{2}{24} - \frac{29}{79} - \frac{a}{b} - \frac{в}{z} - \frac{3}{40}.$$

С одной стороны вала *VIII* крепится кулачок "Г" подачи револьверного суппорта, с другой - кулачки включения конечного выключателя реверса вращения шпинделя ВК-211.

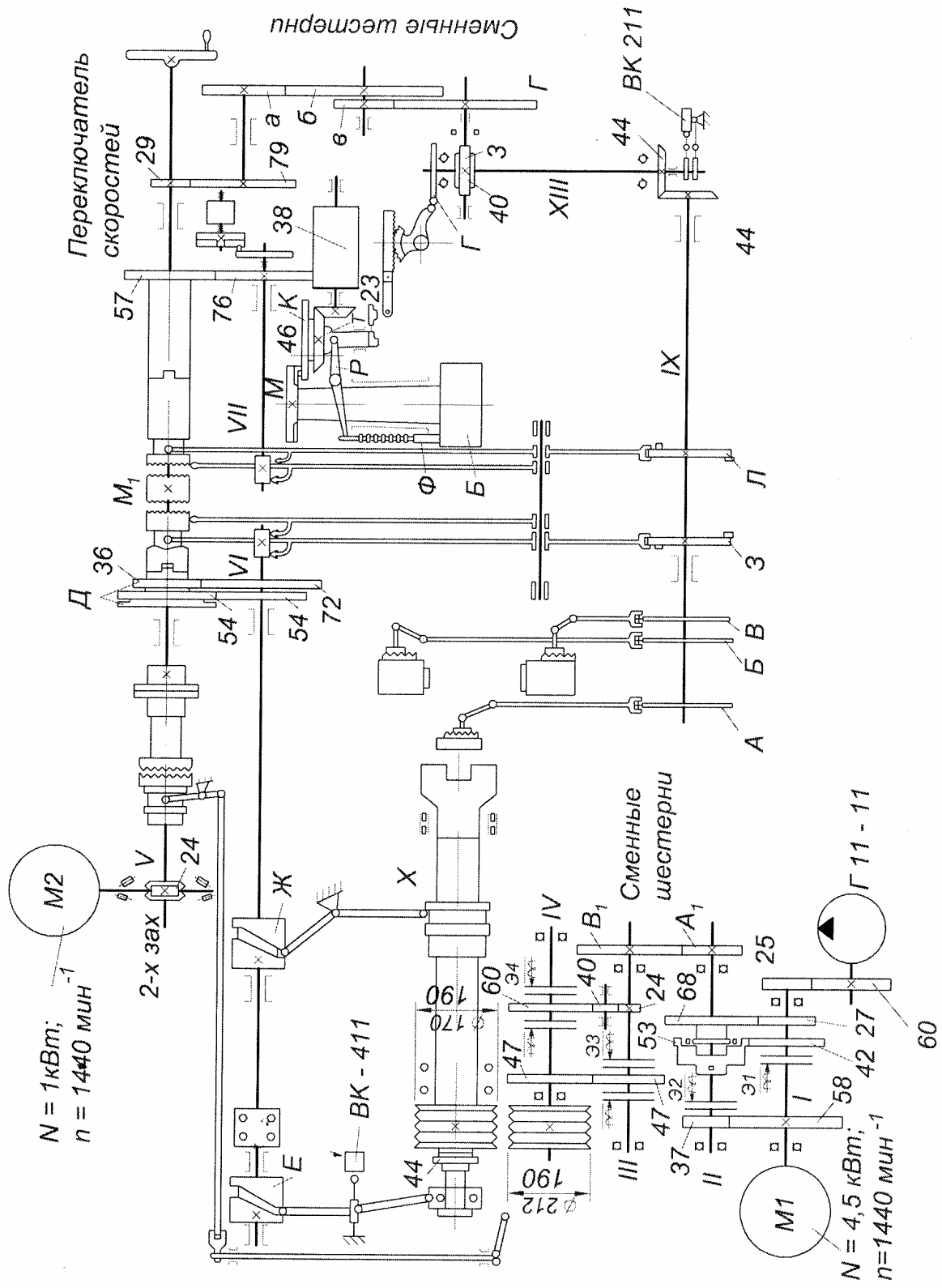


Рис. 1. Кинематическая схема

Главный распределительный вал *IX* получает вращение от поперечного вала через конические колеса $\frac{44}{44}$. На нем закреплены дисковые кулачки суппортов: *A* - вертикального, *B* - заднего, *B* - переднего и барабаны включения муфт: *З* - механизма подачи и зажима прутка, *Л* - поворота револьверной головки.

Сменные зубчатые колеса *a, б, в, г* подбирают по табл. 2 в зависимости от продолжительности обработки детали. Револьверная головка имеет шесть гнезд для крепления инструмента и поворачивается из одной позиции в другую от вспомогательного вала *V* (рис.1) через цилиндрические зубчатые колеса *57, 76, 38*, конические колеса *23, 46* и кривошипный диск "*К*" с пальцем, входящим периодически в паз креста "*М*", сидящего жестко на оси револьверной головки.

Торцевой кулачок "*Т*", поворачиваясь вместе с зубчатым колесом *46*, через двухплечный рычаг "*Р*" выведет фиксатор "*Ф*" из гнезда барабана "*Б*", а диск "*К*" повернет "*мальтийский крест М*" и револьверную головку на $1/6$ оборота, после чего фиксатор "*Ф*" опять войдет в гнездо барабана "*Б*".

Таблица 2

Продолжительность одного оборота распределительного вала, с

Номер ступени	Сменные шестерни				Т, с	М сотые оборота	N
	а	б	в	г			
1	71	60	80	20	11,6	9	6
2	63	60	80	20	13,0	8	5,5
3	63	60	71	20	14,6	6,5	5
4	75	60	71	27	16,6	6	4,5
5	45	60	80	20	18,2	5,5	4
6	45	63	75	20	20,3	5	3,5
7	45	71	75	20	22,9	4,5	3
8	45	63	80	27	25,7	4	3
9	45	63	75	27	27,5	4	2,5
10	63	60	75	45	31,1	3,5	2,5
11	63	60	71	45	32,8	3,5	2,5
12	60	63	75	45	34,3	3	2
13	71	63	60	45	36,3	3	2

Продолжение табл.2

Номер ступени	Сменные шестерни				Т, с	М	N
	а	б	в	г			
14	60	71	75	45	38,6	2,5	2
15	80	71	75	63	40,6	2,5	2
16	60	75	71	45	43,2	2,5	1,5
17	63	71	60	45	46,2	2,5	1,5
18	63	75	60	45	48,6	2	1,5
19	60	80	63	45	51,9	2	1,5
20	71	60	63	75	54,8	2	1,5
21	45	63	80	60	57,2	2	1,5
22	45	63	75	60	61,0	2	1,5
23	45	63	71	60	64,3	1,5	1
24	45	71	75	60	68,6	1,5	1
25	45	75	71	60	76,8	1,5	1
26	45	71	63	60	81,6	1,5	1
27	45	75	63	60	86,5	1,5	1
28	45	71	60	63	89,5	1,5	1
29	45	75	60	63	93,5	1,5	1
30	27	80	71	45	103	1,5	1
31	27	75	63	45	108	1	1
32	27	80	63	45	116	1	1
33	27	80	60	45	121	1	1
34	20	75	71	45	130	1	1
35	27	71	63	60	136	1	1
36	20	75	63	45	146	1	1
37	20	80	63	45	156	1	1
38	20	80	60	45	163	1	1
39	27	63	60	80	170	1	1
40	27	71	60	75	179	1	1
41	27	71	60	80	191	1	1
42	20	71	60	63	203	1	1
43	20	75	60	63	215	1	1
44	20	80	60	63	229	1	1
45	20	75	60	71	242	1	1

Окончание табл.2

Номер ступени	Сменные шестерни				Т, с	М	Н
	а	б	в	г		сотые оборота	
46	20	80	60	71	258	1	1
47	20	80	60	75	271	1	1
48	20	80	45	60	291	1	1
49	20	80	45	63	304	1	1
50	20	75	45	71	322	1	1
51	20	80	45	71	345	1	1
52	20	80	45	75	363	1	1

М – число сотых оборота распределительного вала, необходимое для подачи и зажима прутка;

Н – число сотых оборота распределительного вала, необходимое для поворота револьверной головки.

Механизм подачи и зажима материала автоматически подает пруток на требуемую величину, его зажим и разжим, а также автоматически выключает станок после израсходования прутка. Подается и зажимается пруток при включении кулачковой муфты М1 вспомогательного вала V (рис.1) кулачковым барабаном "З" управления зажимом и подачей материала, при этом передается вращение через зубчатые колеса 36, 72 на вал с барабаном "Е" и "Ж" подачи и зажима материала.

1.3. Общие указания по наладке автомата

1.3.1. По возможности следует применять многоинструментные державки.

1.3.2. Совмещать работу поперечных суппортов и револьверного суппорта, не допуская совмещения чистовой обработки с обдирочной. Нарезание резьбы с крупным шагом и накатывание относят к обдирочным операциям.

1.3.3. Отверстия диаметром менее 10 мм сверлят с предварительным центрованием сверлом большого диаметра.

1.3.4. При сверлении ступенчатых отверстий вначале сверлить отверстия большого диаметра.

1.3.5. Сверлить глубокие отверстия за несколько вводов сверла: 1-й ввод на глубину $3d$; 2-й ввод - на глубину (дополнительную) $2d$ и т.д., d - диаметр сверла.

1.3.6. Длину обрабатываемой поверхности (точение, сверление), граничащей с отрезкой» увеличить на ширину отрезного резца.

1.3.7. Обточку широким фасонным резцом не совмещать со сверлением отверстий малого диаметра, чтобы избежать увода сверла, а для отверстий большого диаметра такое совмещение целесообразно, так как работа сверла в этом случае увеличивает жесткость детали.

1.3.8. Окончательно обрабатывать наружные поверхности тонкостенных деталей следует после обработки отверстий, так как при сверлении и других операциях наблюдается увеличение наружных размеров.

1.3.9. Для получения требуемой шероховатости и точности обработки при работе фасонными резцами необходимо на кулачках поперечных суппортов предусмотреть участки с постоянным радиусом для кратковременной остановки резца.

1.3.10. Фаски и канавки должны быть обработаны до нарезания резьбы, а на накатанной части – после накатывания (во избежание выдавливания материала на фаску или канавку).

1.3.11. При выборе режимов резания следует сначала рассчитывать настройку частоты вращения шпинделя для резьбонарезания, а затем для сверления, точения и др. В противном случае технологический процесс может оказаться нерациональным из-за невозможности выбора соответствующих частот вращения шпинделя.

1.3.12. Во избежание появления рисок на детали после продольной обточки револьверным суппортом рекомендуется предусмотреть медленный отвод резца.

1.4. Последовательность расчета наладки автомата

Для изготовления детали на одношпиндельном токарно-револьверном автомате необходимо составить технологический процесс обработки, карту наладки, подобрать универсальный и спроектировать специальный инструмент, спроектировать кулачки револьверного и поперечных суппортов.

Последовательность расчета наладки автомата на заданную деталь, например, "штуцер" состоит в следующем:

1.4.1. По чертежу детали согласно размерам и шероховатости поверхностей распределяют все обрабатываемые поверхности по суппортам.

1.4.2. Составляется последовательность обработки, при которой учитываются рекомендации, приведенные в разд. 1.3. Вычерчиваются эскизы обработки по переходам с изображением инструмента в крайнем рабочем положении. В нашем примере принимается следующая последовательность изготовления детали (рис. 2):

Подача прутка до упора и его зажим.

Предварительное обтачивание наружной поверхности до $\varnothing 28$ мм на длину $l = 25$ мм.

Центрование под сверление и снятие фаски $1,5 \times 45^\circ$.

Окончательное обтачивание наружной поверхности под резьбу до $\varnothing 21,86$ мм на длину $l = 22$ мм и сверление отверстий $\varnothing 10$ мм на длину $l = 15$ мм.

Нарезание резьбы $M22 \times 2,5$ на длину $l = 20$ мм, обточка канавки $\varnothing 27$ мм, фаски $1 \times 45^\circ$ и отрезка детали.

Такой порядок переходов дает возможность наиболее рационально использовать револьверную головку и применить оптимальные режимы резания, обеспечивающие высокую производительность обработки.

Согласно установленной технологической последовательности вычерчиваются эскизы по переходам, обозначаются размеры и расположения державок с инструментами, указываются расстояния от торца шпинделя револьверной головки в конце перехода.

При расстановке инструментов необходимо, чтобы большее число совмещенных операций приходилось на черновые проходы, так как совмещение операций при чистовых проходах снижает точность обработки; а также необходимо следить за тем, чтобы при работе на совмещенных операциях державки и инструменты револьверного суппорта не сталкивались с поперечными суппортами.

При составлении технологического процесса на изготовление детали и выборе специальных резцедержавок необходимо учитывать техническую характеристику автомата 1Б136 и заполнить графы 1, 2, 3 и 4 технологической карты с наименованием рабочих и холостых переходов (рис. 2).

1.4.3. Определяют длину хода инструментов в зависимости от длины обработки. Во избежание удара инструмента о деталь при повороте револьверной головки его путь увеличивают на величину подвода, равную $0,5 - 2$ мм.

При сверлении зацентрованных отверстий длина хода резания равна длине цилиндрической части отверстия, а при сверлении отверстий без предварительной зацентровки к длине отверстия добавляется высота конуса режущей части сверла.

При нарезании резьбы длина подвода инструмента определяется по формуле $(1-2)S$, где S – шаг резьбы. Длину консоли прутка определяют сложением:

- расстояния от отрезного резца до торца шпинделя, равного 2–5 мм;
 - ширины отрезного резца (в нашем примере 3,5 мм);
 - длины обрабатываемой детали $l = 47$ мм,
- т.е. $L = 3,5 + 4,5 + 47 = 55$ мм.

Для заполнения графы 5 технологической карты определяем рабочий ход инструмента (мм) для каждого перехода по формуле

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - длина врезания инструмента, включающая его подвод, мм;

l_2 - перебег инструмента, мм.

Применительно к нашей детали эти величины по переходам 1, 2, 3 (см. разд. 1.4) будут равны:

Подача прутка до упора $L_1 = 55$ мм.

Обточка $\varnothing 28$ мм, $L_3 = 25 + 2 = 27$ мм.

Обточка фаски $1,5 \times 45^\circ$ и центровка $L_5 = 4,5 + 2 = 6,5$ мм, принимаем 7 мм.

Для обточки до $\varnothing 21,86$ и сверления $\varnothing 10$ мм длину хода инструмента определяем по наибольшей длине обработки для $\varnothing 21,86$, которая складывается из длины обточки $l = 22$ мм, длины врезания $l = 1,5$ мм и ширины отрезного резца $l_2 = 3,5$ мм:

$$L_8 = 22 + 1,5 + 3,5 = 27 \text{ мм.}$$

Медленный отход револьверной головки $L_{10} = L_8 = 27$ мм.

При нарезании резьбы М22·2,5 на длине 20 мм ($20 : 2,5 = 8$ ниток резьбы). На подход плашки даем одну нитку или шаг резьбы, равный 2,5 мм, тогда $L_{12} = 8 \cdot 2,5 + 1 \cdot 2,5 = 22,5$ мм.

Сбег плашки $L_{13} = L_{12} = 22,5$ мм.

При обточке канавки до $\varnothing 27$ мм глубина канавки $t = \frac{32 - 27}{2} = 2,5$ мм, поэтому $L_{15} = 2,5 + 1 = 3,5$ мм.

При обточке фаски $1 \cdot 45^\circ$ $L_{17} = 1 + 1 = 2$ мм.

		Наименование детали	Карта		
		Штуцер		v	n
		марка - А12	обточка	90	800
		профиль - круг	отрезка	40	400
		размер - ρ 36x2500	сверление		800
			нарез. резьбы	р.ход	5.5
			х.ход		200
Эскизы обработки по переходам		Наименование перехода			рабочий ход инструм. (мм)
1	2	3	4	5	
1		1	Подача прутка до упора		
		2	Переключение рев. головки		
		3	Проточить Ø 28	27	
		4	Переключение рев. головки		
3		5	Проточить фаску и зацентровать	7	
		6	Пауза		
		7	Переключение рев. головки		
5		8	Проточить Ø32 и Ø21,86 Сверлить Ø10	27	
		9	Пауза		
		10	Медленный отход	27	
		11	Переключение рев. головки		
8		12	Нарезать резьбу М22х2.5	22.5	
		13	Переключить вращение шпинделя с правого на левое вращение		
12		14	Сбег плашки	22.5	
		14 ^a	2 переключ. рев. головки		
15		15	Проточить канавку до Ø27	3.5	
17		16	Пауза. Отход резца		
18		17	Проточить фаску 1x45°	2	
		18	Отрезать деталь	18	
		19	Отход резцов	18	

Рис.2. Технологическая

технологическая наладка автомата модели 1Б136															
		сменные колеса			перекл. реж. головки		Сотые	перекл. тумод.	напр. вращ.						
		коробка скорост.	распред. вала			лев.									
		A	25	а					лев.						
				б					—//—						
		B	70	в					—//—						
				2											
подача мм/об	обороты шпинд.		кулачки сотые и радиус						Приспособления и инструмент						
	на данн переход	для расчета	холост ходы	рабоч. ходы	от	до	от	до	режущ.	вспомог.	Контроль но-измер.				
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
			2		0	2	93	93	резец проходной	Упор регул. Цанга заж. Цанга под.	кольцо резьбов М22 2.5				
			2		2	4	92	-							
0.08	350	350		10	4	14	93	120	резец фасонный	державка комбинир. втулка ø10					
			4		14	18	92	-							
0.045	160	160		5	18	23	99	116	сверло левое ø15			плашко-держатель			
			0.5		23	23.5	100	-							
			5		23	28.5	92	-	резцы 2шт сверло левое ø10				плашко-держатель		
0.068	400	400		12	28.5	40.5	93	120							
			0.5		40.5	41	120		плашка М22 2.5					кольцо резьбов М22 2.5	
0.08	350	350		10	41	51	120	93							
			4.5		51	55.5	92		резец канавочн.		кольцо резьбов М22 2.5				
2.5	9	90		3	55.5	58.5	93	112.5							
									резец фасонн.	кольцо резьбов М22 2.5					
2.5	9	36		1	58.5	59.5	112.5	93							
			2.5		59.5	62			резец отрезн.			кольцо резьбов М22 2.5			
0.03	120	240		(7)	68	75	57	60.5							
			0.5		75	75.5	60.5		резец отрезн.				кольцо резьбов М22 2.5		
0.03	68	136		(4)	66	70	57	61							
0.03	600	1200		35	62	97	57	75	резец отрезн.					кольцо резьбов М22 2.5	
0.03	600	1200	3												
∑	2586	24	76												

Карта наладки автомата

При отрезке детали по $\varnothing 32$ мм $L_{19} = 16 + 1 + 1 = 18$ мм, так как $t = \frac{32}{2} = 16$ мм.

1.4.4. Подачу и скорость резания выбираем исходя из обеспечения шероховатости обработки для каждого перехода и инструмента отдельно согласно вычерченным эскизам обработки детали.

Для совмещенных переходов подачи выбираются одинаковыми для всех инструментов по лимитирующему переходу с минимальной величиной подачи. Например, при совмещении обточки и сверления меньшей подачей будет подача для сверления, которая и будет лимитирующей.

Подачу выбираем по табл.3.

Таблица 3

Подачи, рекомендуемые при применении инструмента из быстрорежущей стали, мм/об

Обрабатываемый материал	Продольная обточка	Фасонная обточка и отрезка	Сверление, центровка	Рассверливание
Сталь 20	0,06-0,18	0,02-0,05	0,04-0,14	0,10-0,30
Сталь 35	0,05-0,16	0,02-0,045	0,04-0,12	0,10-0,25
Сталь 45	0,05-0,15	0,015-0,04	0,03-0,10	0,08-0,18
Автоматная сталь 12	0,06-0,20	0,02-0,06	0,04-0,15	0,10-0,35
Автоматная сталь 20	0,06-0,19	0,2-0,05	0,04-0,12	0,10-30
Нержавеющая сталь	0,03-0,08	0,005-0,03	0,03-0,08	0,06-0,16
Латунь	0,10-0,22	0,02-0,10	0,08-0,25	0,16-0,35
Алюминиевые сплавы	0,10-0,22	0,02-0,08	0,03-0,18	0,18-0,45

Для перехода 3 выбираем подачу для стали А-12 в пределах 0,06-0,20 мм/об. Принимаем 0,08 мм/об.

Для перехода 5 принимаем 0,045 мм/об,

Для перехода 8, при котором совмещены обточка и сверление, величина подачи лежит в пределах 0,04-0,15 мм/об. Принимаем 0,068 мм/об, и т.д. для остальных переходов.

Расчетные величины подач заносим в графу 6.

Таблица 4

Скорости резания, рекомендуемые для применения режущего инструмента из быстрорежущей стали, м/мин

Обрабатываемый материал	Виды обработки										
	Продольная оточка	Фасонная оточка и отрезка	Сверление	Зенкование	Развертывание	Нарезание резьбы					
						метчиками		плашками			
					шаг 0,5	шаг 1	шаг 1,5	шаг 0,5	шаг 1	шаг 1,5	
Сталь 20 ($\sigma_B = 40 - 50$ МПа)	45-55	30-40	40-50	25-30	10-15	3,3	5,2	7,2	2,1	3,2	4,6
Сталь 35 ($\sigma_B = 50 - 60$ МПа)	35-55	30-35	28-35	20-25	8-12	3,5	4,8	8,5	2,3	3,4	4,8
Сталь 45 ($\sigma_B = 60 - 70$ МПа)	35-50	30-40	25-30	18-20	7-10	2,9	3,9	4,9	1,9	2,8	4,3
Автоматная сталь 12	45-70	45-55	45-50	35-54	12-18	5,6	8,4	8,8	3,9	5,5	6,0
Автоматная сталь 30	40-65	35-45	40-45	28-45	13-15	5,0	7,2	8,5	3,2	5,2	5,8
Нержавеющая сталь	15-30	10-12	16-300	10-15	5-6	2,5	4,8	5,0	1,5	2,5	3,2
Латунь	70-150	70-150	50-100	45-80	25-40	8,5	12,3	17,5	5,5	7,5	8,5
Алюминевые сплавы	200-250	200-250	150-200	60-80	20-30	10,0	14,5	19,5	6,5	8,5	9,2

Примечание. При работе инструментом с пластинами из тв. сплава скорости резания увеличиваются в 2-3 раза.

Для расчета частот вращения шпинделя выбираем величины скоростей резания из табл.4. Например, для стали А12 при работе резцами с пластинками твердого сплава при обточке ~ 28 мм находим, что скорость резания $V = 100$ м/мин, тогда частота вращения шпинделя определится

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 36} = 880 \text{ мин}^{-1}.$$

Выбираем ближайшую частоту вращения шпинделя по паспорту станка, равную 800 мин^{-1} , и определяем фактическую скорость резания

$$V = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 800}{1000} = 90 \text{ м/мин}.$$

Аналогично выбираются скорости резания для других переходов и определяются частоты вращения шпинделя.

Скорость резания для отрезки равна 40 м/мин, тогда частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 32} = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимаем $n = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Скорость резания для нарезания резьбы М22х2,5 плашкой выбираем равной 8 м/мин, тогда частота вращения шпинделя будет

$$n = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 32} = 115 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимаем $n = 80 \text{ мин}^{-1}$. Так как сбег плашки должен происходить в 2,5 раза быстрее, то обратная частота вращения шпинделя будет 200 мин^{-1} .

Для получения рассчитанных частот вращения шпинделя необходимо установить сменные зубчатые колеса в коробке скоростей: $A_1 = 25$, $B_1 = 70$.

1.4.5. Определяем потребное количество оборотов шпинделя, затрачиваемых на выполнение каждого перехода в зависимости от длины хода инструменте и величины подачи на данный переход по формуле

$$n_n = \frac{L_n}{S_n},$$

где L_n - расчетная длина обработки (данные графы 5);

S_n - подача на оборот шпинделя (данные графы 6).

Расчетные данные потребного числа оборотов шпинделя на каждый несомещенный переход, который влияет на общее время обработки, зано-

сят в графу 8 карты наладки автомата, а числа оборотов, которые не влияют на общее время обработки детали, так как они совмещены, заносят в графу 7.

Числа оборотов шпинделя, затрачиваемые на различные переходы, в рассматриваемом примере будут:

$$\begin{aligned}
 n_3 &= \frac{27}{0,08} = 350 \text{ оборотов}; & n_5 &= \frac{7}{0,045} = 160 \text{ оборотов}; \\
 n_8 &= \frac{27}{0,068} = 400 \text{ оборотов}; & n_{10} &= \frac{27}{0,08} = 350 \text{ оборотов}; \\
 n_{14} &= \frac{22,5}{2,5} = 9 \text{ оборотов}; & n_{12} &= \frac{22,5}{2,5} = 9 \text{ оборотов}; \\
 n_{15} &= \frac{3,5}{0,03} = 120 \text{ оборотов}; & n_{17} &= \frac{2}{0,035} = 68 \text{ оборотов}; \\
 n_{19} &= \frac{18}{0,030} = 600 \text{ оборотов}.
 \end{aligned}$$

Для 12-го, 13-го и 19-го переходов необходимо определить приведенную частоту вращения шпинделя, так как нарезание резьбы и отрезка детали производится с частотой вращения, отличавшейся от основной (800 мин^{-1}).

Приведенную частоту вращения шпинделя можно определить по коэффициенту приведения, который вычисляется для данного перехода по формуле

$$K = \frac{n_{осн}}{n_{пер}},$$

где K – коэффициент приведения; $n_{осн}$ – основная частота вращения шпинделя; $n_{пер}$ – частота вращения для данного перехода.

Например, для 12-го перехода $K = \frac{800}{80} = 10$. Тогда приведенная частота вращения определится по формуле

$$n_{np} = \frac{L_n}{S} \cdot K = \frac{22,5}{2,5} \cdot 10 = 90 \text{ об.}$$

Для перехода 19-го $K = \frac{800}{400} = 2$, $n_{np} = \frac{18}{0,03} \cdot 2 = 1200 \text{ об.}$

Учитывая, что сбег (свинчивание) плашки производится в 2,5 раза быстрее, приведенная частота вращения шпинделя для 13-го перехода определится

$$n_{np13} = \frac{l_{13}}{2,5 \cdot S} \cdot K = \frac{22,5}{2,5 \cdot 2,5} \cdot 10 = 36 \text{ об.}$$

Переходы 15-й и 17-й полностью совмещаются с переходом 19-м, поэтому они в расчет производительности автомата не принимаются.

Суммарное количество оборотов шпинделя, необходимое на выполнение рабочих переходов на автомате (графа 8) будет

$$\begin{aligned} \sum n &= n_3 + n_5 + n_8 + n_{10} + n_{12} + n_{13} + n_{19} = \\ &= 350 + 160 + 400 + 350 + 90 + 36 + 1200 = 2586 \text{ об.} \end{aligned}$$

По суммарному числу оборотов шпинделя определяем время, необходимое на изготовление детали, по формуле

$$t_p = \frac{\sum n \cdot 60}{n_{осн}} = \frac{2586 \cdot 60}{800} = 194 \text{ с.}$$

4.6. Определение времени (сотых) на холостые ходы.

Время на отвод отрезного резца принимается равным 1 – 2 % от времени изготовления детали – 1 % от 194 с = 1,9 с.

Шестое переключение револьверной головки в расчет не принимается, так как может быть совмещено с отрезкой детали.

Всего на холостые ходы потребуется

$$t_x = 1 + (5 \cdot 0,67) + 0,5 + 1,9 = 6,8 \text{ с.}$$

Общее предварительное время на обработку детали

$$T_1 = t_p + t_x = 194 + 6,8 = 200,8 \text{ с.}$$

Точное время на изготовление детали определяется после корректировки сотых долей кулачка на холостые ходы.

Количество сотых оборота распределительного вала, потребное для подачи и зажима материала и поворота револьверной головки, выбирается из табл. 13 с. 272 [2] и корректируется в зависимости от положения ролика на кулачке.

Для подачи и зажима материала отводится 1,5 сотых (принимаем две сотые); на первый поворот револьверной головки – 1 сотая (принимаем две сотые); на последующие повороты револьверной головки принимаются: 2-е переключение – 4 сотые, пауза – 0,5 сотых; 3-е переключение – 5 сотых, пауза – 0,5 сотых; 4-е переключение – 4,5 сотых; 5-е переключение – 2,5 сотых; на отход резца верхнего суппорта – 3 сотых.

Всего на холостые ходы требуется 24 сотых оборота распределительного вала. Принятые числа сотых кулачка для холостых ходов заносятся в графу 9 карты наладки (см. рис.2).

По известному числу сотых на холостые ходы определяем число сотых для выполнения рабочих переходов

$$100 - 24 = 76 \text{ сотых кулачка.}$$

В соответствии с расчетом на 76 сотых кулачка приходится $\sum n = 2586$ оборотов шпинделя. Следовательно, для полного оборота кулачка (распределительного вала), т.е. для изготовления детали, потребуется число оборотов шпинделя, определяемое по формуле:

$$n_{\text{общ}} = \frac{\sum n \cdot 100}{100 - M_x}, \text{ где } M_x - \text{сумма сотых несовмещенных холостых}$$

ходов – 24;

$$n_{\text{общ}} = \frac{2586 \cdot 100}{100 - 24} = 3406 \text{ оборотов.}$$

Уточненное машинное время на изготовление детали определим по формуле

$$T = \frac{n_{\text{общ}} \cdot 60}{n_{\text{осн}}} = \frac{3406 \cdot 60}{800} = 256 \text{ с.}$$

В соответствии с $T = 256$ с выбираем ближайшее время по табл. 2:

$$T = 258 \text{ с.}$$

Сменные зубчатые колеса, передающие вращение на распределительный вал, – «а, б, в, г» – выбираем из той же таблицы против $T = 258$ с: а = 20, б = 80, в = 60, г = 71.

Общее число оборотов шпинделя, потребное на изготовление детали, откорректированное по машинному времени автомата, определится

$$n_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{осн}} \cdot T}{60} = \frac{800 \cdot 258}{60} = 3420 \text{ об.}$$

Определение количества сотых кулачка на каждый рабочий переход производится по формуле

$$M_{\text{пер}} = \frac{M_p \cdot n_{\text{осн}}}{\sum n},$$

где M_p – число сотых на совмещенные перехода, $M_p = 100 - M_x = 100 - 24 = 76$ сотых; M_x – число сотых на холостые ходы.

Число сотых кулачка рекомендуется округлять до целых или половины.

Сумма сотых долей на все рабочие и холостые ходы должна быть равна 100. В случае каких-либо отклонений суммы сотых от 100 следует внести коррективы в число сотых на отдельные переходы (чаще на холостые ходы).

Число сотых для обработки каждого перехода заносим в графу 10, согласно последовательности обработки детали рассчитываем:

$$M_3 = \frac{76 \cdot 160}{2586} = 10 \text{ сотых}; \quad M_5 = \frac{76 \cdot 160}{2586} = 5 \text{ сотых};$$

$$M_8 = \frac{76 \cdot 400}{2586} = 11,5 \text{ сотых}; \quad M_{10} = \frac{76 \cdot 350}{2586} = 10,5 \text{ сотых};$$

$$M_{12} = \frac{76 \cdot 90}{2586} = 3 \text{ сотых}; \quad M_{13} = \frac{76 \cdot 36}{2586} = 1 \text{ сотая};$$

$$M_{15} = \frac{76 \cdot 240}{2586} = 7 \text{ сотых}; \quad M_{17} = \frac{76 \cdot 136}{2586} = 4 \text{ сотых};$$

$$M_{19} = \frac{76 \cdot 1200}{2586} = 35 \text{ сотых};$$

Переходы 15-й и 17-й выполняются одновременно с отрезкой детали и в расчет сотых кулачка не принимаются. Сотые следует отсчитывать, начиная с нулевого в сторону, противоположную направлению вращения кулачка.

После определения количества сотых кулачка на каждый рабочий переход уточняют количество сотых кулачка всех несовмещенных переходов:

$$M_p = 10 + 5 + 11,5 + 10,5 + 3 + 1 + 35 = 76 \text{ сотых}.$$

Графы 11 и 12 карты наладки заполняются на основании данных, взятых из граф 9 и 10.

В первом переходе происходит подача прутка, на нее требуется 2 луча (деления), которые ставят от 0 до 2.

Во втором переходе происходит поворот револьверной головки от второго луча до четвертого. От 4-го луча до 14-го происходит обточка до $\varnothing 28$, затем второй поворот револьверной головки от 14-го до 18-го луча и т.д.

Для заполнения граф 13 и 14 необходимо в конце каждого перехода определить наименьшее расстояние от шпинделя (зажимной цанги) до револьверной головки (см. с. 272-273 [2]).

Установочное расстояние от торца шпинделя до оси кулачка револьверной головки $L_{уст} = 96 + 80 + 40 = 216 \text{ мм}$,

- 96 мм – наименьшее расстояние для перехода 3;
- 80 мм – наибольший ход суппорта;
- 40 мм – наименьший радиус кулачка.

Для первого перехода наибольший радиус кулачка $R_{наиб} = L_{уст} - L'_1 = 216 - 118 = 98$ мм. Так как револьверная головка при подаче и зажиме прутка перемещений не имеет, то $R_{наиб} = 98$ мм будет наименьшим радиусом.

Для третьего перехода $R_{наиб} = L_{уст} - L'_3 = 216 - 96 = 120$ мм.

Наименьший радиус для каждого перехода определяется по формуле

$$R_{наим} = R_{наиб} - L_n,$$

где L_n – рабочий ход револьверной головки на данный переход;

$$R_{наим} = 120 - 27 = 93 \text{ мм.}$$

Аналогично рассчитываются радиусы всех последующих переходов.

Для 5-го перехода

$$R_{наиб} = L_{уст} - L'_5 = 216 - 116,5 = 99,5 \text{ мм;}$$

$$R_{наим} = R_{наиб} - L_n = 99,5 - 7 = 92,5 \text{ мм.}$$

Для 8-го перехода

$$R_{наиб} = L_{уст} - L'_8 = 216 - 105,5 = 110,5 \text{ мм;}$$

$$R_{наим} = R_{наиб} - L_n = 110,5 - 27 = 83,5 \text{ мм.}$$

Для 10-го перехода наибольший и наименьший радиусы, как и для перехода 8-го, будут 110,5 мм и 83,5 мм.

Для 12-го перехода

$$R_{наим} = R_{наиб} - L'_{12} = 216 - 98 = 118 \text{ мм.}$$

При нарезании резьбы наибольший радиус занижается примерно на 10 % от длины нарезаемой резьбы для облегчения схода плашки.

У нас для резьбы $L_n = 20$ мм;

$$20 \text{ мм} - 100 \%$$

$$x \text{ мм} - 10 \%, \quad x = 2 \text{ мм;}$$

$$R_{наим} = 118 - 2 = 116 \text{ мм;}$$

$$R_{наим} = R_{наиб} - L_{12} = 116 - 22,5 = 93,5 \text{ мм.}$$

Для 13-го перехода наибольший и наименьший радиусы, как и для перехода 12-го, будут 116 мм и 93,5 мм.

После нарезания резьбы обработка детали револьверным суппортом закончена, он должен отойти в прежнее положение, радиус на остальной части револьверного кулачка должен быть не более 64 мм. Обычно $64 - 2 = 62$ мм.

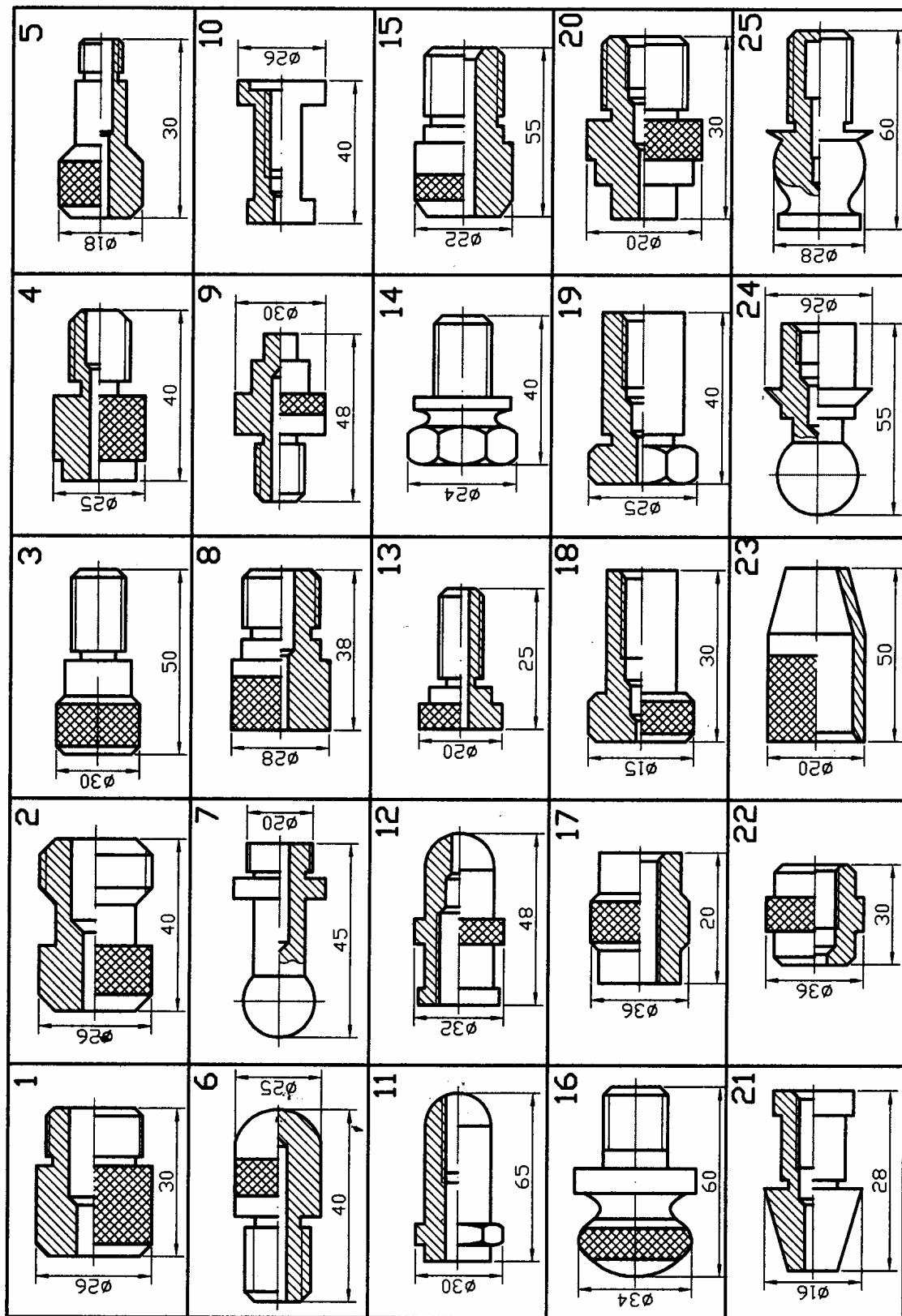


Рис. 3а

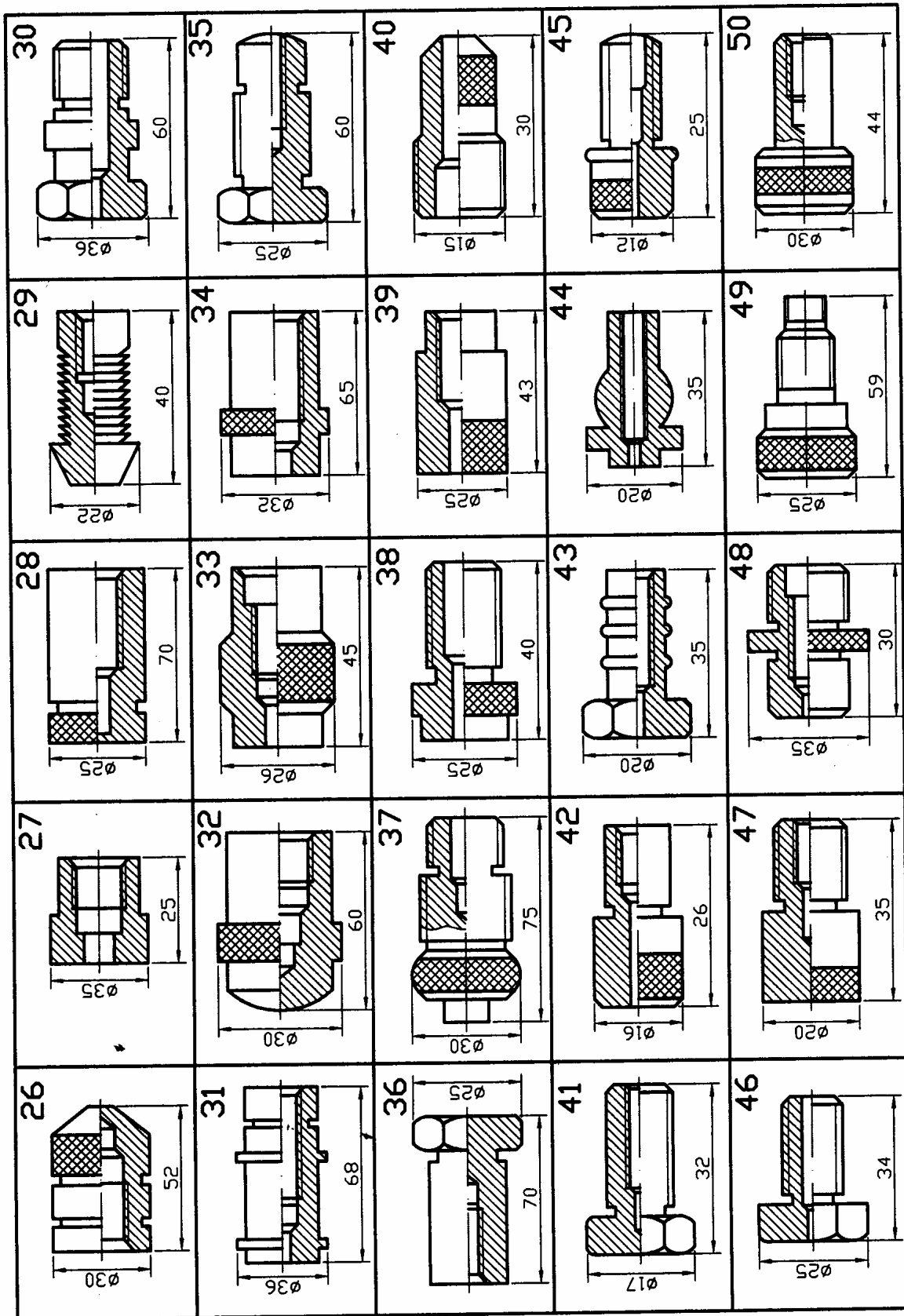


Рис. 36

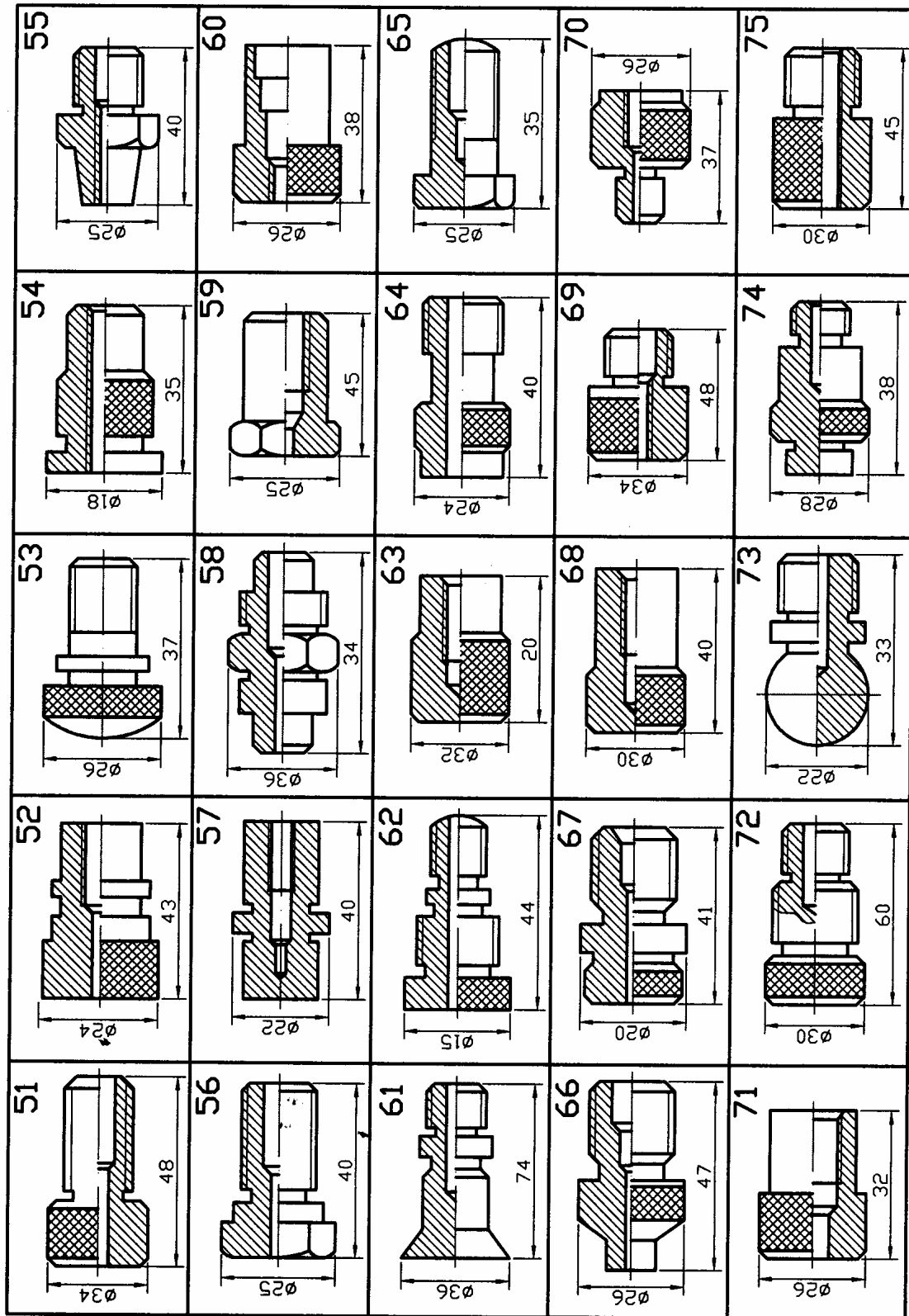


Рис. 4а

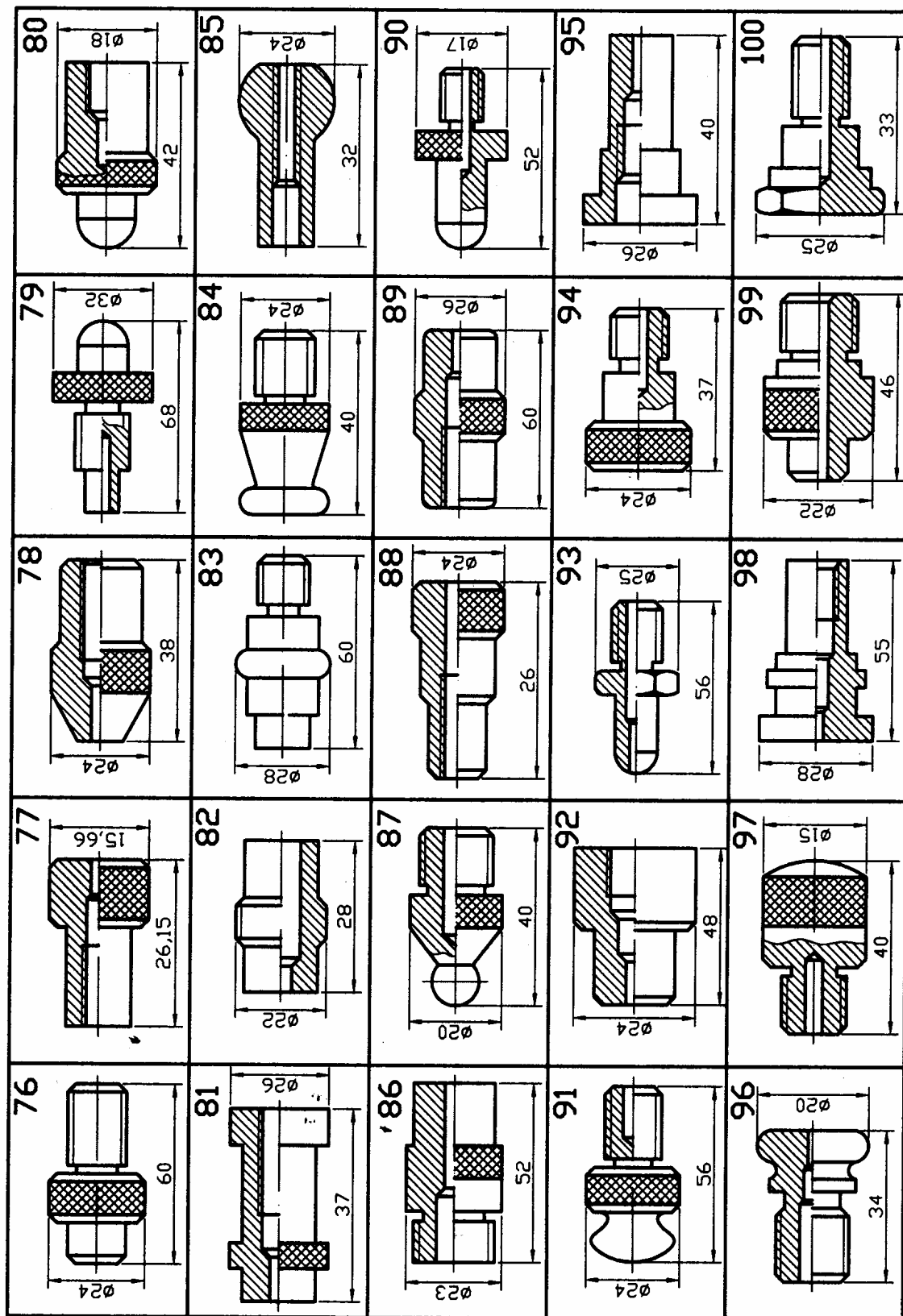


Рис. 46

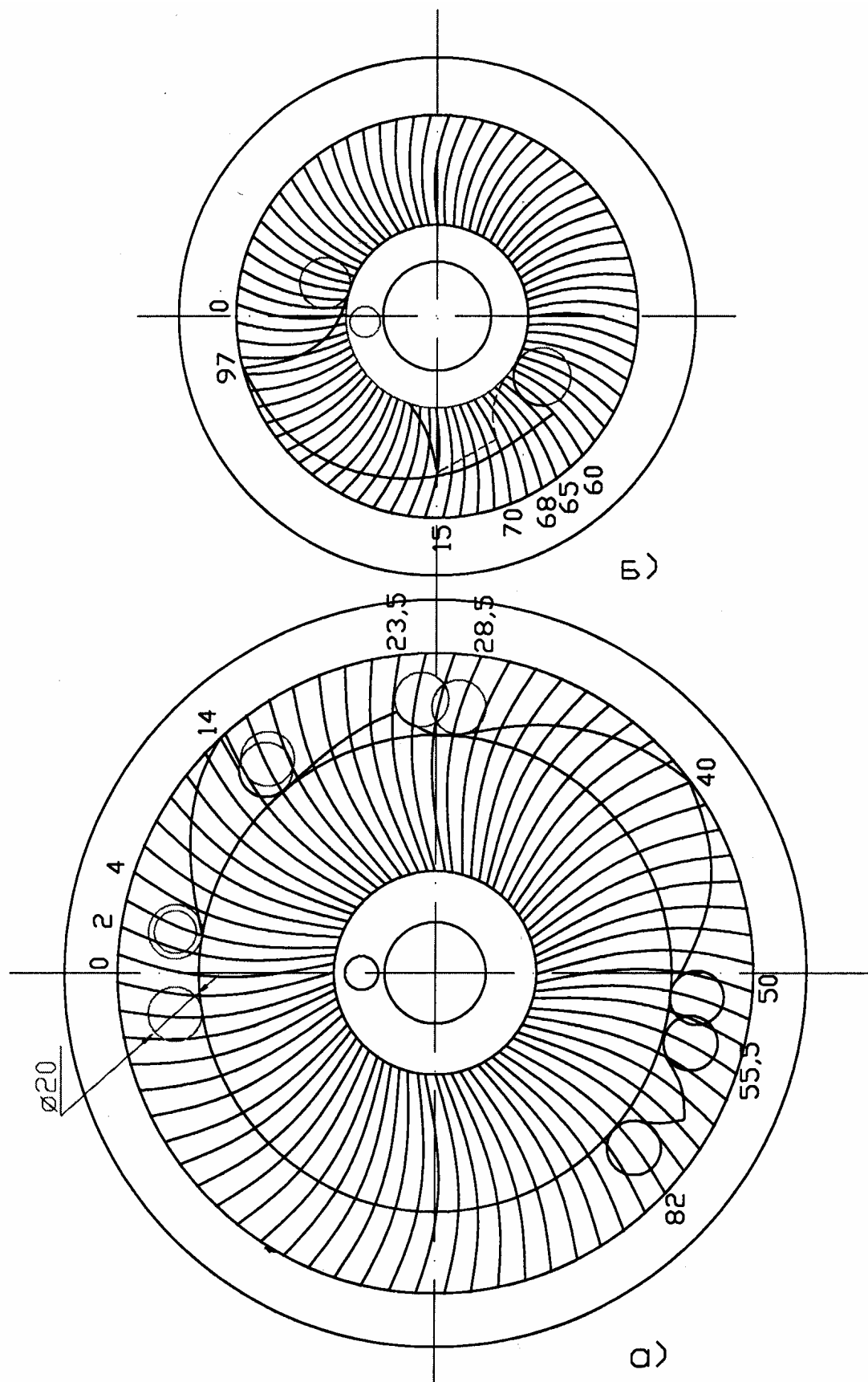


Рис. 5. Рабочий профиль кулачка: а – револьверного суппорта; б – поперечного суппорта

Расчет радиусов кулачков одинаков для всех трех поперечных суппортов.

Диаметр заготовки кулачка 150 мм.

$R = 75$ мм принимается наибольшим радиусом при отрезке детали. Если с поперечных суппортов производится не отрезка, а, к примеру, накатка, снятие фасок, проточка канавок и т.д., т.е. режущая кромка резца не доходит до центра шпинделя (оси шпинделя), то $R_{наиб}$ принимается:

$$R_{наиб} = R - L,$$

где R – радиус заготовки кулачка равен 75 мм, а L – величина недохода режущей кромки резца до оси шпинделя. В практике L принимается равной половине диаметра обрабатываемой части детали. Для перехода 15-го обточка канавки: $L = d/2 = 27/2 = 13,5$ мм; $R_{наиб} = 75 - 13,5 = 61,5$ мм; $R_{наим} = R_{наиб} - L_n = 61,5 - 3,5 = 58$ мм, где L_n - величина рабочего хода. Для 17-го перехода $R_{наиб} = R - L = 75 - 15 = 60$ мм; $R_{наим} = d/2 = 30/2 = 15$ мм; $R_{наим} = R_{наиб} - L_n = 60 - 2 = 58$ мм. 19-й перехода отрезка $R_{наиб} = R - L = 75$ мм, т.е. $L = 0$, так как резец доходит до оси шпинделя.

$$R_{наим} = R_{наиб} - L_n = 75 - 18 = 57 \text{ мм.}$$

При окончании обработки с поперечных суппортов радиус кулачка должен быть 35 мм, т.е. при этом радиусе происходит разгрузка суппортов. Для заполнения следующих трех граф необходимо подобрать инструмент, применяемый для изготовления детали, и дать его характеристику. Например, резец проходной 12·12·65, сверло левое $\varnothing 15$ мм, плашка М22·2,5, цанга подачи $\varnothing 36$ мм, цанга зажима $\varnothing 36$ мм и т.д.

После расчета карты наладки по ее данным переходим к построению рабочих и холостых профилей кулачков (см.[2], с. 273–276).

Чертежи деталей, на которые студент должен разработать технологический маршрут обработки, составить технологическую карту наладки автомата (см. рис.2) и вычертить рабочие профили кулачков, приведены на рис. 3,а,б, и 4,а,б. Материал деталей назначается для вариантов: № 1–10 – автоматная сталь 12; № 11–алюминиевые сплавы; № 31–40 – нержавеющая сталь; № 41–45 – латунь; остальные – сталь 20 или 35, или 45.

Недостающие размеры, допуски и класс шероховатости студент назначает самостоятельно.

Все расчеты, связанные с выполнением работы, должны сопровождаться пояснениями. Завершением пояснительной записки должна служить заполненная карта наладки и профили кулачков револьверного и поперечных суппортов (рис.5). В записке приводится список использованной литературы.

2. Контрольная работа № 2

Рассчитать настройку одного из зубообрабатывающих станков 5К32, 5В310, 5140 для изготовления зубчатого колеса согласно заданию.

2.1. Настройка зубофрезерного полуавтомата модели 5К32

На станках этого типа можно нарезать цилиндрические прямозубые колеса, а также червячные колеса методами радиальной и осевой подачи методом обкатки. По методу обкатки можно также фрезеровать шлицевые валы, многогранники, нарезать зубья на цепных звездочках, храповых колесах и т.д. Для всех видов указанных специальных зацеплений применяют червячные фрезы соответствующих профилей.

Нарезание цилиндрических прямо- и косозубых колес, а также червячных колес методом радиальной подачи – это основные виды работ, к которым станок наиболее приспособлен. Нарезание колес может осуществляться при вертикальной подачей фрезы сверху вниз и снизу вверх.

На этом станке можно нарезать цилиндрические колеса диаметром до 800 мм (при модуле m до 10 мм и вертикальном перемещении фрезы – 360 мм). Наибольший диаметр червячной фрезы, устанавливаемой во фрезерном суппорте, 180 мм при длине 175 мм. Степень точности обработки соответствует 7-му классу по ГОСТ 1643-72.

В конструкции станка предусмотрены механизмы, обеспечивающие прогрессивные методы зубофрезерования: радиальное врезание инструмента в заготовку, диагональную подачу, встречное и попутное фрезерование, возможность применения фрез большого диаметра, длины и т.п. Повышенные частота вращения фрезы и подача, значительное увеличение мощности главного привода в сочетании с высокой жесткостью станка допускают работу на повышенных режимах резания и позволяют применять острозаточенные и твердосплавные червячные фрезы. Вертикальное расположение оси нарезаемого колеса при неподвижной суппортной стойке и подвижном столе обеспечивает необходимую жесткость и устойчивость

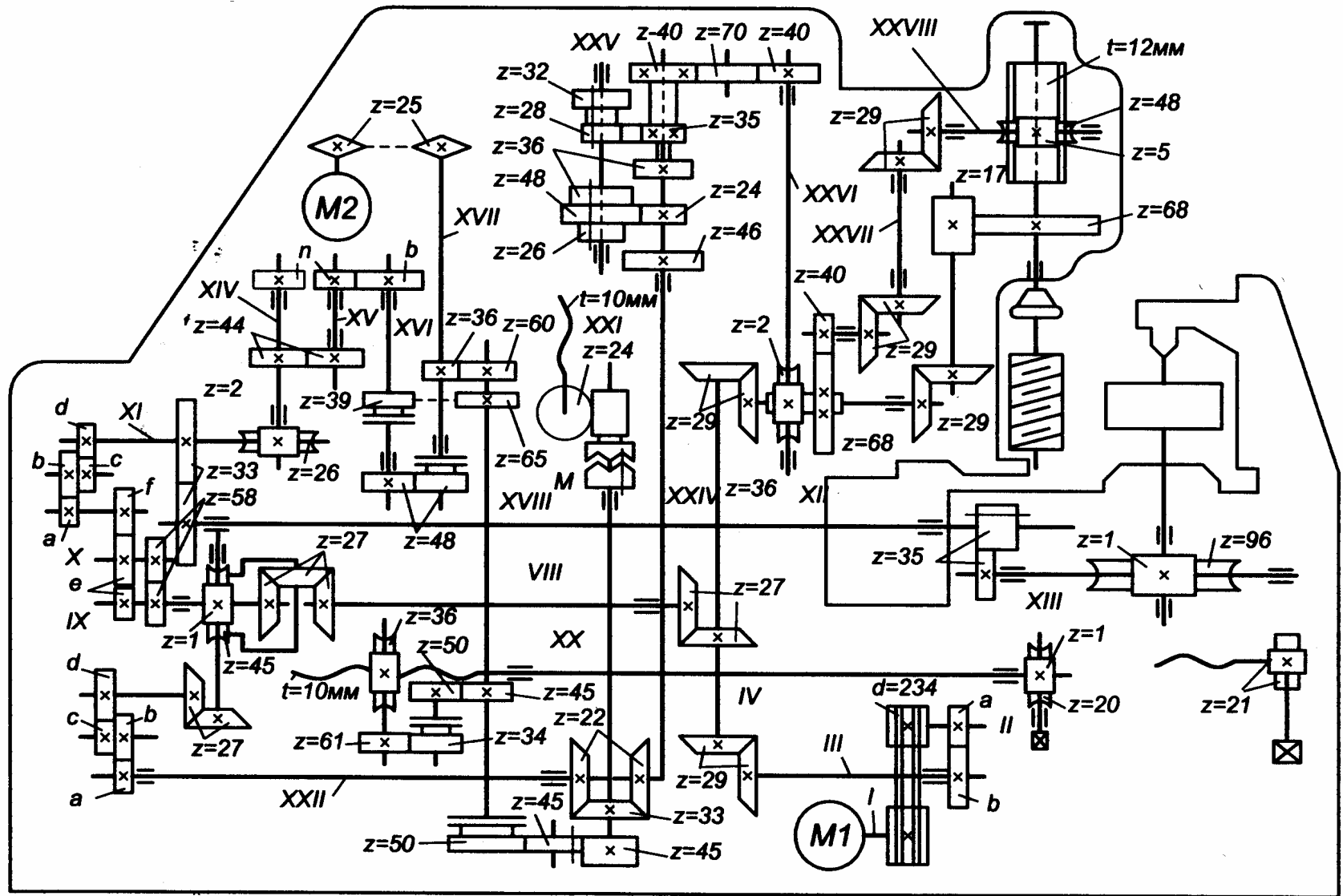


Рис. 6. Кинематическая схема зубофрезерного станка мод. 5K32

в работе. Массивная задняя стойка, жестко соединенная со столом, обеспечивает надежную работу станка без дополнительного крепления к суппортной стойке верхней траверсой. Цикл работы станка автоматизирован. Все рабочие и вспомогательные движения: быстрый подвод заготовки к инструменту, зубонарезание, быстрый отвод колеса и инструмента в исходное положение и останов станка – осуществляются автоматически. Уборка стружки осуществляется шнековым транспортером, расположенным внутри станины. Для зажима заготовки станок можно снабжать гидромеханическим устройством, монтируемым в столе.

Настройка станка для нарезания цилиндрических прямозубых колес.

При нарезании цилиндрических прямозубых колес фрезе сообщают вращательное движение. Если фреза левозаходная, то обрабатываемое колесо должно вращаться против часовой стрелки, если же фреза правозаходная, то в направлении часовой стрелки.

Для нарезания прямозубых цилиндрических колес в станке предусмотрены следующие кинематические цепи: 1) главного вращательного движения фрезы; 2) делительная, согласующая вращательные движения червячной фрезы и нарезаемого колеса; 3) вертикальной подачи червячной фрезы. На рис. 6 приведена кинематическая схема зубофрезерного станка мод 5К32.

Цепь главного движения. Червячная фреза получает вращательное движение от электродвигателя *М1* мощностью 7,5 кВт с частотой вращения 1460 мин⁻¹ по следующей кинематической цепи: электродвигатель

М1, вал *I*, клиноременная передача $\frac{116}{234}$, вал *II*, сменные колеса гитары

скоростей $\frac{a'}{b'}$, вал *III*, конические колеса $\frac{29}{29}$, вал *IV*, конические колеса

$\frac{29}{29}$, вал *V*, конические колеса $\frac{29}{29}$, вал *VI*, цилиндрическая косозубая пере-

дача $\frac{17}{68}$, вал *VII*, червячная фреза.

Расчетные перемещения запишем так:

$1460 \text{ мин}^{-1} \rightarrow n_{\text{фр}}$ об, фрезы в минуту;

$$1460 \frac{116 a'}{234 b'} 0,985 \frac{29}{29} \frac{29}{29} \frac{29}{29} \frac{17}{68} = n_{\text{фр}},$$

откуда формула настройка гитары скоростей будет

$$\frac{a'}{b'} = \frac{n_{\text{фр}}}{178,4},$$

где 0,985 – коэффициент, учитывающий скольжение ременной передачи.

Изменением зубчатых колес a' и b' можно получить девять различных частот вращения фрезы: 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250 и 315 мин^{-1} . Скорость резания v , наружный диаметр фрезы и частота ее вращения связаны выражением

$$n_{\text{фр}} = \frac{1000v}{\pi d}.$$

Зная v и d , находят частоту вращения фрезы и устанавливают на станке сменные колеса.

Делительная цепь. Основная цепь, связывающая вращательные движения фрезы и стола: червячная фреза, вал VII, цилиндрическая косозубая передача $\frac{68}{17}$, вал VI, колеса $\frac{29}{29}$, вал V, колеса $\frac{29}{29}$, вал IV, колеса $\frac{27}{27}$, вал VIII, $i_{\text{диф}}$, вал IX, колеса $\frac{58}{58}$, вал X, колеса $\frac{e}{f}$, сменные колеса гитары деления $\frac{a c}{b d}$, вал XI, колеса $\frac{33}{33}$, вал XII, колеса $\frac{35}{35}$, вал XIII, червячная передача $\frac{1}{96}$, стол.

Расчетные перемещения для цепи фреза – заготовка будут иметь вид

$$\frac{z}{k} \text{ об. фрезы} \rightarrow 1 \text{ об. стола};$$

$$\frac{z}{k} \frac{68}{17} \frac{29}{29} \frac{29}{29} \frac{27}{27} i_{\text{диф}} \frac{58}{58} \frac{e}{f} \frac{a c}{b d} \frac{33}{33} \frac{35}{35} \frac{1}{96} = 1.$$

При нарезании прямозубых колес дифференциал работает как обычная зубчатая передача и $i_{\text{диф}} = 1$.

При числе зубьев нарезаемого колеса $z \leq 161$, $\frac{e}{f} = \frac{54}{54} = 1$, а при $z > 161$, $\frac{e}{f} = \frac{36}{72} = \frac{1}{2}$.

Расчетные формулы гитары деления:

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{24k}{z} \text{ при } \frac{e}{f} = \frac{54}{54}; \quad \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{48k}{z} \text{ при } \frac{e}{f} = \frac{36}{72}.$$

Дифференциал станка. На рис. 7 приведен дифференциал станка мод. 5К32. Корпус дифференциала 7 смонтирован на шарикоподшипниках и вращается от червячной передачи 2 – 3 вокруг оси 0 – 0 и несет на себе вал-водило 5 с сателлитами 10. Вал 1 с коническим колесом 4 кинематически связаны с гитарой деления. Вал 9 выполнен целиком с колесом 6, на конце которого установлено коническое зубчатое колесо 8. Отметим, что у всех зубофрезерных станков с буквой К в модели станка коническая передача 4 – 10 – 6 дифференциала работает как при нарезании косозубых, так и прямозубых колес.

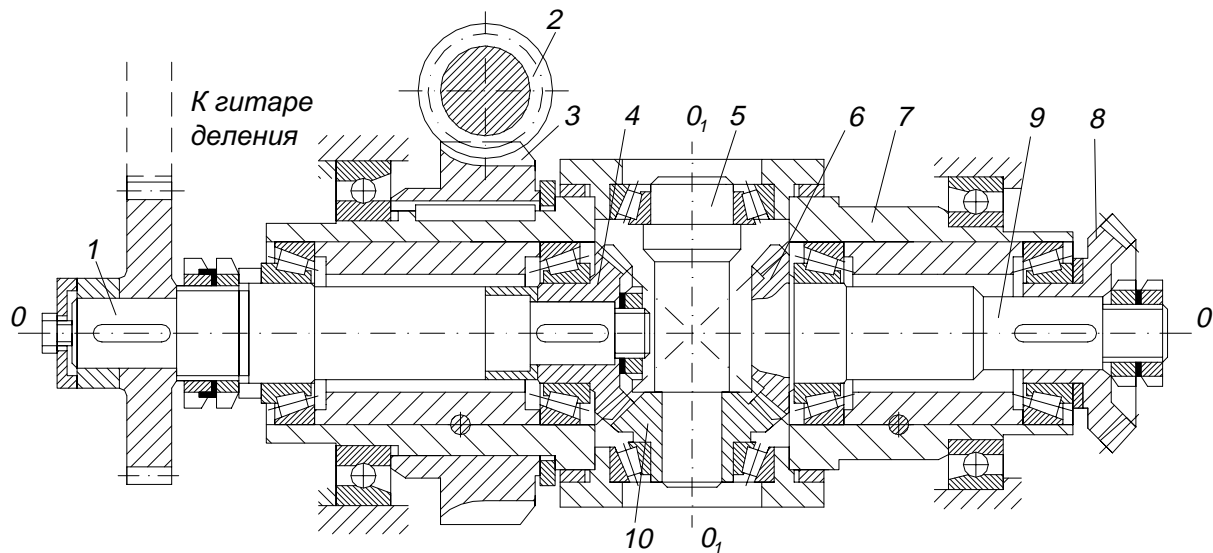


Рис. 7 Дифференциал зубофрезерного станка мод. 5К32

Цепь вертикальных подач. Вертикальную подачу фреза получает по следующей цепи (см. рис. 6): стол, червячная передача $\frac{96}{1}$, вал XIII, колеса $\frac{35}{35}$, вал XII, колеса $\frac{33}{33}$, вал XI, червячная передача $\frac{2}{26}$, вал XIV, колеса $\frac{44}{44}$, вал XV, сменные колеса $\frac{a_1}{b_1}$, вал XVI, колеса $\frac{39}{65}$, вал XVIII, колеса $\frac{50}{45}$, вал XIX, колеса $\frac{45}{45}$ вал XX, червячная передача $\frac{1}{24}$, ходовой винт вертикальной подачи с шагом $t_g = 10$ мм при включенной электромагнитной муфте ЭМ2 и кулачковой М. Так как величину вертикальной s_g исчисляют в миллиметрах на один оборот стола, то расчетные перемещения должны быть записаны следующим образом:

$$1 \text{ об. стола} \rightarrow s_g \text{ мм/об. стола.}$$

Уравнение перемещений для цепи вертикальной подачи запишется в виде

$$1 \frac{96}{1} \frac{35}{35} \frac{33}{33} \frac{2}{26} \frac{44}{44} \frac{a_1}{b_1} \frac{39}{65} \frac{50}{45} \frac{45}{45} \frac{1}{24} 10 = s_g,$$

откуда

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{39}{80} s_g.$$

При работе левой фрезой, когда стол вращается по часовой стрелке, сменное зубчатое колесо a_1 устанавливают на вал XIV. Для получения попутной вертикальной подачи включают электромагнитную муфту ЭМ4, и вращение вала XVIII передается колесами $\frac{39}{65}$. При встречной подаче включают муфту ЭМ3 и зубчатые передачи $\frac{48}{48}$ и $\frac{36}{60}$ передают движение в цепь станка.

Возможность применения попутной вертикальной подачи обеспечивается цилиндром гидравлической догрузки суппорта, выбирающим зазор в винтовой паре вертикальной подачи.

Изменением сменных колес a_1 и b_1 можно получить семь различных вертикальных подач: 0,84; 1,02; 1,67; 2,05; 4,10; 5.

Настройка станка для нарезания цилиндрических косозубых колес.

Нарезание косозубых колес производят на том же зубофрезерном станке, на котором нарезают прямозубые колеса. На зубофрезерном станке мод. 5К32 бездифференциальная настройка недопустима по той причине, что в формулу подбора сменных колес гитары деления входит величина вертикальной подачи s_6 . В цепь вертикальной подачи входят электромагнитные муфты, которые допускают проскальзывание. По этой же причине на станке мод. 5К32 нельзя применить дифференциальную настройку для нарезания зубчатых колес с простым числом зубьев (103, 114, 127 и т.д.).

Поэтому рассмотрим дифференциальную настройку с применением сложной кинематической цепи. Основную цепь или гитару деления настраиваем так же, как и при нарезании прямозубых колес. Для дополнительной цепи используем гитару дифференциала. Дополнительной же цепью фрезе за тот же оборот стола (заготовки) сообщают добавочное вращение, равное $\pm \frac{z}{k} \frac{s_6}{T}$; поэтому расчетные перемещения для дополнительной цепи должны быть записаны так:

$$1 \text{ об. заготовки} \rightarrow \pm \frac{z}{k} \frac{s_6}{T} \text{ об. фрезы.}$$

Дополнительная цепь (см. рис. 6), связывающая вращательные движения фрезы и заготовки: стол-заготовка, червячная пара $\frac{96}{1}$, вал XIII, колеса $\frac{35}{35}$, вал XII, колеса $\frac{33}{33}$, вал XI, червячная передача $\frac{2}{26}$, вал XIV, колеса $\frac{44}{44}$, вал XV, сменные колеса $\frac{a_1}{b_1}$, вал XVI, колеса $\frac{39}{65}$, вал XVIII, колеса $\frac{50}{45}$, вал XIX, колеса $\frac{45}{45}$, вал XX, колеса $\frac{33}{32}$, вал XXII, сменные колеса гитары дифференциала $\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2}$, вал XXIII, колеса $\frac{27}{27}$, червячная передача $\frac{1}{45}$, дифференциал, вал VIII, колеса $\frac{27}{27}$, вал IV, колеса $\frac{29}{29}$, вал V, колеса $\frac{29}{29}$, вал VI, колеса $\frac{17}{68}$, вала VII, червячная фреза.

Уравнение перемещений дополнительной цепи запишется так:

$$1 \frac{96}{1} \frac{35}{35} \frac{33}{33} \frac{2}{26} \frac{44}{44} \frac{a_1}{b_1} \frac{39}{65} \frac{50}{45} \frac{45}{45} \frac{33}{22} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \frac{27}{27} \frac{1}{45} i_{\text{оуф}} \frac{27}{27} \frac{29}{29} \frac{29}{29} \frac{17}{68} = \pm \frac{z}{k} \frac{s_6}{T}.$$

Подставляя $\frac{a_1}{b_1} = \frac{39}{80} s_6$ и $i_{\text{диф}} = 2$, получим $\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{25z}{kT}$.

Если вместо T подставить выражение $\frac{\pi m z}{\sin \beta}$, то получим

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{7,95775 \sin \beta}{mk}.$$

Пользуясь этой формулой, определяют передаточное отношение сменных колес гитары дифференциала.

Настройка станка для нарезания червячных колес. Для нарезания червячных зубчатых колес применяют два метода: радиальной или тангенциальной подачи (рис.8). При фрезеровании зубьев на червячных колесах методом радиальной подачи (рис. 8, а) фреза и заготовка совершают такие же вращательные движения, какие они совершают при нарезании прямозубых цилиндрических колес; поэтому гитару деления настраивают по обычным формулам:

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{24k}{z} \text{ при } \frac{e}{f} = \frac{54}{54} \text{ или } \frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{48k}{z} \text{ при } \frac{e}{f} = \frac{36}{72}.$$

Направление подачи в этом случае меняется.

На станке мод. 5К32 движение радиальной подачи совершает стол, несущий заготовку в направлении стрелки (рис. 8, а).

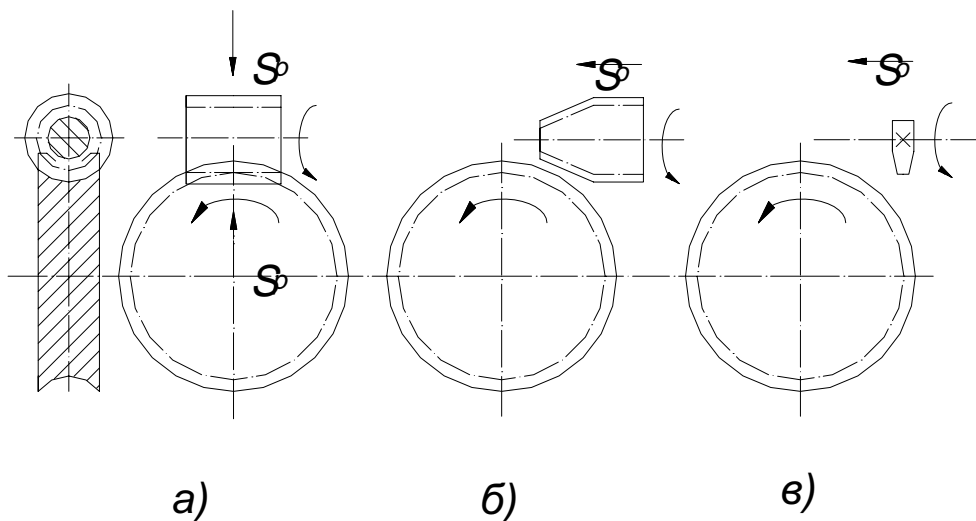


Рис. 8. Методы нарезания червячных зубчатых колес:
а – радиальной подачи; б – тангенциальной подачи; в – летучим резцом

Радиальная подача. Цепь радиальной подачи включается электромагнитной муфтой ЭМ1 и состоит из следующих звеньев (см. рис. 6): стол, червячная пара $\frac{96}{1}$, вал XIII, колеса $\frac{35}{35}$, вал XII, $\frac{33}{33}$, вал XI, червячная передача $\frac{2}{26}$, вал XIV, колеса $\frac{44}{44}$, вал XV, сменные колеса $\frac{a_1}{b_1}$, вал XVI, колеса $\frac{39}{65}$, вал XVIII, колеса $\frac{45}{50}$, вал XXI, червячная передача $\frac{1}{36}$, ходовой винт радиальной подачи с шагом $t_p = 10$ мм.

Радиальную подачу s_p выражают в миллиметрах на оборот стола, поэтому расчетные перемещения и их уравнение должны быть записаны в таком виде:

$$1 \text{ об. стола} \rightarrow s_p \text{ мм/об.стола}$$

$$1 \frac{96}{1} \frac{35}{35} \frac{33}{33} \frac{2}{26} \frac{44}{44} \frac{a_1}{b_1} \frac{39}{65} \frac{45}{50} \frac{34}{61} \frac{1}{36} 10 = s_p,$$

откуда

$$\frac{a_1}{b_1} = 1,62s_p.$$

Изменением сменных колес a_1 и b_1 можно получить семь различных радиальных подач: 0,25; 0,31; 0,5; 0,62; 0,76; 1,24; 1,5.

Для повышения качества зацепления червячной пары, колесо которой нарезается червячной фрезой, последнюю выбирают так, чтобы ее форма и размеры соответствовали червяку, парному червячному колесу. Если форма и размеры фрезы (кроме наружного диаметра) не будут соответствовать червяку, парному нарезаемому колесу, то качество зацепления изготавливаемой червячной пары резко ухудшается.

Обычные червячные затылованные фрезы, предназначенные для нарезания червячных колес методом радиальной подачи, в процессе

работы изнашиваются по задней поверхности. После переточки их по передней поверхности размеры диаметров фрез уменьшаются, из-за чего приходится устанавливать на станке расстояние между осями фрезы и нарезаемого колеса другое, чем у червяка и колеса при их монтаже, вследствие чего качество зацепления червячной пары ухудшается.

Основное преимущество радиального метода нарезания червячных зубчатых колес состоит в том, что путь перемещения фрезы в горизонтальном направлении небольшой; в среднем его можно считать равным.

2.2. Настройка зубофрезерного станка модели 5В310

2.2.1 Назначение и область применения станка

Станок модели 5В310 является универсальным и предназначен для фрезерования цилиндрических колес с прямыми зубьями, червячных колес и цилиндрических колес с винтовыми зубьями в условиях мелко- и крупносерийного производства. Червячные колеса могут нарезаться только методом радиальной подачи заготовки.

Станок рассчитан на работу червячными фрезами из быстрорежущей стали, а также на применение аналогичных фрез с пластиками твердых сплавов для изготовления зубчатых колес внешнего зацепления. Зубья нарезаются по способу обкатки червячной фрезы и обрабатываемой заготовки. Во время работы станка осуществляются одновременно вращательное движение червячной фрезы (движение резания) и вертикальное перемещение фрезы (движение подачи). Заготовка, закрепленная на оправке, установленной на столе станка, вращается во время работы согласованно с фрезой. Зубчатые колеса можно нарезать на станке за один или несколько проходов, изменяя соответствующим образом установку глубины резания.

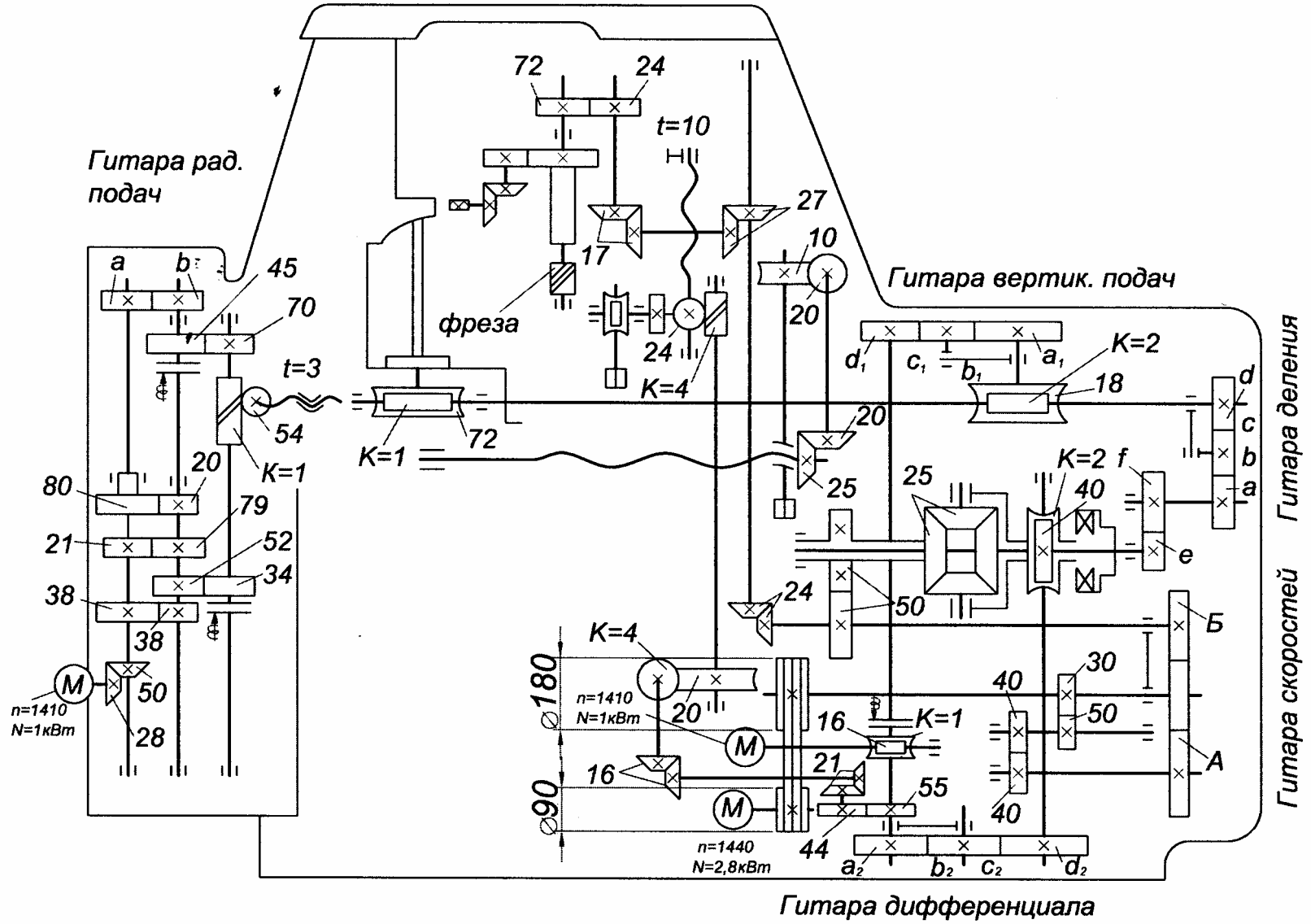


Рис. 9. Кинематическая схема зубофрезерного станка мод. 5 В310

Технологические возможности зубофрезерного станка модели 5В310 определяются его технической характеристикой:

- расстояние между осями заготовки и оправки фрезы:
 - наименьшее – 30мм, наибольшее – 160 мм;
- диаметр рабочей поверхности стола – 140 мм;
- конус под оправку для крепления заготовки – морзе № 3;
- конусное отверстие шпинделя – морзе № 3;
- наибольший диаметр фрезы – 112 мм;
- наибольшее осевое перемещение фрезы – 50 мм;
- наибольший угол поворота суппорта – $\pm 60^\circ$;
- мощность и частота вращения электродвигателя главного движения $N = 2,8$ кВт, $n = 1440$ об/мин, электродвигателя ускоренного перемещения и радиальных подач $N = 1,0$ кВт, $n = 1410$ об/мин;
- количество скоростей шпинделя фрезы – 8;
- пределы частот вращения фрезы – 65–315 об/мин;
- количество подач фрезы – 10;
- пределы вертикальных подач фрезы – 0,25–3 мм/мин;
- скорость быстрого перемещения стола – 70 мм/мин, суппорта – 300 мм/мин.

2.2.2. Кинематическая схема и настройка станка

Кинематическая схема включает в себя шесть кинематических цепей:

- цепь главного движения (цепь вращения фрезы);
- цепь деления нарезаемой заготовки (цепь обката);
- цепь вертикальных подач фрезы;
- цепь радиальных подач;
- цепь дифференциала;
- цепь ускоренных перемещений суппорта и подвижной стойки.

1. Настройка цепи главного движения

Применение для изготовления зубчатых колес различных материалов, разделение процесса обработки на предварительную черновую и окончательную чистовую, а также использование различных диаметров червячных фрез вызывает необходимость в изменении частот вращения фрезерного шпинделя для получения различных скоростей резания.

Частота вращения фрезы из кинематической схемы станка определяется (рис. 9)

$$n = 1440 \cdot \frac{90}{180} \cdot \frac{30}{50} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{24}{72} \text{ мин}^{-1}.$$

Частота вращения фрезы изменяется за счет изменения передаточного отношения сменных зубчатых колес А и Б, которое определяется из уравнения кинематической цепи по формуле

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{фр}}{142}.$$

К станку прилагается комплект сменных зубчатых колес для гитары скоростей А и Б в количестве 8 штук с числами зубьев: 20, 23, 27, 30, 35, 38, 42, 45, которые обеспечивают восемь различных частот вращения фрезы.

Сумма чисел зубьев (А и Б) = 65, т.е. А/Б = 20/45, 23/42, 27/38, 30/35, 35/30, 38/27, 42/23 или 45/20. Соответственно частоты вращения фрезы будут равны: 65, 78, 100, 121, 165, 200, 258 и 318 мин⁻¹.

Зависимость между скоростью резания, диаметром фрезы и частотой вращения имеет следующий вид:

$$V = \frac{3,14 \cdot D_{фр} \cdot n}{1000} \text{ м/мин},$$

где V – скорость резания, м/мин;

$D_{фр}$ - диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы в минуту.

При работе червячными фрезами из быстрорежущей стали рекомендуются следующие скорости резания (табл. 5).

Таблица 5

Обрабатываемый материал	Скорость резания, м/мин	
	Черновая обработка	Чистовая обработка
Чугун	16-20	20-25
Сталь $\sigma_s \leq 60$ Мпа	25-28	30-35
Сталь с пределами прочности свыше 60 Мпа	20-25	25-30
Бронза	25-50	
Пластмассы	25-40	

Выбрав из табл. 5 скорость резания и зная диаметр фрезы, определяют частоту вращения фрезы по формуле

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D_{фр}} \text{ мин}^{-1},$$

а затем определяют передаточное отношение $A/B = n_{фр} / 142$.

По величине передаточного отношения подбирают из набора пару сменных зубчатых колес с несколько меньшим передаточным отношением против расчетного или равным расчетному. Например, при $V = 28$ м/мин, $D_{фр} = 80$ мм.

$$n_{фр} = 1000 \cdot 28 / 3,14 \cdot 80 = 111 \text{ мин}^{-1}; A/B = 111/142 = 0,78.$$

Подбираем сменные колеса $A = 27$, $B = 38$, тогда $A/B = 27/38 = 0,712$, т.е. подобранные сменные зубчатые колеса имеют передаточное отношение меньше расчетного. Если подобрать колеса с большим передаточным отношением против расчетного, то в этом случае увеличится скорость резания, что вызовет снижение стойкости фрезы и приведет к преждевременному ее износу.

Для нашего примера

$$n_{фр} = 27/38 \cdot 142 = 100 \text{ мин}^{-1}, \text{ тогда}$$

$$V = 3,14 \cdot 80 \cdot 100 / 1000 = 25 \text{ м/мин.}$$

Таким образом, фактическая скорость резания будет несколько ниже заданной, что будет способствовать более длительной работе фрезы без переточки.

2. Настройка гитары деления

Делительная кинематическая цепь станка должна обеспечивать вращение червячной фрезы и стола с заготовкой в соответствии с передаточным отношением, определяемым числом заходов K червячной фрезы и количеством зубьев z нарезаемого колеса. В этом случае на каждый оборот червячной фрезы заготовка должна сделать k/z оборотов.

Уравнение кинематической цепи для подбора чисел зубьев колес гитары деления имеет следующий вид:

$$1 \text{ об. фр} \cdot \frac{72}{24} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{50}{50} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{72} = k/z,$$

отсюда $a/b \cdot c/d = 24k/z$, или $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot k}{z}$,

где k – число заходов фрезы;

z – число зубьев нарезаемого колеса;

$l = f$ – зубчатые колеса, передаточное отношение которых равно 1;

$i_{\text{диф}} = 1$ – передаточное отношение дифференциала.

Для настройки гитар деления, подач и дифференциала станок снабжают набором сменных зубчатых колес в количестве 43 штук со следующими числами зубьев: 20, 20, 23,24, 25, 25,30,33, 35, 37, 40, 40,41, 43, 45, 47, 48, 50, 53, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 97, 98, 100, 81, 71, 58.

3. Настройка гитары вертикальной подачи

Вертикальной подачей называется величина перемещения фрезерного суппорта вдоль оси заготовки за один ее оборот, т.е. за один оборот стола с заготовкой фрезерный суппорт должен опуститься на величину подачи, выбор которой в основном зависит от требуемой шероховатости поверхности и точности изготовления.

Для чернового фрезерования рекомендуется принимать величину подачи 2 – 3 мм/об, а при чистовом фрезеровании для средних модулей – 1–1,5 мм/об. Слишком малая величина подачи вызывает скольжение фрезы по материалу и преждевременный ее износ. Кинематическая цепь, связывающая вращение стола и перемещение фрезерного суппорта, имеет следующий вид:

$$1 \text{ об. стола} \cdot \frac{72}{1} \cdot \frac{2}{18} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{55}{44} \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{4}{24} \cdot 10 = S_g.$$

Из этого уравнения находим передаточное отношение гитары подач

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{3}{10} \cdot S_g.$$

где S_g - вертикальная подача, мм/об.

Величину подачи выбирают по табл. 6 и настраивают гитару подач.

Таблица 6

Обра- бат. мате- риал	Группа станков по мощно- сти, кВт	Модуль нарезаемого колеса, мм						
		1,5	2,5	4	6	8	12	16
		Подача на один оборот детали, мм/об						
Ст. 45, 40X	1,5-2,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2	-	-	-	-
Для стали 12X и 20X приме- нять коэф- фици- ент 0,9	3-4	1,4-1,8	2,4-2,8	2,6-3	2,2-2,6	-	-	-
	5-9	1,6-2	4-5	3-4	2,5-3,5	2-3	-	-
	10-14	-	-	4-5	3,5-4,5	3-4	2,5-3	2-2,5
	15-22	-	-	-	4-5	4,5	3,5-4	3-4

4. Нарезание цилиндрических зубчатых колес с винтовым зубом

Наладка станка на обработку цилиндрических колес с винтовым зубом производится в том же порядке, как и для прямозубых, но заготовке помимо основного обкаточного движения сообщается дополнительное вращение в том или другом направлении.

Для получения наклонных зубьев под заданным углом необходимо, чтобы за один оборот заготовки или $\frac{z}{k}$ оборотов фрезы, она опустилась на величину S_g вертикальной подачи.

При нарезании винтовых зубьев фреза должна переместиться на величину шага T винтовой линии зуба, а заготовка за это время дополнительно перевернуться на один оборот. Дополнительное вращение заготовки осуществляется по отдельной кинематической цепи (цепь дифференциала), с помощью которой вращательное движение складывается с вращательным движением заготовки, получаемым последней по цепи деления.

Указанные движения складываются дифференциалом, посредством которого настроенное на станке дополнительное вращение складывается с основным или вычитается из него, в зависимости от направления винтовых линий фрезы и нарезаемого колеса. Дополнительный поворот заготовки сообщается настройкой гитары дифференциала. Если направление винтовой линии зубчатого колеса и витков фрезы одноименные (т.е. оба левые или оба правые), то сообщаемое столу по цепи дифференциала дополнительное движение направлено в сторону основного. Если же направления винтовых линий зубчатого колеса и фрезы разноименны (т.е. колесо правое, а фреза левая или наоборот), то дополнительное движение будет направлено в обратную сторону основному движению.

Конечными элементами кинематической цепи дополнительного вращения заготовки будут ходовой винт вертикальной подачи и червячная пара 1/72 заготовки.

Уравнение кинематической цепи гитары дифференциала будет

$$\frac{T}{10} \cdot \frac{24}{4} \cdot \frac{20}{4} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{44}{55} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{2}{40} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{72} = \pm 1 \text{ обор. Заготовки,}$$

где T – шаг винтовой линии нарезаемого зубчатого колеса; $i_{\text{диф}}$ – передаточное отношение дифференциала, равное 2:

$$T = \frac{\pi D}{\text{tg} \beta} = \frac{\pi m_n \cdot z}{\text{tg} \beta} = \frac{\pi m_n \cdot z}{\sin \beta}, \quad \text{– шаг винтовой линии;}$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot k}{z} \quad \text{– передаточное отношение гитары,}$$

где β - угол наклона зуба к оси колеса; m_n - нормальный модуль нарезаемого колеса.

Решая уравнение кинематической цепи относительно гитары дифференциала, получим расчетное передаточное отношение гитары дифференциала

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{12,5z}{T \cdot k} = \frac{12,5 \cdot \sin \beta}{\pi \cdot m_n \cdot k} = \frac{3,98088 \cdot \sin \beta}{m_n \cdot k},$$

где k – число заходов фрезы.

Полученное при расчете передаточное отношение гитары дифференциала (десятичная дробь) с помощью специальных таблиц превращается в простую дробь или произведение двух простых дробей, числитель и знаменатель которых соответствуют числам зубьев сменных зубчатых колес a_2, b_2, c_2, d_2 .

При установке гитар сменных зубчатых колес в первую очередь настраивают гитару дифференциала, затем гитару деления, последней – гитару подач. Если при расчете получается, что одинаковые колеса должны устанавливаться одновременно в гитаре деления и подач, то найденные числа зубьев колес можно заменить любыми ближайшими числами зубьев, не занятых в гитаре деления и дифференциала.

После установки гитар и фрезы фрезерный суппорт поворачивают на угол φ так, чтобы витки фрезы, обращенные в сторону заготовки, устанавливались вертикально при обработке прямозубых колес, а при обработке колес с косым зубом – под углом наклона зубьев нарезаемого колеса. Угол установки оси фрезы отсчитывается по шкале, нанесенной по окружности салазок фрезерного суппорта. При обработке прямозубых колес угол поворота φ равен углу подъема витков фрезы (маркирован на торце фрезы). Для фрезы правозаходной поворот производится по часовой стрелке, а для левозаходной – против часовой стрелки.

При нарезании колес с косыми зубьями угол поворота оси фрезы для одноименных направлений витков фрезы и заготовки равен разности между углом β наклона зубьев нарезаемого колеса и углом α наклона витков фрезы $\varphi = \beta + \alpha$.

Фрезерование косозубых колес рекомендуется производить фрезами одноименного направления витков с нарезаемыми зубьями. В этом случае повышается точность нарезаемых колес, так как направление фрезерования противоположно направлению вращения стола, в результате чего уничтожается зазор в делительной паре, возможный при разноименных направлениях витков.

5. Нарезание червячного колеса

Станки на нарезание червячных колес настраиваются так же, как при нарезании прямозубых колес, с той лишь разницей, что вместо гитары

вертикальных подач настраивается гитара радиальных подач. Уравнение кинематической цепи имеет следующий вид:

$$1410 \cdot \frac{28}{50} \cdot \frac{21}{79} \cdot \frac{20}{80} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{45}{70} \cdot \frac{1}{54} \cdot 3 = S_p$$

Отсюда $\frac{a}{b} = \frac{S_p}{1,877}$, где S_p - радиальная подача, мм/мин.

По передаточному отношения подбираются сменные зубчатые колеса и устанавливаются в гитару радиальных подач. При работе с радиальной подачей заготовки дифференциал должен быть выключен. Фреза по высоте должна устанавливаться более тщательно, так как у червячных колес положение оси червяка должно выдерживаться от базового торца колеса в заданных допусках. Поэтому инструмент (фреза) устанавливается по высоте с измерением расстояния от опорной поверхности базового торца до центра оправки суппорта при горизонтальном нулевом его положении. Установка глубины нарезания червячного колеса практически сводится к установке упора для автоматического выключения подач. В этом случае подсчитывают глубину фрезерования (высоту зуба) $h = 2,25m$, где h - высота зуба в мм, m - модуль червячного колеса. По высоте зуба устанавливают упор для автоматического выключения радиальной подачи. Время изготовления зубчатого колеса (машинное) определяют по формуле

$$T_1 = \frac{(B + l + l_1)z}{n_{fp} \cdot S_b \cdot k},$$

где T_1 - машинное время (одного прохода);

B - ширина нарезаемого колеса (длина зуба, мм);

l - величина врезания фрезы $l = \sqrt{h(D_{fp} - h)}$;

l_1 - величина перебега, $l_1 = (3-5)$ мм;

h - высота зуба;

D_{fp} - диаметр фрезы;

z - число зубьев нарезаемого колеса;

S_b вертикальная подача;

k - число заходов фрезы;

n_{fp} - частота вращения фрезы.

2.3 Настройка зубодолбежного станка модели 5140

Зубодолбежный полуавтомат мод. 5140 является представителем новой гаммы зубодолбежных станков. Жесткая стойка соединена со станиной, по горизонтальным направляющим которой перемещается стол, несущий нарезаемое колесо. В суппорте расположен долбяк, совершающий возвратно-поступательное движение и отскок при обратном ходе на величину 0,45 мм. В станках 5A12, 5B12, 5M12 такой отскок совершает деталь. Станок гидрофицирован и управляется с помощью панели. Скорость резания изменяется дросселем.

Кинематическая схема зубодолбежного полуавтомата 5140 дана на рисунке. Краткая техническая характеристика станка 5140: диаметр нарезаемых колес 500 мм; нарезаемый модуль 8 мм; ширина нарезаемого зуба 100 мм. Долбяк движется возвратно-поступательно от электродвигателя M ($N = 2,8$ кВт, $n = 1460$ мин⁻¹).

Механизм главного движения. Кинематическая цепь, определяющая чистоту двойных ходов долбяка (рис.10); вал электродвигателя I , ременная передача $\frac{100}{140}$, вал II , двухскоростная коробка с передаточным отношением i_1 , вал III , передача $\frac{39}{49}$, вал IV , трехскоростная коробка с передаточным отношением i_2 , вал V , двухскоростная коробка с передаточным отношением i_3 , вал VI , ременная передача $\frac{180}{350}$, вал XXI – долбяк.

Расчетное уравнение для определения частоты двойных ходов долбяка в минуту будет

$$1460 \frac{100}{140} 0,985 i_1 \frac{39}{49} i_2 i_3 \frac{180}{350} = n,$$

где 0,985 – коэффициент скольжения ремня; i_1 может быть $\frac{34}{54}$ или $\frac{39}{49}$; i_2

может быть $\frac{44}{44} \frac{34}{54}$ или $\frac{39}{49}$; i_3 может быть $\frac{29}{50}$ или $\frac{43}{45}$.

Таким образом, частота двойных ходов долбяка в минуту устанавливаются с помощью трех подвижных блоков колес и двух муфт M_1 и M_2 в диапазоне от 80 до 500.

Делительное (огибание) движение. Долбяк и его шпиндель на всех зубодолбежных станках должны иметь частоту вращения, равную $\frac{1}{z_\delta}$, за время, в течение которого стол с нарезаемым колесом вращается со скоростью $\frac{1}{z_n}$, где z_δ - число зубьев долбяка, z_n - число зубьев нарезаемого колеса. Долбяк и стол должны быть связаны жесткой кинематической цепью.

Принимая условно шпиндель долбяка ведущим, а вращающийся стол ведомым проследим эту кинематическую цепь: долбяк, червячная передача $\frac{90}{1}$, вал XVI, передача $\frac{56}{46}$, вал XV, передача $\frac{46}{54}$, вал XIV, передача $\frac{54}{36}$, вал XIII, сменные колеса гитары деления i_x , конические колеса $\frac{33}{33}$, вал XVIII, конические колеса $\frac{32}{32}$, вал XIX, колеса $\frac{38}{56}$, вал XX, червячная передача стола $\frac{1}{190}$.

Угловые перемещения долбяка и нарезаемого колеса являются расчетными и записываются так: $\frac{1}{z_\delta}$ об. долбяка \rightarrow $\frac{1}{z_n}$ об. нарезаемого колеса.

Уравнение перемещений

$$\frac{1}{z_\delta} \frac{90}{1} \frac{56}{46} \frac{46}{54} \frac{54}{36} i_x \frac{33}{33} \frac{32}{32} \frac{38}{56} \frac{1}{190} = \frac{1}{z_n},$$

откуда $i_x = \frac{ac}{bd} = \frac{2z_\delta}{z_n}$.

По этой формуле определяют передаточное отношение сменных колес гитары деления и подбирают необходимые колеса.

Круговая подача. Круговая подача s , или величина перемещения долбяка по начальной окружности за двойной ход, составляет расчетные перемещения, которые можно записать 1 дв. ход \rightarrow s мм.

Проследим по кинематической схеме станка передачу движений, обеспечивающих заданную подачу: вал XXI, ременная передача $\frac{350}{180}$, вал

VI, червячная передача $\frac{2}{24}$, вал VII, колеса $\frac{44}{50}$, вал VIII, колеса $\frac{45}{40}$, вал IX, колеса $\frac{40}{44}$, вал X, двухскоростная коробка подач i_1 , вал XI, двухскоростная коробка подач i_2 , вал XII, двухскоростная коробка подач i_3 , вал XIII, передача $\frac{36}{54}$, вал XIV, передача $\frac{54}{46}$, вал XV, передача $\frac{46}{56}$, вал XVI, червячная передача $\frac{1}{90}$, штоссель XVII, долбяк.

Уравнение перемещений

$$1 \frac{350}{180} \frac{2}{24} \frac{44}{50} \frac{45}{40} \frac{40}{44} i_1 i_2 i_3 \frac{36}{54} \frac{54}{46} \frac{46}{56} \frac{1}{90} \pi d_\partial = s,$$

где i_1 может быть равно $\frac{46}{36}$ или $\frac{36}{46}$; $i_2 - \frac{46}{36}$ или $\frac{27}{55}$; $i_3 - \frac{41}{41}$ или $\frac{46}{36}$;

d_∂ – диаметр начальной окружности долбяка, мм.

Таким образом, круговую подачу устанавливают с помощью трех подвижных блоков колес в диапазоне от 0,15 до 0,75 мм при диаметре долбяка, равном 100 мм.

Радиальная подача стола. Радиальную подачу при врезании устанавливают дросселем, шкала которого показывает минутную подачу 5 мин, которую можно регулировать бесступенчато в пределах 0,02 — 0,1 мм на двойной ход долбяка. Число проходов и глубину врезания устанавливают кулачками, расположенными на задней стенке станка.

Цикл работы станка. После установки и закрепления заготовки при нажатии кнопки «Пуск» начинается работа станка. При однопроходном цикле обработки стол с заготовкой ускоренно перемещается к долбяку до упора; при этом, стол гидравлическим цилиндром прижат к клиновой ползушке. При упоре стола в ползушку срабатывает гидроклапан выдержки времени, который дает команду на включение радиального врезания. Радиальное врезание происходит со скоростью, установленной дросселем, до тех пор, пока не будет нажат на путевой переключатель конца врезания и подана команда на переключение подачи и включение счетчика. Начинается процесс зубонарезания, стол совершает один оборот. После полного

оборота стола срабатывает счетчик и дает команду на ускоренный отвод клина радиального врезания в исходное положение; счетчик выключается. В исходном положении клин радиального врезания даст команду на ускоренный отвод стола на загрузочную позицию; нарезанное колесо снимают, устанавливают заготовку, и цикл повторяется.

При двух- и трехпроходных циклах обработки устанавливают определенное число упоров глубины врезания; на специальном барабане управления имеются переключатели скорости и круговых подач. После закрепления заготовки и пуска станка работа протекает, как и при однопроходном цикле. После первого оборота стола подача переключается, и врезание происходит до упора кулачка, установленного на барабане, а путевой переключатель, который, срабатывая, включает счетчик и отключает радиальную подачу.

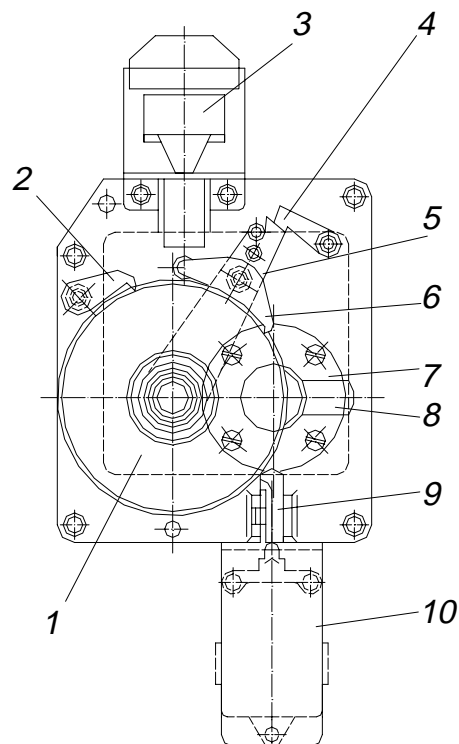


Рис. 11 Счетный механизм станка мод. 5140

Зубодолбежный полуавтомат мод. 5140 имеет механизм (рис. 10) для точного отсчета полного оборота стола (заготовки). Он связан жесткой кинематической цепью со столом станка определенной зависимостью. За то

время, когда стол станка сделает один оборот, фиксирующий диск 7 счетчика сделает также один оборот. Счетный механизм приводится в движение от стола станка. При нарезании заготовки с любым числом зубьев кулачок, приводящий в движение счетный механизм, сделает $\frac{190 \cdot 56}{1 \cdot 38} = 280$ оборотов; при одном обороте кулачка рычаг 5 сделает одно качание и собачкой 6 повернет храповое колесо 1 на $\frac{1}{140}$ оборота (храповое колесо имеет 140 зубьев); далее движение передается через передачу $\frac{1}{2}$ на фиксирующий диск 7, т.е. за два оборота храпового колеса диск 7 совершает один оборот, или один оборот диска 7 равен одному обороту стола $\frac{190 \cdot 56 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 38 \cdot 140 \cdot 2}$.

Один оборот диска 7 отсчитывается с помощью фиксатора 9 и путевого переключателя 10. Собачка 2 фиксирует храповое колесо 1. Счетчик выключается при врезании электромагнитом 3, отводящим собачку 6 от храпового колеса 1; при быстром вращении стола счетчик отключают собачкой 4. При неполных оборотах стола, например, при нарезании зубчатых секторов применяют упор 8, устанавливаемый на диске 7 по заданному углу.

Ускоренное вращение стола. Оно необходимо для проверки биения заготовки и осуществляется по следующей кинематической цепи через муфту обгона М:

$$n_{cm} = 1460 \frac{100 \cdot 100 \cdot 38 \cdot 1}{140 \cdot 140 \cdot 36 \cdot 190} = 2,6 \text{ мин}^{-1},$$

где n_{cm} - ускоренная частота вращения стола.

2.4. Варианты заданий

Варианты заданий приведены в табл. 7 и табл. 8.

Таблица 7

Варианты заданий на настройку зубофрезерного станка мод. 5В310

Но- мер вари- анта	Колесо			Фреза			Ско- рость реза- ния, м/мин	Подача верти- каль- ная, мм/об
	Чис- ло зубь- ев	Мо- дуль, мм	Угол на- клона зуба	Диа- метр	Чис- ло захо- дов	Угол подъе- ма винто- вой линии		
1	67	1	20° л	50	1	1° 22'	50	1,2
2	39	1,25	30° л	60	1	1° 30'	48,6	1,5
3	50	1,5	20° п	50	2	2° 28'	31,4	1,2
4	120	3,5	26° 15' л	75	2	3° 5'	39	2
5	60	1,75	20° п	50	1	3° 54'	19	2,5
6	54	1,25	15° л	55	1	2° 18'	28,6	2
7	90	2,5	18° п	65	1	3° 46'	24,7	2,5
8	32	4	20° л	80	2	3° 20'	25,2	0,5
9	40	6,5	27° п	110	1	4° 3'	27	2,25
10	24	8	18° 30' л	125	2	4° 27'	24,8	1,5
11	43	1,25	30° л	50	1	1° 33'	45	2,0
12	48	2	20° п	50	1	3° 54'	26	1,5
13	47	1,25	30° л	50	2	1° 30'	30	2
14	45	1,75	20° л	55	2	3° 20'	35	1,5
15	41	1,25	18° п	50	1	1° 30'	30	2
16	37	2	20° п	50	2	3° 54'	25	1,5
17	35	1,25	30° л	50	1	1° 30'	28	1,2
18	33	1,75	20° п	55	2	3° 54'	35	1,2
19	30	1,25	30° п	50	1	1° 30'	30	2

Продолжение табл.7

Но- мер вари- анта	Колесо			Фреза			Ско- рость реза- ния, м/мин	Подача верти- каль- ная, мм/об
	Число зубьев	Мо- дуль, мм	Угол на- клона зуба	Диа- метр	Чис- ло захо- дов	Угол подъе- ма винто- вой линии		
20	25	2	30° л	55	2	3° 20'	25	1,5
21	24	1,25	15° п	50	1	1° 30'	40	1,2
22	23	2	20° л	55	2	3° 54'	35	2
23	20	1,75	30° п	60	1	2° 28'	30	1,5
24	67	1	20° л	50	1	1° 12'	50	1,2
25	39	1,25	30° л	60	1	1° 30'	48,6	1,5
26	50	1,5	20° п	50	2	2° 28'	31,4	1,2
27	120	3,5	26° 15' л	75	2	3° 5'	39	2
28	60	1,75	20° п	50	1	3° 54'	19	2,5
29	54	1,25	15° л	55	1	2° 18'	28,6	2
30	90	2,5	18° п	65	1	3° 46'	24,7	2,5
31	48	1	0	90	2	1° 20'	34,2	1
32	60	1,5	0	90	1	2°	28,2	1,5
33	160	2	0	70	2	3° 32'	36,3	2
34	32	2,5	0	65	1	2° 28'	24,8	1
35	78	3	0	80	1	2° 22'	25	2
36	36	3,5	0	75	2	6° 7'	23,6	1,25
37	65	3,5	0	95	1	2° 20'	29,8	3
38	70	4,5	0	100	2	5° 45'	38	1,5

Окончание табл.7

Номер варианта	Колесо			Фреза			Скорость резания, м/мин	Подача вертикальная, мм/об
	Число зубьев	Модуль, мм	Угол наклона зуба	Диаметр	Число заходов	Угол подъема винтовой линии		
39	38	4	0	80	1	3° 6'	25,1	1,5
40	42	4,5	0	85	1	3° 20'	32,4	1,75
41	30	3,5	0	75	1	1° 22'	25	0,1
42	35	4,5	0	85	1	1° 30'	32	0,15
43	40	5	0	90	1	2° 28'	30	0,2
44	45	6	0	105	1	3° 5'	30	0,25
45	50	3,5	0	75	1	3° 54'	30	0,3
46	55	4	0	80	2	2° 18'	30	0,35
47	60	4,5	0	85	2	3° 46'	35	0,4
48	65	5	0	90	2	3° 20'	25	0,45
49	70	5,5	0	100	1	4° 3'	25	0,5
50	75	2	0	50	1	4° 27'	30	0,1

2.5. Пример настройки зубодолбежного станка

Требуется настроить зубодолбежный станок на нарезание цилиндрического зубчатого колеса наружного зацепления, у которого модуль $m = 2,5$ мм, число зубьев $z_k = 72$, длина зуба $b = 30$ мм. Материал заготовки – сталь 45, число зубьев долбяка $z_d = 35$. Нарезание колеса выполняется за один проход. Круговая подача $S_{кр} = 0,23$ мм/2.х.

Настройка цепи главного движения.

По справочнику технолога-машиностроителя назначаем скорость резания

$V = 25$ м/мин., тогда частота двойных ходов долбяка будет

$$n = \frac{1000V}{2L} = \frac{1000 \cdot 25}{2 \cdot 34} = 367 \text{ дв.х/мин.},$$

где $L = b + h = 30$ мм + 4 мм = 34 мм – длина хода штоселя с долбяком;
 h – длина резания и перебега долбяка.

Корректируем найденное значение частоты двойных ходов по ряду частот двойных ходов станка в сторону уменьшения $n_{\text{ст}} = 315$ дв.х/мин.

Вычисляем фактическую скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{2Ln_{\text{ст}}}{1000} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 315}{1000} = 21,4 \text{ м/мин.}$$

Воспользуемся расчетным уравнением для определения частоты двойных ходов долбяка в минуту

$$1460 \cdot \frac{100}{140} \cdot 0,985 \cdot \frac{39}{49} \cdot \frac{180}{350} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = 315,$$

$$\text{отсюда } i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = \frac{315 \cdot 140 \cdot 49 \cdot 350}{1460 \cdot 100 \cdot 0,985 \cdot 39 \cdot 180} = 0,76,$$

где i_1, i_2, i_3 , – передаточные отношения групповых передач А, В и С (рис. 10),

$$i_1 = \frac{34}{34} \text{ или } \frac{39}{49}; \quad i_2 = \frac{44}{44} \text{ или } \frac{34}{54}, \text{ или } \frac{39}{49}; \quad i_3 = \frac{29}{50} \text{ или } \frac{43}{45};$$

Принимаем $i_2 = 1 = \frac{44}{44}$; тогда $i_1 \cdot i_3 = 0,76$; отсюда $i_1 = \frac{39}{49}$; $i_3 = \frac{43}{45}$; проверяем

правильность включения блоков шестерен

$$i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = \frac{39}{49} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{43}{45} = 0,76.$$

Таким образом, подвижный блок А должен быть передвинут влево, чтобы в зацеплении находились зубчатые колеса с числами зубьев 39 и 49; подвижный блок В – колеса 44–44 и, наконец подвижный блок С – колеса 43–55. В цепи главного движения долбяка сменных зубчатых колес нет, поэтому настройку на нужную скорость резания $V = 21,4$ м/мин проводим переключением указанных блоков шестерен.

Настройка цепи деления.

Вычисляем передаточное отношение зубчатых колес гитары деления по формуле

$$i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{2z_d}{z_k}; \quad \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 35}{72} = 0,972; \quad (1)$$

Подбираем числа зубьев колес a, b, c, d так, чтобы выполнялось равенство (1). Получим один из возможных вариантов $\frac{972}{1000} = \frac{27 \cdot 36}{40 \cdot 25}$;
 $a_1 = 27; b_1 = 40; c_1 = 36;$

Проверяем числа зубьев на сцепляемость $d_1 = 25$

$$a_1 + b_1 \geq c_1 + (15 \div 20); \quad 27 + 40 \geq 36 + 20; \quad 67 \geq 56$$

$$c_1 + d_1 \geq b_1 + (15 \div 20); \quad 36 + 25 > 40 + 20; \quad 61 > 60$$

Таким образом, сцепляемость зубчатых колес обеспечивается.

Настройка цепи круговой подачи.

Воспользуемся уравнением

$$1 \cdot \frac{350}{180} \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{44}{50} \cdot \frac{45}{40} \cdot \frac{40}{44} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{46} \cdot \frac{46}{56} \cdot \frac{1}{90} \cdot \pi d_d = S_{кр} \quad (2)$$

где $d_d = mz_d = 2,5 \text{ мм} \cdot 35 = 87,5 \text{ мм}$ – диаметр делительной окружности долбяка.

Из уравнения (2) находим произведение передаточных отношений $i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$ групповых передач D, E, Ж.

$$i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = \frac{0,23 \cdot 180 \cdot 24 \cdot 50 \cdot 44 \cdot 54 \cdot 46 \cdot 56 \cdot 90}{\pi d_d \cdot 350 \cdot 2 \cdot 44 \cdot 45 \cdot 40 \cdot 36 \cdot 54 \cdot 46 \cdot 1} = 0,8.$$

По кинематической схеме станка находим $i_1 = \frac{46}{36}$ или $\frac{36}{46}$ (блок D),

$$i_2 = \frac{46}{36} \text{ или } \frac{27}{55}; \quad i_3 = \frac{41}{41} \text{ или } \frac{46}{36}. \text{ Выбираем } i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = \frac{46}{36} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{46}{36} = 0,8.$$

Следовательно, у блока D включены колеса 46–36, у блока E – колеса 27–55 и у блока Ж – колеса 46–36.

Таблица 8

Варианты заданий на настройку зубодолбежного станка мод. 5140

№	Кол-во зубьев нарез. колеса, z	Мо- дуль m	Диа- метр делит. окруж- ности	Дли- на зуба коле- са b , мм	Вы- ход дол- бяка h , мм	Ско- рость реза- ния, V , м/ми- н	Круго- вая подача $S_{кр}$, $\frac{мм}{2.х.}$	Кол- во прохо- дов, i	Частота двойных ходов долбяка $n_{2.х./мин}$
1	20	2	100	40	6,5	30	0,12	1	-
2	100	2,25	101,25	42	4	18,4	0,10	2	-
3	85	1,25	100	25	4	24,6	0,15	1	-
4	80	1,75	75,25	25	5	-	0,2	1	400
5	72	2,5	75	15	5	-	0,24	2	500
6	35	2,5	75	20	3,5	-	0,30	2	315
7	40	3,0	75	30	4	-	0,37	3	200
8	65	3,0	75	35	4	24,6	0,46	3	-
9	75	2,5	75	40	5	28,3	0,24	2	-
10	80	2,25	101,25	40	3,5	-	0,2	2	200
11	90	2	100	20	3	-	0,15	1	315
12	100	1,75	101,5	20	3,25	-	0,12	1	400
13	74	2,5	75	25	5	-	0,10	1	500
14	24	3,5	180	20	4	-	0,12	1	200
15	25	1,5	90	18	5	14,5	0,15	2	-
16	28	3,0	150	40	6	-	0,20	3	400
17	30	2,0	100	18	4	-	0,24	1	500
18	31	2,25	112,5	20	5	10	0,30	1	-
19	36	3,0	105	22	6	-	0,37	3	315
20	39	3,5	105	24	4	-	0,46	3	400
21	40	4,0	106	25	5	36	0,10	3	-
22	43	2,5	75	20	6	22	0,12	1	-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Металлорежущие станки и автоматы / Под ред. А.С. Проникова.– М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
2. Металлорежущие станки / Под ред. Н.С. Ачеркана: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1965.
3. Пуш В.Э. Конструирование металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1977. – 392 с.
4. Детали и механизмы металлорежущих станков / Под ред. Д.Н. Решетова. В 2 т. – М.: Машиностроение, 1972. –1184 с.
5. Колев Н.С., Красниченко Л.В., Никулин Н.С. и др. Металлорежущие станки. М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.

Оглавление

Введение	3
Пояснения и методические указания по выполнению контрольной работы	
№ 1. Наладка токарно-револьверного автомата 1Б136.....	4
1.1. Назначение и область применения автомата 1Б136.....	4
1.2. Кинематическая схема автомата 1Б136.....	5
1.3. Общие указания по наладке автомата	10
1.4. Последовательность расчета наладки автомата	11
2. Контрольная работа № 2	30
2.1. Настройка зубофрезерного полуавтомата модели 5К32	30
2.2. Настройка зубофрезерного станка модели 5В310.....	39
2.3. Настройка зубодолбежного станка модели 5140	49
2.4. Варианты заданий.....	54
2.5. Пример настройки зубодолбежного станка	57
Библиографический список	61

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Составители:

ГУСЕВ Владимир Григорьевич
ЖАРКОВ Владимир Николаевич

Редактор-корректор
Компьютерная верстка Е.Г. Радченко

ЛР № 020275. Подписано в печать 10.01.03.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

УДК. 621.9.06 (075)

Рецензент

Доктор технических наук,
профессор Владимирского государственного университета
Р.А. Тихомиров

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Металлорежущие станки: Метод. указания к выполнению контрольных работ № 1 и 2 для студентов-заочников специальности 120100/Владим. гос. ун-т; Сост.: В.Г. Гусев, В.Н. Жарков. Владимир, 2003 – 64 с.

Приведены методические указания, пояснения и конкретные примеры наладки токарно-револьверного автомата 1Б136 и широко распространенных в машиностроении моделей зубообрабатывающих станков, а также варианты заданий на выполнение контрольных работ № 1 и 2.

Предназначены для студентов заочной формы обучения по специальности 120100 – «Технология машиностроения». Направление подготовки дипломированного специалиста 130000 – «Машиностроительные технологии и оборудование» в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования 2000 г.

Табл. 8. Ил. 11. Библиогр.: 5.

УДК. 621.9.06 (075)