

Н.А. Можин

Сборник лабораторных работ
по оборудованию механообрабатывающего
производства



Иваново 2010

Министерство образования и науки Российской Федерации Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования «Ивановская государственная текстильная академия» (ИГТА)

Н.А. Можин

Сборник лабораторных работ по оборудованию механообрабатывающего производства

Рекомендовано научно-методическим советом ИГТА

в качестве учебного пособия для студентов направления

подготовки 150400 Технологические машины и оборудование

Иваново 2010

УДК 621.96:621.002.2

Можин, Н.А. Сборник лабораторных работ по оборудованию механообрабатывающего производства: учебное пособие / Н.А. Можин. -Иваново: ИГТА, 2010. - 104 с.

В учебном пособии представлено содержание лабораторных работ по оборудованию механообрабатывающего производства, последовательность их выполнения, порядок и методика расчета органов настройки. Приведено описание конструкции оборудования в целом и отдельных узлов и механизмов. Отмечены последовательность и особенности наладки.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 150400 Технологические машины и оборудование.

Рецензенты:

кафедра технологии автоматизированного машиностроения Ивановского государственного энергетического университета (заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф. В.А. Полетаев);

д-р техн. наук, профессор кафедры технической и экспериментальной физики Ивановского государственного университета А.Г. Наумов

Научный редактор д-р техн. наук, проф. М.Ю.Куликов Редактор Т.В. Федорова Корректор Н.Е. Балыкова

Подписано в печать 14.12.2010. Формат 1/16 60 х 84. Бумага писчая.

Плоская печать. Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,0.

Тираж 200 экз. Заказ № 305

Редакционно-издательский отдел

Ивановской государственной текстильной академии

153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21

Отпечатано в ОАО «Информатика» 153032 г. Иваново, ул. Ташкентская, 90

13ВЫ 978-5-88954-339-8

© Ивановская государственная
текстильная академия, 2010

Лабораторная работа № 1

Настройка универсально-фрезерного станка на нарезание цилиндрического зубчатого колеса с винтовыми зубьями

1. Цель работы

Изучить особенности настройки универсально-фрезерного станка на нарезание винтовых зубьев цилиндрических зубчатых колес методом копирования.

2. Материальное оснащение работы

Для выполнения данной работы требуется следующее оборудование и оснастка:

- универсально-фрезерный станок модели 6Н81;
- универсальная делительная головка модели УДГ-100;
- дисковая модульная фреза модуля $m = 3$ мм;
- оправка с простановочными кольцами для установки фрезы;
- набор сменных зубчатых колес;
- заготовка цилиндрического зубчатого колеса;
- штангенциркуль.

3. Задание

Работа рассчитана на двухчасовое занятие. Для заданного преподавателем варианта (табл. 1.1) выполнить необходимые расчеты, произвести настройку станка и фрезеровать 4-5 впадин колеса.

Исходные данные для выполнения работы представлены в табл. 1.1.

4. Содержание работы

В данной работе нарезание винтовых зубьев цилиндрического зубчатого колеса производится на универсально-фрезерном станке 6Н81 методом копирования с помощью универсальной делительной головки УДГ-100.

Таблица 1.1

Параметры нарезаемого зубчатого колеса

№ вари- анта	Нормаль- ный модуль m_n , мм	Число зубьев z	Диаметр дели- тельной окруж- ности d_d , мм	Диаметр окруж- ности выступов D_e , мм	Шаг винто- вой канавки $P_{нар}$, мм	Направле- ние наклона зубьев
1	3	33	113,2	119,2	640	правое
2	3	37	123	129	800	правое
3	3	37	121,7	127,7	840	правое
4	3	47	157	163	1200	правое
5	3	43	142	148	960	правое
6	3	39	127	133	960	правое
7	3	52	171	177	1200	правое
8	3	49	157	163	1440	правое
9	3	43	142	148	1200	правое
10	3	39	123	129	1200	правое

Сущность метода копирования заключается в копировании на обрабатываемой заготовке профиля режущей части зубообрабатывающего инструмента. При этом методе зубонарезания режущая часть зубообрабатывающего инструмента должна иметь профиль, соответствующий профилю впадины между зубьями нарезаемого колеса в нормальном сечении.

В этой работе в качестве зубообрабатывающего инструмента используется фасонная дисковая модульная фреза. Теоретически для каждого числа зубьев нарезаемого колеса требуется своя фреза. Практически же дисковые фрезы изготавливаются наборами из 8 или 15 штук для каждого модуля. Причем, каждая фреза, входящая в набор, предназначена для нарезания колес в определенном диапазоне чисел зубьев. Это приводит к дополнительным погрешностям профиля зубьев нарезаемых колес.

После прорезания каждой впадины между зубьями заготовка колеса поворачивается на требуемый угол, соответствующий шагу между

ними, и фрезеруется следующая впадина. И так последовательно фрезеруются все впадины между зубьями нарезаемого колеса.

Поворот заготовки на требуемый угол после прорезания каждой впадины осуществляется с помощью делительной головки УДГ-100, общий вид которой представлен на рис. 1.1.

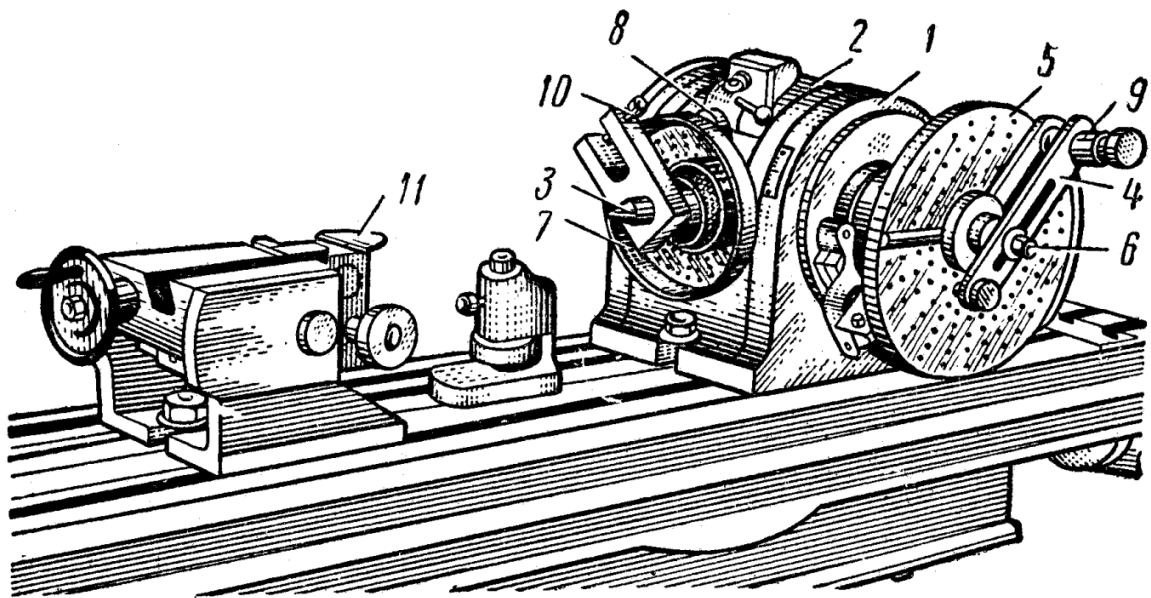


Рис. 1.1. Общий вид универсальной делительной головки УДГ-100: 1- корпус, 2- поворотная часть, 3 – шпиндель, 4 – рукоятка, 5 – делительный диск, 6 – валик, 7- диск непосредственного деления, 8,9 – штифты, 10 – поводок, 11 – задняя бабка

Наличие погрешности деления на требуемый угол у делительной головки вызывает образование больших погрешностей по шагу зубьев.

Метод копирования обладает также низкой производительностью из-за больших затрат вспомогательного времени для поворота заготовки на требуемый угол после прорезания каждой впадины между зубьями.

Однако метод копирования имеет и существенные достоинства, а именно: применение универсального оборудования и относительно простого и дешевого режущего инструмента. Поэтому он широко применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

Получение винтового зуба колеса обеспечивается продольным перемещением и одновременным вращением заготовки, закрепленной в

делительной головке. Оба эти движения согласуются таким образом, чтобы за время продольного перемещения на величину шага винтовой линии, заготовка совершила один оборот. Для этого вращательное движение заготовки осуществляется через гитару сменных зубчатых колес от ходового винта продольной подачи (рис. 1.2).

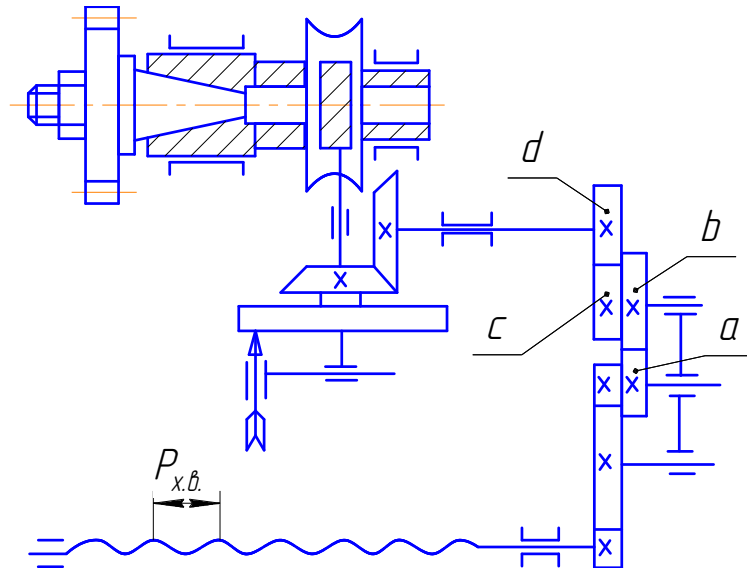


Рис. 1.2. Схема настройки делительной головки на фрезерование винтового зуба

Для определения числа зубьев сменных зубчатых колес гитары используют уравнение кинематического баланса:

$$\frac{Z_a}{Z_b} \cdot \frac{Z_c}{Z_d} = \frac{N \cdot P_{х.в.}}{P_{нар.}}, \quad (1.1)$$

где Z_a , Z_b , Z_c , Z_d – числа зубьев сменных зубчатых колес гитары;

$P_{х.в.}$ – шаг ходового винта продольной подачи в мм;

$P_{нар.}$ – шаг фрезеруемой винтовой канавки в мм;

N – характеристика делительной головки, численно равная обратной величине ее общего передаточного отношения (для головки УДГ-100 $N = 40$).

Для получения правильного профиля канавки фрезу необходимо ориентировать относительно канавки так, чтобы ее ось лежала в плоскости, перпендикулярной к развертке винтовой линии, то есть в нормальном сечении зуба колеса. Чтобы выполнить это условие, нужно

повернуть стол станка вместе с установленной на нем заготовкой на угол равный углу наклона винтовой канавки β , который определяется из формулы:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi \cdot d_{\partial}}{P_{\text{нар.}}}, \quad (1.2)$$

где d_{∂} – диаметр делительной окружности нарезаемого зубчатого колеса;

$P_{\text{нар.}}$ – шаг винтовой канавки.

Поскольку винтовые канавки имеют правое и левое направление, то и стол станка должен быть повернут соответственно: для фрезерования правых винтовых канавок – против часовой стрелки, а для фрезерования левых канавок – по часовой стрелке (если смотреть сверху).

Поворот заготовки на требуемый угол вокруг ее оси можно производить в универсальной делительной головке несколькими методами деления: методом непосредственного (прямого) деления, методом простого деления, методом дифференциального деления и другими методами.

При непосредственном методе деления червяк 1 (рис. 1.3) выводят из зацепления с червячным зубчатым колесом 12, после чего шпиндель головки поворачивают рукой за диск 8. Отсчет поворота производят при помощи отверстий, просверленных на тыловой стороне диска 8. Этот метод деления применяют при делении окружности на малое число частей.

При простом методе деления шпиндель головки и заготовку, соединенную с ним, поворачивают на заданный угол с помощью передаточного механизма вращением рукоятки 4 при неподвижном делительном диске 6 (рис. 1.3). Одному обороту рукоятки соответствует поворот шпинделя на $1/N$ оборота, где N – характеристика делительной головки (см. выше).

Отсчет угла поворота рукоятки производится по делительному диску, на торце которого, на концентрических окружностях просверлены отверстия с равным расстоянием между центрами. Число отверстий на 22 различных окружностях делительного диска изменяется от 24 до 66.

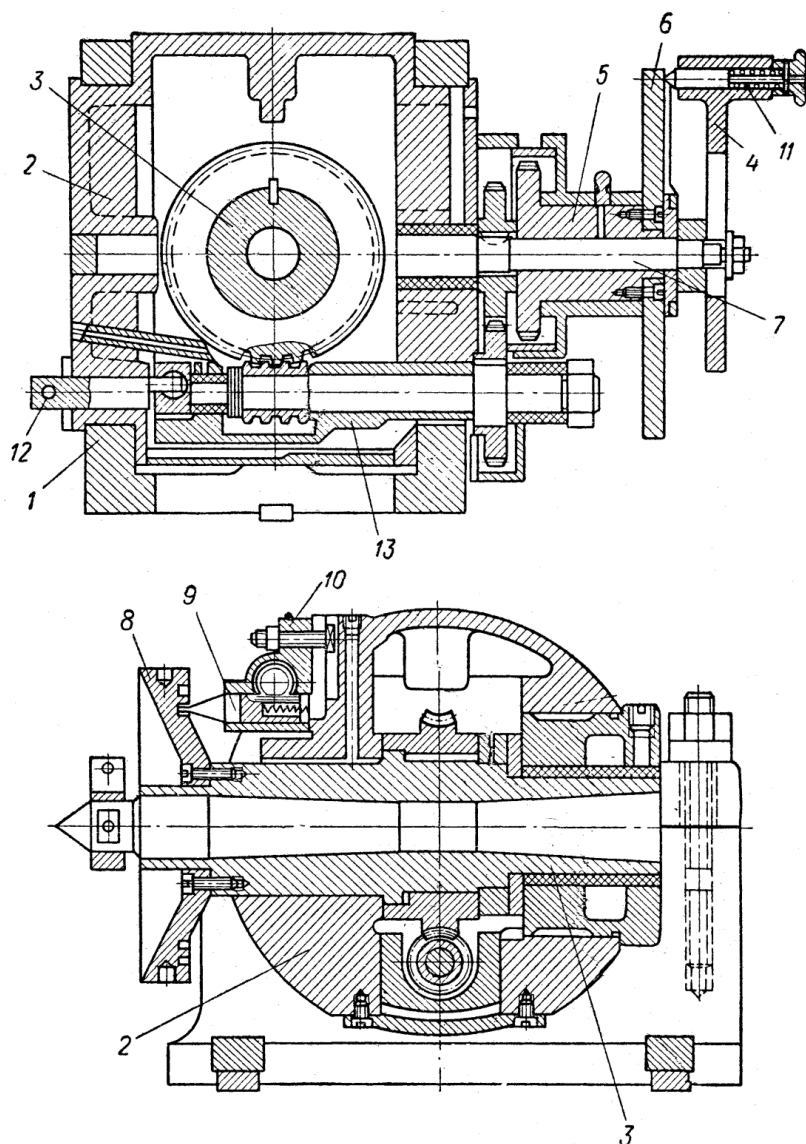


Рис.1.3. Разрез универсальной делительной головки:
 1 – корпус, 2 – поворотная часть, 3 – шпиндель, 4 – рукоятка,
 5 – зубчатое колесо, 6 – делительный диск, 7 – валик,
 8 – диск непосредственного деления; 9 – штифт, 10 – опора
 червяка, 11 – червяк, 12 – червячное колесо

Для поворота заготовки зубчатого колеса на один шаг между зубьями нужно повернуть рукоятку делительной головки относительно неподвижного делительного диска (рис. 1.3) на число оборотов n_p , которое определяется по формуле:

$$n_p = N / Z, \quad (1.3)$$

где Z – число зубьев нарезаемого колеса (число делений).

При дифференциальном методе деления шпиндель головки и соединенную с ним заготовку, как и при простом методе деления, поворачивают на требуемый угол с помощью передаточного механизма вращением рукоятки 4 (рис. 1.3), но в отличие от простого деления, при подвижном делительном диске 6. В этом случае стопор, тормозящий делительный диск, освобождается, а делительному диску сообщается дополнительный поворот от шпинделя головки через набор сменных шестерен и коническую зубчатую передачу. Этот метод деления применяют при делении на простые числа, которые не разлагаются на множители и которые отсутствуют на делительных дисках, например 51, 61, 67, 73 и так далее.

При нарезании винтовых зубьев зубчатого колеса деление заготовки методом дифференциального деления производить нельзя, так как невозможно одновременно установить на головку две гитары сменных зубчатых колес.

Поэтому для деления заготовки обрабатываемого зубчатого колеса на заданное число зубьев в данной работе применяется метод простого деления.

При настройке делительной головки на простое деление число оборотов рукоятки, полученное по формуле (1.3), может быть в виде целого числа, правильной или смешанной дроби.

Получение целых чисел оборотов рукоятки не вызывает затруднений, так как фиксатор рукоятки должен устанавливаться в одно и то же отверстие делительного диска после нужного количества целых оборотов на любом из рядов отверстий делительного диска.

При получении требуемого числа оборотов рукоятки в виде дробного числа, его необходимо преобразовать так, чтобы знаменатель дроби был равен числу отверстий одного из рядов, имеющихся на делительном диске.

Если обозначить через n_u – целое число оборотов рукоятки, n_n – число промежутков между отверстиями, отсчитываемыми на делительном диске, n_o – число отверстий выбранного ряда делительного диска, то формулу настройки (3) получим в другом виде:

$$n_u + \frac{n_n}{n_o} = \frac{N}{Z} \quad (1.4)$$

Следовательно, для того чтобы произвести деление на требуемое число Z , нужно повернуть рукоятку на $n_{ц}$ целых оборотов и дополнительно на $n_{п}$ промежутков между отверстиями ряда делительного диска с числом отверстий n_0 .

Для удобства отсчета числа промежутков на делительном диске имеется установочный раздвижной сектор (рис. 1.4).

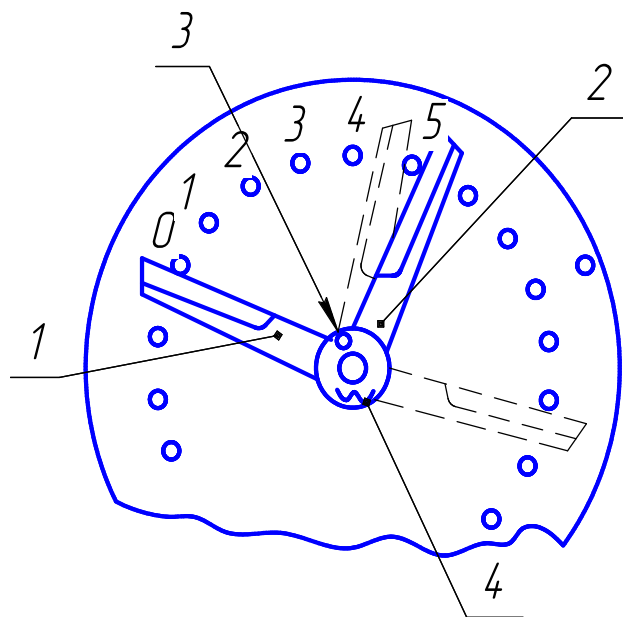


Рис. 1.4. Схема установки отсчетных линеек

После того как определен делительный ряд отверстий и найдено число промежутков, на который нужно установить фиксатор рукоятки, производится установка раздвижного сектора, состоящего из двух отсчетных линеек 1 и 2 и зажимного винта 3, с помощью которого линейки крепятся под любым углом. Пружина 4 удерживает сектор от произвольного поворота.

Отсчитывая число отверстий, заключенное между узкими гранями следует помнить, что оно должно быть на единицу больше числа промежутков, полученного по формуле (1.4).

Во избежание возможных ошибок деления рекомендуется поворачивать сектор сразу же после перестановки рукоятки фиксатором.

5. Конструкция станка 6Н81

Станок модели 6Н81 (рис. 1.5) состоит из следующих основных частей и узлов: А - станина с коробкой скоростей и шпиндельным узлом; Б - хобот с подвесками; В - дополнительная связь консоли с хоботом; Г - поворотная часть стола; Д - поперечные салазки; Е - стол; Ж - консоль с коробкой подач; З - основание с резервуаром для охлаждающей жидкости.

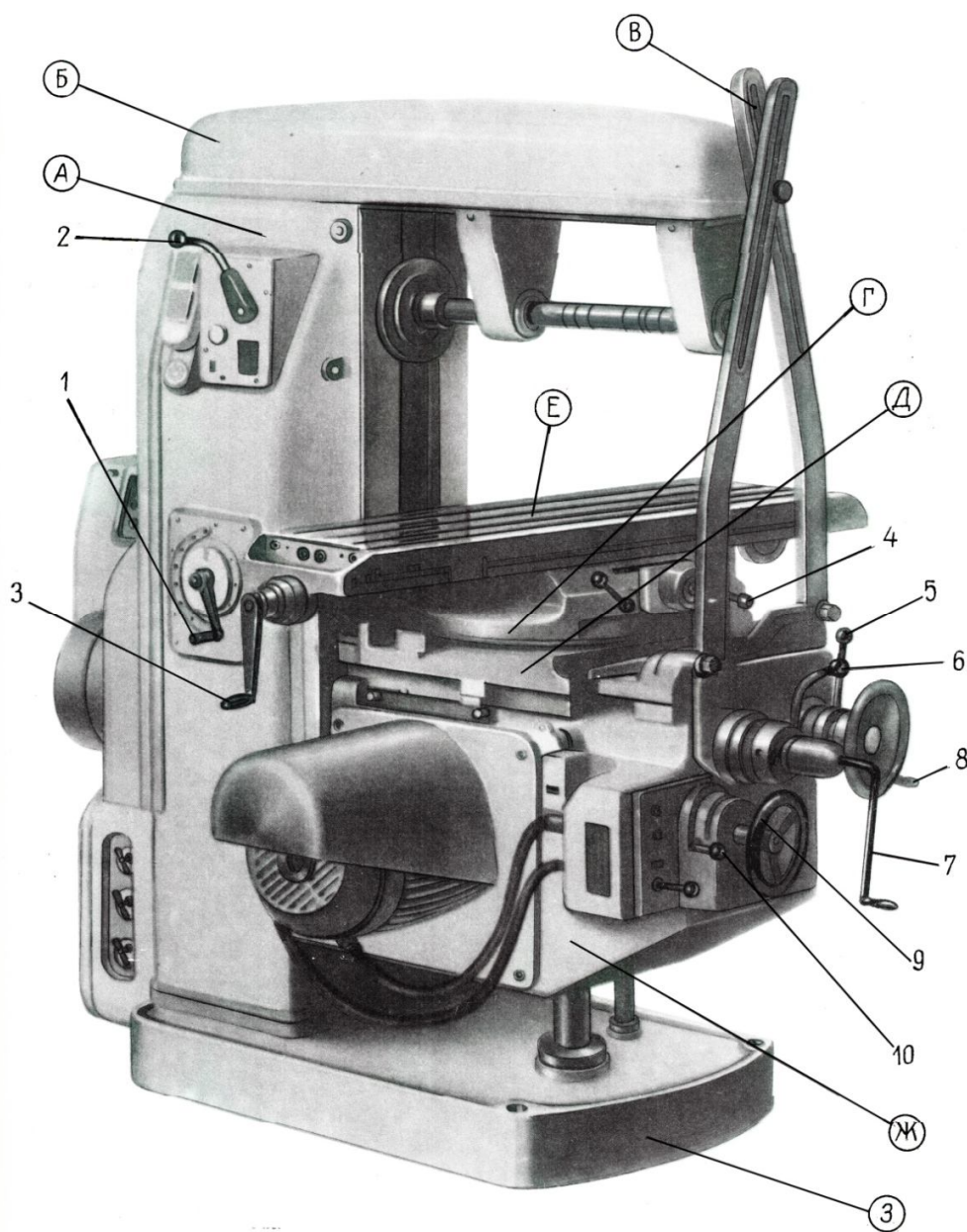


Рис. 1.5. Общий вид станка 6Н81.

Станок имеет следующие органы управления:

- 1 – рукоятка переключения коробки скоростей;
- 2 – рукоятка включения перебора шпинделя;
- 3 – рукоятка ручного продольного перемещения стола;
- 4 – рукоятка управления продольной подачей стола;
- 5 – рукоятка управления поперечной подачей;
- 6 – рукоятка управления вертикальной подачей;

- 7 – рукоятка ручного вертикального перемещения стола;
- 8 – маховичок ручного поперечного перемещения стола;
- 9 – маховичок установки подачи стола;
- 10 – рукоятка переключения перебора коробки подач.

6. Порядок выполнения работы

6.1. Назначить режим резания, пользуясь следующими нормативами элементов режима зубофрезерования:

глубина фрезерования $t = 2,2 \cdot m$ (мм);

скорость резания $V = 20-35$ м/мин;

подача на зуб фрезы $S_Z = 0,03-0,07$ мм/зуб.

6.2. Рассчитать частоту вращения шпинделя станка n по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} \text{ мин}^{-1}, \quad (1.5)$$

где V – скорость резания в м/мин;

D_ϕ – наружный диаметр зубьев фрезы в мм.

6.3. Скорректировать найденную величину n по станку (выбрать ближайшую величину n_∂ по станку) и рассчитать действительную

скорость резания по формуле: $V_\partial = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot n_\partial}{1000} \text{ м/мин}$ (1.6)

6.4. Рассчитать минутную подачу стола станка по формуле

$$S_M = n_\partial \cdot Z_\phi \cdot S_Z \text{ мм/мин}, \quad (1.7)$$

где Z_ϕ – число зубьев фрезы.

6.5. Скорректировать по станку подачу S_M .

6.6. По формуле (3) определить число оборотов рукоятки делительной головки, необходимое для поворота заготовки на один зуб, преобразовать его по формуле (4) и настроить раздвижной сектор.

6.7. По формуле (1) определить числа зубьев сменных шестерен, а, б, с, d гитары, учитывая что к станку прилагается набор шестерен имеющих следующее число зубьев 100, 90, 80, 70, 60, 55, 50, 40, 35, 30, 25, 20. Для станка 6Н81 $P_{х.в.} = 6$ мм.

6.8. Проверить сменные зубчатые колеса на сцепляемость:

$$Z_a + Z_b > Z_c + 15 \quad (1.8)$$

$$Z_c + Z_d > Z_b + 15 \quad (1.9)$$

6.9. По формуле (1.2) рассчитать угол поворота стола.

6.10. Установить заготовку на оправку и закрепить ее в делительной головке.

6.11. Установить и закрепить фрезу.

6.12. Повернуть стол станка на требуемый угол.

6.13. Установить сменные зубчатые колеса гитары и ограждение.

6.14. Настроить станок на требуемый режим резания.

6.15. Фрезеровать 4...5 впадин зубчатого колеса.

6.16. Проконтролировать окружной шаг обработанных зубьев.

7. Содержание отчета

7.1. Наименование работы.

7.2. Цель работы.

7.3. Условия выполнения работы (модели станка и приспособлений, тип режущего инструмента, вид заготовки, параметры зубчатого колеса).

7.4. Расчет режима резания.

7.5. Кинематическая схема настройки делительной головки.

7.6. Расчет сменных зубчатых колес гитары, угла поворота стола β , числа оборотов рукоятки делительной головки n_p .

7.7. Выводы.

Лабораторная работа № 2

Настройка зубофрезерного станка на обработку цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом

1. Цель работы

Ознакомление с особенностями настройки зубофрезерного станка на обработку цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом.

2. Материальное оснащение работы

2.1. Зубофрезерный станок модели 5К32А.

2.2. Червячная фреза $m = 3$.

2.3. Оправка.

2.4. Заготовка.

3. Задание

Выполнить необходимые расчеты, произвести настройку станка и фрезеровать зубья колеса по данным одного из вариантов, приведенных в табл. 2. Вариант назначается преподавателем.

Таблица 2.1

№ вари- анта	Материал заготовки	Модуль	а	б	в	г	д	е
			Число зубьев колеса					
1	Сталь 45	2	33	38	43	48	53	58
2	—//—	2,5	35	40	45	50	55	60
3	—//—	3,0	32	37	42	47	52	-
4	—//—	3,5	25	30	34	40	45	-
5	Серый чугун	2,5	36	42	48	54	60	66
6	—//—	2,5	34	40	46	52	57	62
7	—//—	3,0	38	43	48	53	58	63
8	—//—	3,5	24	29	34	39	44	49

Примечание: Обозначение варианта состоит из цифры и буквы. Например, вариант 2б показывает, что материалом заготовки является сталь 45, модуль нарезаемого колеса $m = 2,5$, число зубьев колеса $Z = 40$.

4. Содержание работы

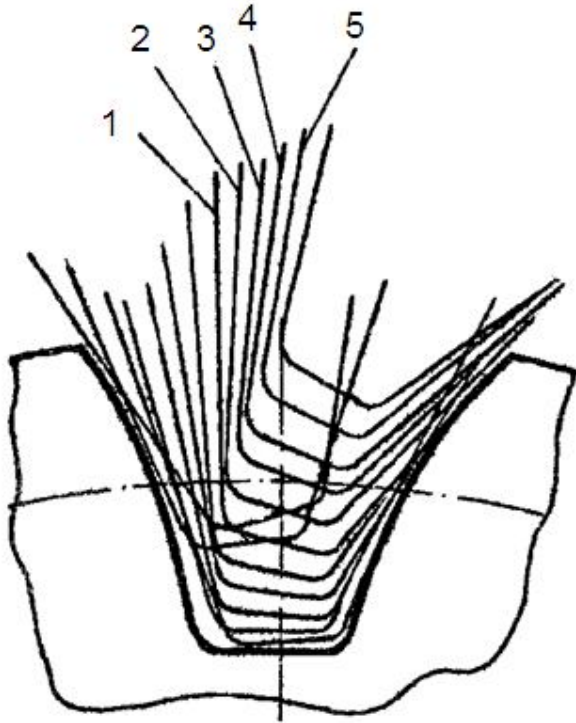


Рис. 2.1. Схема образования профиля зуба методом обкатки

В настоящей работе обработка зубьев производится по методу обкатки, сущность которого заключается в том, что зубья на зубчатом колесе образуются при совместном согласованном вращении (обкатке) режущего инструмента и заготовки.

Из схемы образования профиля зуба методом обкатки, представленной на рис. 2.1, видно, что профиль впадины получается постепенно и состоит из множества прямолинейных участков, образованных зубьями

режущего инструмента. Эти прямолинейные участки накладываются один на другой и

практически образуют не ломаный, а криволинейный профиль зуба.

Одним из наиболее распространенных способов обработки зубьев цилиндрических и червячных зубчатых колес является нарезание зубьев червячными фрезами на зубофрезерных станках.

Червячная фреза представляет собой червяк, имеющий профиль осевого сечения винтовых ниток в виде зубчатой рейки и продольные канавки для образования режущих лезвий. Так как заготовкой червячной фрезы является конволютный червяк, то исходный контур зубчатой рейки представляет собой профиль ее витков в нормальном сечении. Эта особенность учитывается при установке фрезы на станке (рис. 2.2) по отношению к обрабатываемому колесу.

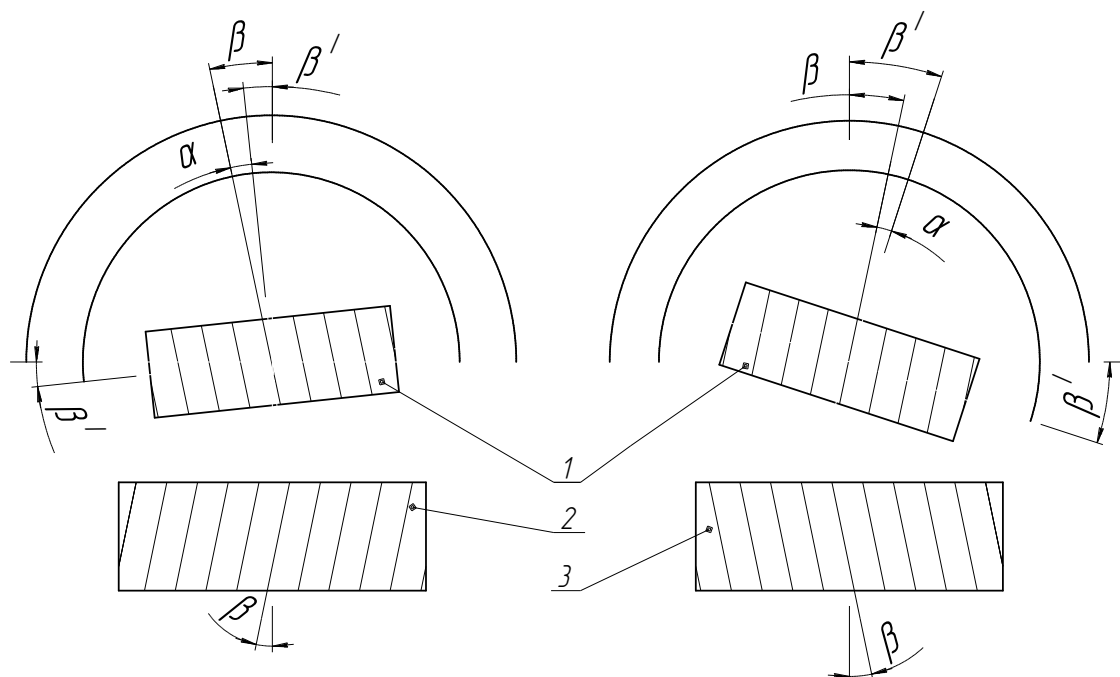


Рис. 2.2. Установка червячной фрезы при зубонарезании цилиндрических косозубых колес: 1 – правозаходная фреза; 2 – правозаходное зубчатое колесо; 3 – левозаходное зубчатое колесо

Зубчатая рейка обеспечивает правильное зацепление с эвольвентными колесами любого числа зубьев, поэтому червячная фреза может нарезать колеса с любым числом зубьев того же модуля и угла зацепления одинаково точно.

В процессе нарезания червячная фреза и нарезаемое колесо находятся в состоянии относительного движения зацепления, соответствующего червячной передаче с передаточным числом

$$i = \frac{n_\phi}{n_z} = \frac{Z}{K_\phi}, \quad (2.1)$$

где n_ϕ и n_z – частота вращения фрезы и заготовки зубчатого колеса в мин^{-1} ;

K_ϕ и Z – число заходов червячной фрезы и число зубьев нарезаемого колеса.

Следует помнить, что число зубьев фрезы Z_ϕ , зависящее от количества продольных окружных канавок, не влияет на передаточное число и следовательно, не должно учитываться при его определении.

При резании червячная фреза вращается и движется поступательно в соответствии с вращением нарезаемого колеса. Зубофрезерование можно производить при продольной, тангенциальной и диагональной подачах. При продольной подаче фреза перемещается вдоль оси обрабатываемого колеса, при тангенциальной – перемещается вдоль собственной оси. Диагональная подача – это сочетание продольной и тангенциальной подач.

При обработке прямозубых цилиндрических колес ось червячной фрезы устанавливается под углом β' к плоскости торца нарезаемого колеса, равным углу подъема нитки фрезы α на ее делительном цилиндре (рис. 2.2). При нарезании косозубых цилиндрических колес ось фрезы устанавливается под углом к торцу колеса, равным сумме угла подъема винтовой нитки фрезы α и наклона зуба нарезаемого колеса β – при разных направлениях винтовых линий фрезы и колеса, и разности этих углов – при одном и том же направлении указанных линий.

На зубофрезерных станках можно производить нарезание зубьев попутным или встречным фрезерованием. При попутном фрезеровании вследствие благоприятных условий стружкообразования повышается период стойкости инструмента на 10-30%. Однако в этом случае требуются более жесткие станки и технологическая оснастка.

5. Конструкция и принцип работы станка 5К32А

Зубофрезерный станок модели 5К32А является полуавтоматом и предназначен для нарезания прямых и наклонных зубьев цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления, а также для нарезания червячных зубчатых колес. Основными его узлами (рис. 2.3) являются станина I, суппортная стойка II, фрезерный суппорт III с кареткой IV, стол VIII с гнездом для оправки, жестко связанная со столом задняя стойка VII, несущий кронштейн VI с центром для фиксации верхнего конца оправки, коробка привода главного движения XIII, коробка подач X, привод быстрых перемещений.

Червячная фреза устанавливается на оправку, которая крепится в шпинделе станка и съёмном подшипнике. При работе с продольной подачей каретка IV фрезерного суппорта перемещается по вертикальным направляющим суппортной стойки II.

Стол VIII станка служит для закрепления на нем заготовок нарезаемых зубчатых колес. Кронштейн VI с центром, расположенным на задней стойке, предназначен для поддержания верхнего конца оправки с целью предохранения ее от деформаций, вызываемых усилиями резания. Этот кронштейн может перемещаться в вертикальном направлении от гидроцилиндра посредством крана управления 36.

Станок 5К32А имеет следующее расположение органов управления:

- 1- отверстие для транспортировки станка;
- 2- переключатель метода фрезерования (попутного или встречного);
- 3- выключатель освещения;
- 4- выключатель охлаждения;
- 5- переключатель циклов;
- 6- лампочка включения вертикальной подачи;
- 7- лампочка выключения радиальной подачи;
- 9- переключатель вращения фрезы;
- 10 - лампочка – «станок включен»;
- 11 - кнопка включения гидронасоса «пуск»;
- 12 - кнопка выключения гидронасоса «стоп»;
- 13 - кнопка включения главного привода «пуск»;
- 14 - кнопка выключения главного привода «стоп»;
- 15 - кнопка «пуск» цикла;
- 16 - кнопка «стоп» цикла;
- 17 - кнопка быстрого подвода стола;
- 18 - кнопка быстрого отвода стола;
- 19 - кнопка включения быстрого хода суппорта «вверх»;
- 20 - кнопка включения быстрого хода суппорта «вниз»;
- 21 - лампочка включения передвижки фрезы;
- 22 - кнопка «пуск» передвижки фрезы;
- 23 - выключатель передвижки фрезы;
- 24 - рукоятка включения и выключения вертикальной подачи;
- 25 - квадрат для ручного перемещения суппорта;
- 25 - манометр;

- 27 - аварийный упор;
- 28 - упор останова быстрого отвода стола;
- 29 - отверстие для транспортировки станка;
- 30 - квадрат для натяжения ременной передачи.
- 31 - упор аварийный;
- 32 - упор выключения быстрого подвода стола;
- 33 - квадрат для ручного перемещения упора;
- 34 - рукоятка фиксирования положения упора стола;
- 35 - квадрат для ручного перемещения стола;
- 36 - кран управления;
- 37 - линейный выключатель.

Основные узлы станка 5K32A

- Гр. 1 - станина;
- Гр. 2 - суппортная стойка;
- Гр. 3 - каретка суппорта;
- Гр. 4 - коробка распределения движения;
- Гр. 5 - коробка подачи;
- Гр. 6 - суппорт;
- Гр. 7 - стол;
- Гр. 8 - контрподдержка;
- Гр. 9 - гидропривод;
- Гр. 10 - кран управления;

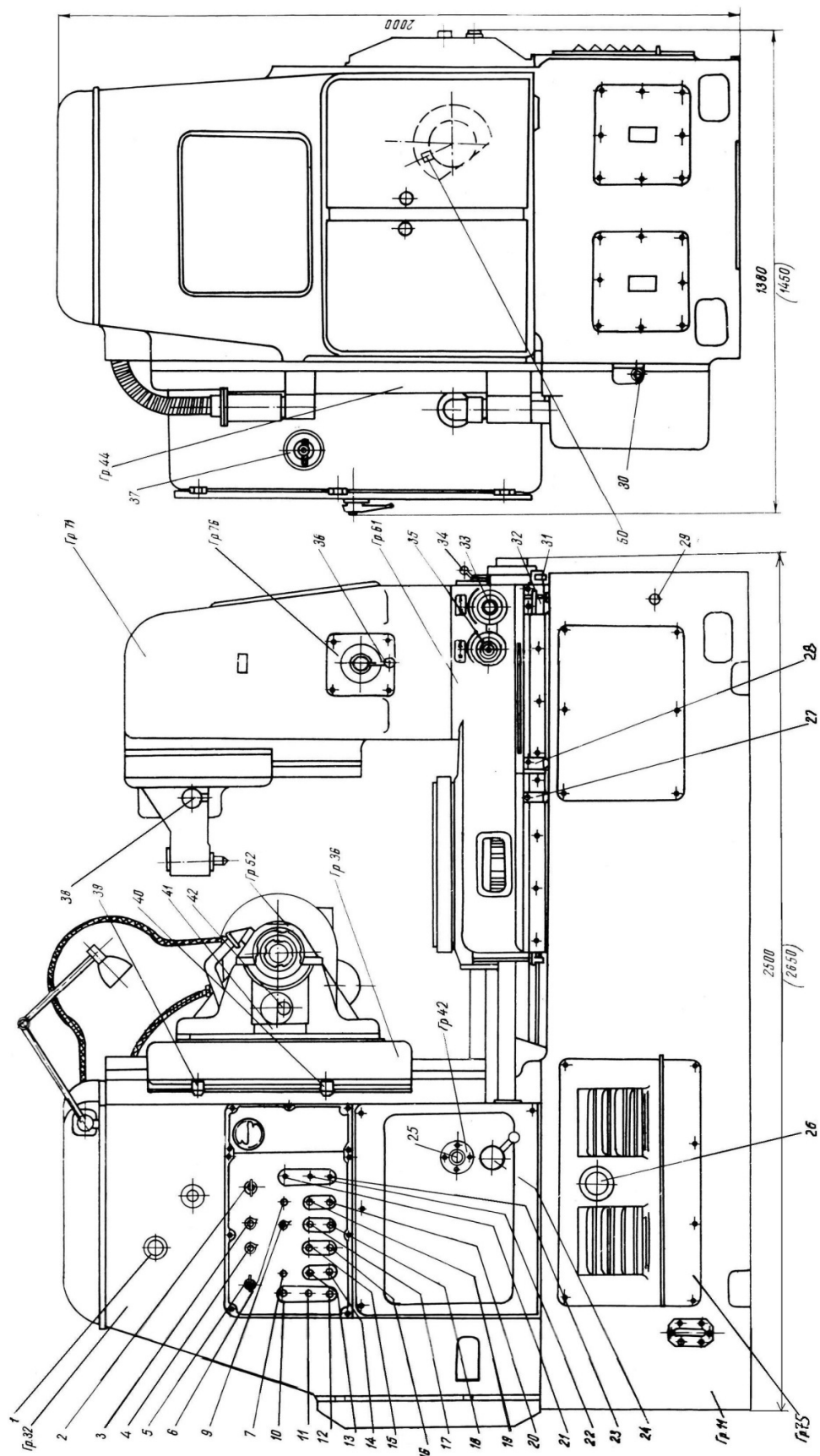


Рис. 2.3. Общий вид зубофрезерного станка 5K32A

Настройка зубофрезерного станка для обработки зубчатых колес сводится к расчету сменных колес и установке их на гитары станка, а также к установке в необходимое положение инструмента относительно обрабатываемой заготовки. Расчетные формулы для определения сменных колес каждой из гитар выводятся из уравнения кинематического баланса соответствующей цепи станка (рис. 2.4).

Главное вращательное движение сообщается червячной фрезе от электродвигателя М1 через клиноременную передачу со шкивами d_1 и d_2 , вал I, гитару скоростей со сменными колесами a_4-b_4 , вал II, конические колеса 1-2, вал III, колеса 3-4, вал IV, колеса 5-6, вал V, колеса 7-8, фрезерный шпиндель.

От вала III через коническую передачу 9-10, вал VII и механизм дифференциала (колеса 11, 12, 13) передается вращение валу VIII, От вала VIII, через колеса 14-15, вал IX, колеса переключения $e-f$, вал X, сменные колеса $a_1-b_1-c_1-d_1$ делительной гитары, вал XI, колеса 16-17, вал XII, колеса 18-19 и червячную передачу 20-21 вращение сообщается столу станка. Таким образом, червячная фреза и несущий нарезаемую заготовку стол станка получают одновременное вращение с определенным соотношением угловых скоростей, настраиваемое посредством сменных колес a_1-d_1 гитары деления.

От вала XI через червячную передачу 22-23, вал XIV, колеса 24-25, вал XV, сменные колеса a_2-b_2 гитары подач, вал XVI, колеса 26-27, вал XVIII, колеса 32-33-34, вал XIX и червячную передачу 35-36 получает вращение ходовой винт XX вертикальной подачи фрезерного суппорта.

Быстрые установочные перемещения рабочих органов станка осуществляются от электродвигателя М2 через звездочки 68-69, вал XVII, колеса 30-31 и вал XVIII, от которого движение распределяется по рассмотренным выше кинематическим цепям к соответствующим механизмам.

Механизм дифференциала, позволяющий складывать или вычитать одно из другого два вращательных движения, включается при нарезании цилиндрических косозубых и червячных колес с тангенциальной подачей, колес с простым числом зубьев и при нарезании колес методом диагональной подачи, то есть когда необходимо сообщить добавочное вращение столу станка.

Технологическими базами при нарезании зубьев колес типа «диск» служат поверхности отверстия и торца. Заготовка зубчатого колеса надевается на оправку, закрепленную на столе и поддерживаемую кронштейном контрподдержки.

Тщательная установка заготовки является первым условием для достижения высокой точности нарезаемых колес. Установка заготовки может быть проверена индикатором, закрепленным на суппорте. Биение по наружному диаметру не должно превышать 0,015 мм для зубчатых колес максимального диаметра 7-й степени точности.

Зубофрезерование на станке 5K32А обычно выполняется в автоматическом цикле, состоящем из ускоренного подвода стола к фрезе, радиального врезания, вертикальной подачи суппорта, ускоренного отвода стола, быстрого перемещения суппорта в исходное состояние.

6. Порядок выполнения работы

6.1. В соответствии с полученным заданием назначить режимы резания: глубину резания – t мм; число проходов – i ; подачу – S мм/об.заг.; скорость резания – V м/мин.

При $m \leq 3$ мм зубья колеса можно нарезать за один проход в этом случае $t = 2,25m$.

S и V находят из соответствующих нормативов, приведенных в табл. 2.2 и 2.3, учитывая, что на станке 5K32А можно устанавливать следующие подачи и частоты вращения фрезы:

$S - 0,80; 1,00; 1,67; 2,00; 2,50; 4,10; 5,00$ мм/об.заг.,
 $n_{\phi} - 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 310$ мин⁻¹.

Для этой цели после определения табличных значений s и n_{ϕ} нужно скорректировать их с вышеприведенными данными станка, определив частоту вращения фрезы из формулы скорости резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\phi}}{1000} \text{ м/мин,} \quad (2.2)$$

где D_{ϕ} – наружный диаметр фрезы в мм.

2. Определить сменные зубчатые колеса гитар скоростей, подач и обкатки, используя буравнения кинематического баланса соответствующих цепей.

Таблица 2.2

Подачи при фрезеровании зубьев цилиндрических
колес червячными модульными фрезами

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Модуль m , мм	Число зубьев колеса Z			
			25	40	70	120
Сталь 45	чистовая	1,5-2 2,5 и выше	0,4-0,6	0,5-0,8	0,6-0,9	0,6-0,9
Сталь 45	черновая	2,5-3	3-4	3-4	3-4	3-4
		3,5 и выше	3-4	3-4	3-4	3-4
Серый чугун	чистовая	1,5-2,5 3 и выше	0,6-1 0,8-1,2	1-1,2 1,2-1,4	1-1,2 1,4-1,8	1-1,2 1,4-2,0
	черновая	3 4	3,5-4,5 3,5-4,5	3,5-4,5 3,5-4,5	3,5-4,5 3,5-4,5	3,5-4,5 3,5-4,5

Таблица 2.3

Скорость резания

Подача на один оборот заготовки	Скорость резания, м/мин при модуле нарезаемого колеса			
	2	2,5	3	3,5
0,75	52	58	64	70
1,0	40	45	50	54
1,25	33	37	41	44
1,5	27	31	34	37
2,25	19	22	24	26
2,75	-	19	20	22
3,0	-	-	19	20

В общем случае уравнения кинематического баланса имеют следующий вид:

а) Цепь главного движения

$$n_{\phi} = n_{\partial в} \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot 0.985 \cdot X_4 \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8}, (2.3)$$

где $n_{\partial в} = 1460 \text{ мин}^{-1}$ – частота вращения вала электродвигателя;

0,985 – коэффициент, учитывающий упругое скольжение ременной передачи;

$X_4 = Z_{a4}/Z_{b4}$ – передаточное отношение сменных колес гитары скоростей.

б) Цепь подачи

Расчетными перемещениями будут: 1 оборот стола с заготовкой (1 об.ст.) – вертикальное перемещение (S_6) фрезерного суппорта.

Уравнение цепи:

$$l_{об.ст.} \cdot \frac{Z_{21}}{Z_{20}} \cdot \frac{Z_{19}}{Z_{18}} \cdot \frac{Z_{17}}{Z_{16}} \cdot \frac{Z_{22}}{Z_{23}} \cdot \frac{Z_{24}}{Z_{25}} \cdot X_2 \cdot \frac{Z_{26}}{Z_{27}} \cdot \frac{Z_{32}}{Z_{34}} \cdot \frac{Z_{35}}{Z_{36}} \cdot P_1 = S_6 \quad (2.4)$$

где $X_2 = Z_{a2}/Z_{62}$ – передаточное отношение сменных колес гитары подач;

$P_1 = 10$ мм – шаг ходового винта вертикальной подачи;

S_6 – вертикальная подача (мм/об), на которую переместится фрезерный суппорт вдоль заготовки за один оборот стола.

в) Цепь деления.

Цепь деления должна обеспечить вращение червячной фрезы и стола с заготовкой в соответствии с передаточным отношением, определяемым числом заходов K фрезы и количеством зубьев Z нарезаемого колеса в соответствии с формулой (2.1).

Конечными звеньями цепи деления являются червячная фреза и стол с заготовкой. За расчетные перемещения конечных звеньев цепи примем один оборот червячной фрезы (1 об.фр.) и K/Z оборотов стола

$$1_{об.фр.} \cdot \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} \cdot i_{диф} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{15}} \cdot \frac{Z_e}{Z_f} \cdot X_1 \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{17}} \cdot \frac{Z_{18}}{Z_{19}} \cdot \frac{Z_{20}}{Z_{21}} = \frac{K}{Z} \quad (2.5)$$

где $i_{диф}$ – передаточное отношение дифференциала, при не включенном дифференциале $i_{диф} = 1$, при включенном $i_{диф} = 1/2$;

Z_e, Z_f – числа зубьев колес переключения, при нарезании зубчатых колес с числами зубьев $Z = 12 \div 160$, $Z_e = Z_f = 54$;

$$X_1 = \frac{Z_{a1}}{Z_{b1}} \cdot \frac{Z_{c1}}{Z_{d1}} \text{ – передаточное отношение сменных колес}$$

гитары деления.

Подставив в уравнения (2.3), (2.4), (2.5) данные из таблицы 2.4 и решая их относительно X_1, X_2, X_4 , определяем числа зубьев сменных колес гитар. Имеющиеся в наличии сменные шестерни для настройки различных кинематических цепей приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.4

Характеристика деталей, приведенных на кинематической схеме станка 5К32А

Номер зубчатого колеса, червяка	Число зубьев, заходов	Номер зубчатого колеса, червяка	Число зубьев, заходов
1	2	3	4
Ведущий шкив	$d_1=116$	6	29
Ведомый шкив	$d_1=234$	7	17
1	29	8	68
2	29	9	27
3	29	10	27
4	29	11	27
5	29	12	27
13	27	30	44
14	58	31	52
15	58	32	50
16	33	33	45
17	33	34	45
18	35	35	1 заход
19	35	36	24
20	1 заход (1 зуб)	37	45
21	96	38	50
22	2 захода	39	34

Окончание табл. 2.4.

1	2	3	4
23	26	40	61
24	44	41	1 заход
25	44	42	36
26	39	43	33
27	65	44	22
28	40	45	24
29	56	46	48

Таблица 2.5

Сменные зубчатые колеса для настройки кинематических цепей

Наименование	Числа зубьев сменных зубчатых колес
Гитара скоростей	20, 23, 27, 31, 36, 41, 46, 51, 56, 60, 64, 67
Гитара подач	28, 32, 43, 48, 53, 64, 68
Гитара обкатки	24, 25 (2шт.), 30, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 50, 53, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 98, 100

При подборе сменных зубчатых колес для гитар необходимо обеспечить их зацепляемость, что достигается соблюдением условий:

$$Z_{a4} + Z_{b4} = 87 \text{ – для гитары скоростей;}$$

$$Z_{a2} + Z_{b2} = 96 \text{ – для гитары подач;}$$

$$\begin{cases} Z_a + Z_b \geq Z_c + 15 \\ Z_c + Z_d \geq Z_b + 15 \end{cases} \text{ – для гитары деления.}$$

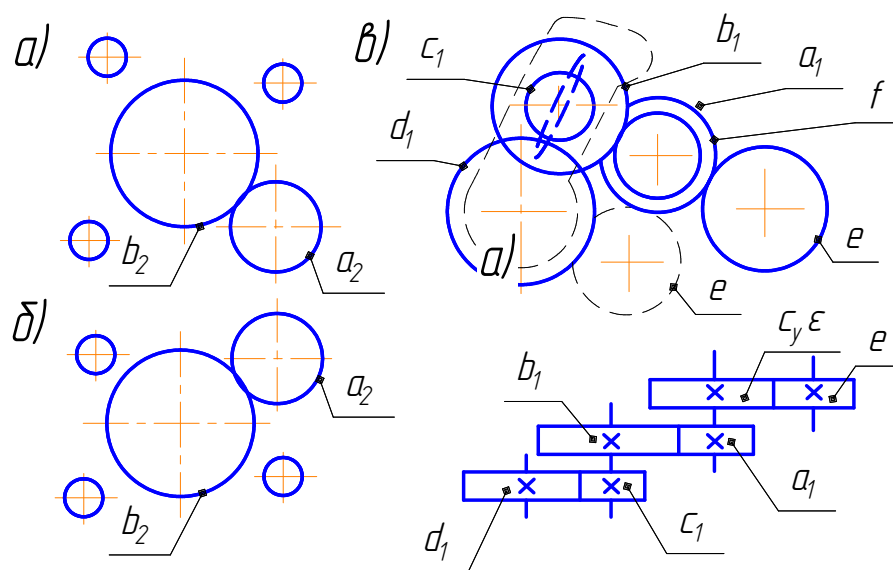
6.3. Изучить устройство зубофрезерного станка.

6.4. Установить и закрепить фрезу.

6.5. Установить суппорт под требуемым углом.

6.6. Проверить крепление оправки на столе станка и закрепить на ней заготовку.

6.7. Установить и закрепить сменные шестерни гитары скоростей, гитары подач и гитары обкатки согласно рисунку (10).



- Рис. 2.5. Эскизы размещения сменных колес гитар зубофрезерного полуавтомата 5К32А: а – гитара подач для правозаходной фрезы; б – гитара подач для левозаходной фрезы; в – делительная гитара
- 6.8. Настроить упоры для быстрого подвода заготовки к фрезе и отвода её в исходное положение.
 - 6.9. Произвести фрезерование зубьев.
 - 6.10. Проконтролировать высоту нарезанных зубьев.
 - 6.11. Составить отчет.

7. Содержание отчета

- 7.1. Наименование работы.
- 7.2. Цель работы.
- 7.3. Наименование и модель станка.
- 7.4. Операционный эскиз обрабатываемого колеса с указанием технологических баз и необходимых размеров.
- 7.5. Данные о режущем инструменте.
- 7.6. Выбор режимов резания.
- 7.7. Расчет сменных зубчатых колес гитар скоростей, подач и обкатки.
- 7.8. Эскиз установки фрезы и заготовки.
- 7.9. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 3

Настройка токарно-револьверного станка

1. Цель работы

Изучить технологические возможности токарно-револьверного станка 1336М, его назначение, особенности обработки заготовок и настройку станка на изготовление партии деталей.

2. Материальное обеспечение работы

1. Станок токарно-револьверный мод. 1336М.
2. Резцы токарные для револьверных работ: проходной – 1шт., проходной упорный – 2шт., отрезной – 1шт., сверло Ø5, Ø7, Ø8, Ø11, плашка М12, М14.
3. Штангенциркуль ШЦ-1, 0-125.
4. Микрометр 0-25.
5. Эталонная деталь.

3. Устройство и назначение токарно-револьверного станка

Станок предназначен для токарной обработки деталей из пруткового материала, требующих последовательного применения различных режущих инструментов. Наиболее характерными деталями для обработки на станке модели 1336М являются штуцеры, ниппели, втулки, резьбовые детали и т. д., изготавливаемые в условиях серийного производства.

Техническая характеристика станка

Высота оси шпинделя над станиной, мм	185
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	39

Наибольшие размеры прутка, мм	
диаметр круглого	36
сторона квадратного	27
расстояние между сторонами шестигранного	32
Наибольший диаметр обработки в патроне, мм	
над верхней частью суппорта	380
над станиной	420
Число скоростей вращения шпинделя	12
Пределы частот вращения шпинделя в минуту	
1-й диапазон	44-440
2-й диапазон	115-1150
Количество величин подач	6
Пределы величин продольных подач	
револьверного суппорта, мм	0,06-0,50
Пределы величин поперечных подач	
револьверной головки, мм/об	0,04-0,39
Количество гнезд в револьверной головке	16
Мощность главного электродвигателя, кВт	3

Основные узлы станка (рис. 3.1). А — направляющая труба с поддерживающими стойками; Б — механизм подачи пруткового материала; В — передняя бабка с коробкой скоростей; Г—суппорт с револьверной головкой; Д — станина; Е — коробка подач.

Органы управления. 1 и 2 — рукоятки переключения коробки скоростей; 3—кнопочная станция; 4—рукоятка для изменения направления круговой подачи револьверной головки; 5 — маховичок ручной подачи револьверной головки; 6 — маховичок поворота револьверной головки; 7 — звездочка включения механической круговой подачи револьверной головки; 8 — штурвал ручного продольного перемещения суппорта; 9 — рукоятка включения механической продольной подачи суппорта; 10 и 11 — рукоятки переключения коробки подач; 12— штурвал подачи пруткового материала.

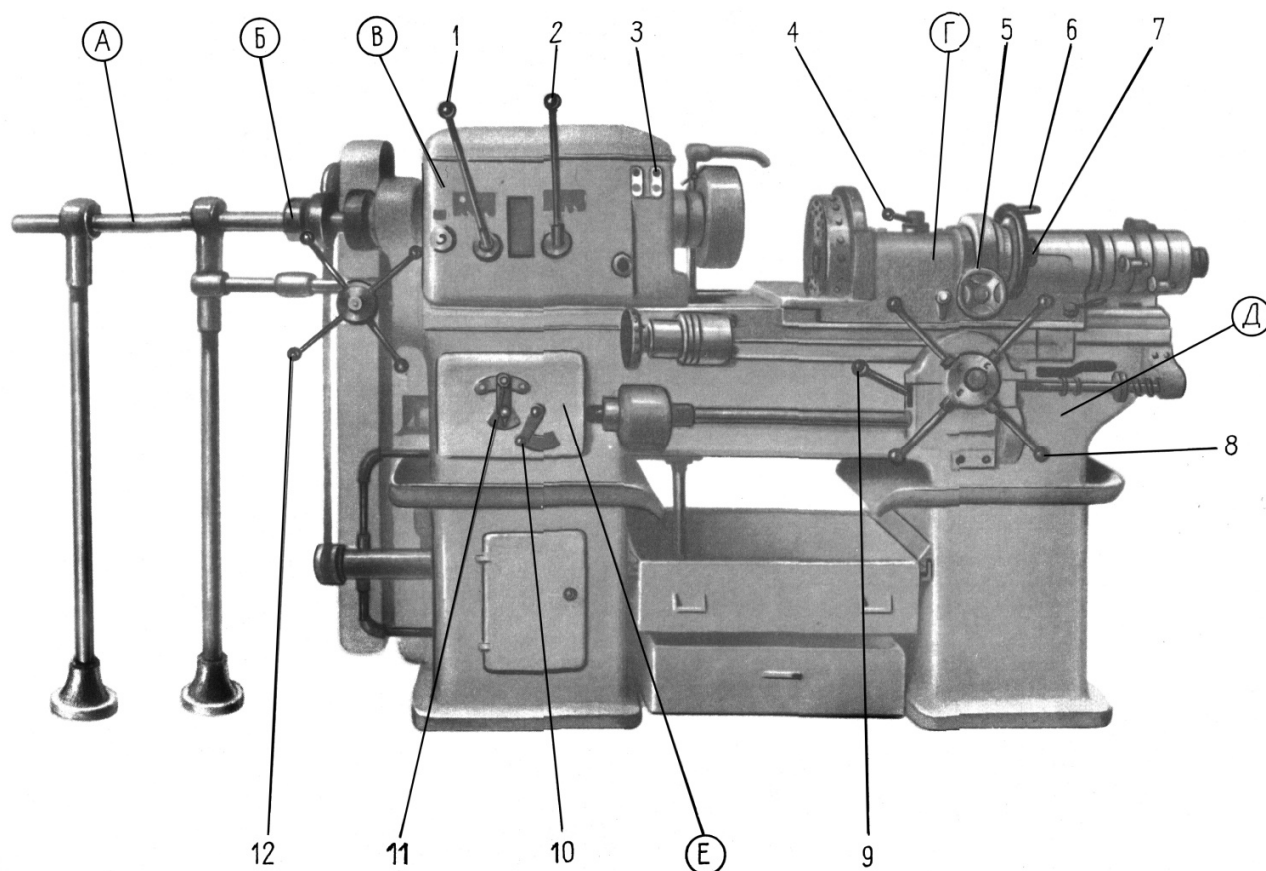


Рис. 3.1. Внешний вид токарно-револьверного станка мод. 1336М

Движения в станке. Движение резания — вращение шпинделя с обрабатываемой заготовкой. Движения подачи — прямолинейное поступательное движение револьверного суппорта в продольном направлении и медленное вращение револьверной головки вокруг своей оси (поперечная подача). Вспомогательные движения: в станке модели 1336М подача и зажим пруткового материала, подвод и отвод револьверного суппорта, поворот револьверной головки в новую позицию, а также фиксация револьверной головки производятся вручную.

Принцип работы. Прутковый материал (или штучная заготовка) закрепляется в соответствующем патроне шпинделя станка. Весь комплект режущих инструментов, необходимый для выполнения

данной операции, устанавливается в гнездах revolverной головки в последовательности, определяемой последовательностью переходов технологического процесса изготовления детали.

По окончании каждого перехода revolverная головка устанавливается вручную в новую позицию. Головка имеет 16 фиксированных положений.

Благодаря наличию на станке механизма автоматического выключения продольной подачи посредством переставных продольных упоров, а также за счет соответствующей установки режущих инструментов при наладке станка обработка деталей' может производиться без систематических промеров.

Конструктивные особенности. Станок имеет простую по конструкции, но имеющую достаточный диапазон изменения частоты вращения шпинделя коробку скоростей. При переключении скоростей автоматически включается тормоз, который резко замедляет скорость вращения элементов привода, что облегчает процесс переключения скоростей и сокращает время на остановку станка.

Станок снабжен барабанной revolverной головкой с горизонтальной осью вращения, расположенной параллельно оси шпинделя, что обеспечивает ей большую жесткость, высокую точность и возможность одновременного закрепления значительного количества (до 16) режущих инструментов.

Система жестких продольных и поперечных упоров и наличие механизма подающего червяка для автоматического выключения продольной подачи обеспечивает получение постоянных (в пределах до 8-го качества) размеров обработанных деталей.

В приводе подач предусмотрена предохранительная шариковая муфта, исключающая возможность поломки механизма подач.

Токарно-revolverные станки предназначены для обработки различных деталей достаточно сложной конфигурации, требующих применения большого количества различных инструментов

(различного типа резцов, сверл, зенкеров, разверток и т.п.). Целесообразность применения таких станков определяется количеством деталей (величиной партии) и трудоемкостью изготовления одной детали.

От токарно-винторезных, токарно-револьверные станки отличаются по конструкции наличием револьверной головки и по расположению револьверной головки подразделяются на станки с вертикальной (мод.1Н325, 1А340, 1П365 и др.) и горизонтальной осью вращения головки (1336М, 1341 и др.)

Станки с горизонтальной осью вращения револьверной головки не имеют поперечного суппорта и задней бабки, но револьверная головка может перемещаться как в продольном, так и поперечном (по дуге окружности) направлениях. Оба эти движения могут осуществляться либо от механизма станка, либо вручную.

Револьверная головка имеет возможность поворачиваться вокруг своей оси и может быть зафиксирована в одной позиции.

Величина продольного перемещения револьверной головки, а также ее поворота могут быть ограничены путем наладки соответствующих упоров. Это дает возможность обработать большую партию деталей на настроенном станке, т.е. обеспечивает возможность применения метода автоматического получения размеров.

Станок мод. 1336М имеет 16-ти позиционную головку с горизонтальной осью вращения. Он предназначен для обработки относительно мелких деталей сложной конфигурации при работе их прутка (с использованием цангового токарного патрона).

Одним из основных требований к деталям, предназначенным для изготовления на станках такого типа, является их достаточная жесткость (т.е. длина детали должна быть меньше пяти диаметров). При несоблюдении этого требования (без применения специальных приспособлений) при обработке неизбежно значительное искажение геометрической формы поверхностей и размеров.

Внешний вид станка представлен на рис. 3.1. Станок имеет два диапазона частоты вращения шпинделя ($48...480 \text{ мин}^{-1}$ и $117...1160 \text{ мин}^{-1}$) и значения подач от 0,06 до 0,56 мм/об. Изменение частоты вращения шпинделя производят рукоятками 1,2 и сменой шестерен в гитаре 22. Для включения механической продольной подачи

имеется рукоятка 9, а изменение ее величины производят рукоятками 10 и 11. Кнопочный пульт 5 имеет три кнопки: верхняя – включение правого направления вращения шпинделя, нижняя – стоп. Ручное перемещение револьверной головки осуществляется штурвалом 8.

Для настройки на размеры обрабатываемых поверхностей на станке имеется три вида упоров:

- передний барабан жестких упоров 20,
- задний барабан упоров для автоматического выключения продольной передачи 13,
- отводной упор 19.

Закрепление заготовки при работе из прутка осуществляется в цанговом патроне путем поворота рукоятки 3.

Настройка станка заключается в регулировке инструмента на выполняемый размер и регулировании упоров путем перемещения (вращения) резьбовых стержней. Назначение упоров:

- передний барабан упоров – настройка линейных размеров детали при работе инструмента с поперечной подачей (например, расстояние до кольцевой канавки);
- задний барабан упоров – настройка линейных размеров, получаемых при работе инструмента с продольной подачей (например, длина проточки под резьбу, глубина сверления);
- отводной упор – настройка диаметральных размеров при работе инструмента с поперечной подачей (например, диаметр шейки кольцевой канавки).

Узлы станка модели 1336М

Механизм переключения скоростей. Управление коробкой скоростей производится рукоятками 6 и 8 (рис. 3.2, а). Рукоятка 6 переключает тройной подвижный блок шестерен 19, а рукоятка 8 – двойной блок шестерен 7. При переключении любого из блоков шестерен вначале автоматически выключается пусковой дисковый фрикцион Ф и производится торможение привода с помощью конического тормоза Т.

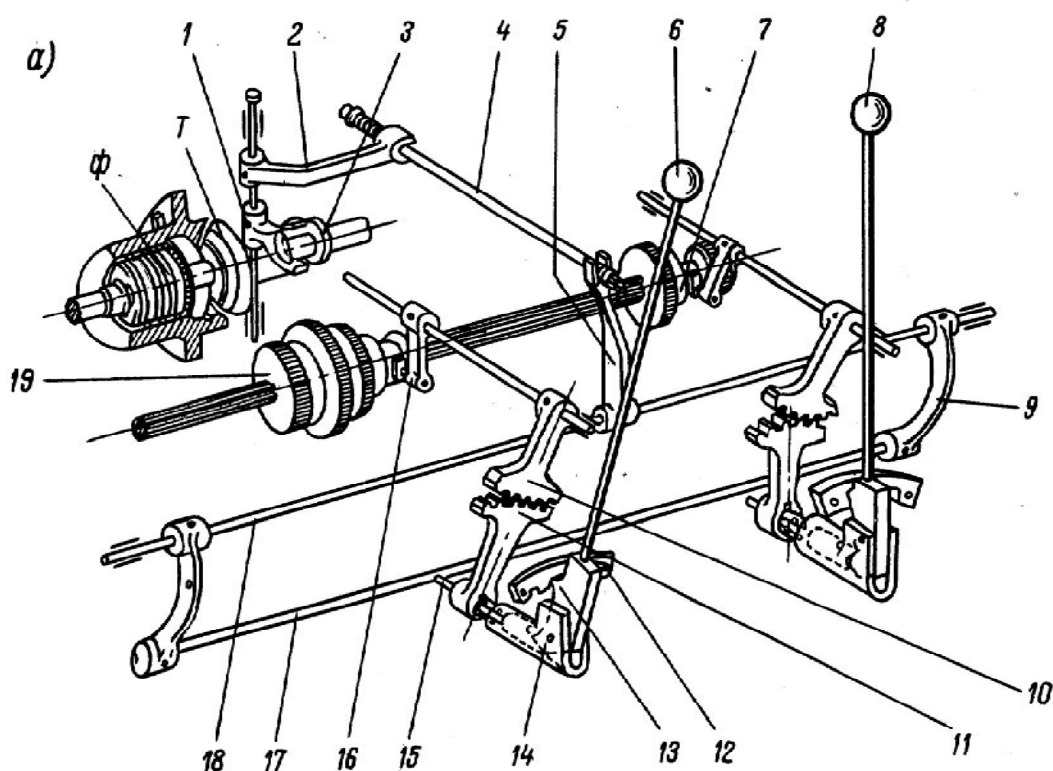


Рис.3.2 Механизм переключения скоростей

Принцип действия механизма переключения скоростей заключается в следующем. При оттягивании одной из рукояток (например, рукоятки 6) на себя выступ рычага 13 выходит из прорези фиксирующей планки 12. Одновременно нижним плечом рычаг 13 перемещает вдоль оси стержень 15. Последний нажимает на штангу 17 и через коромысло 9 поворачивает вал 18. Вместе с валом 18 поворачивается жестко закрепленный на нем рычаг 5, связанный тягой 4 с рычагом 2. На одной оси с рычагом 2 установлена вилка /, переключающая муфту 3, которая и производит выключение фрикциона и включение тормоза. После этого в зависимости от требуемого положения блока шестерен 19 рукоятку 6 поворачивают вправо или влево. Вместе с рукояткой поворачиваются каретка 14, зубчатые секторы 11 и 10 и вилка 16 с блоком шестерен 19.

После установки блока шестерен в нужное положение движением рукоятки 6 от себя вводят выступ рычага 13 в соответствующую прорезь фиксирующей планки 12. Одновременно происходит выключение тормоза и включение фрикциона. Рукоятка 8 действует аналогичным образом.

Механизм падающего червяка. Автоматическое выключение продольной- механической подачи револьверной головки с помощью механизма падающего червяка позволяет существенно сократить время на промеры деталей и управление станком.

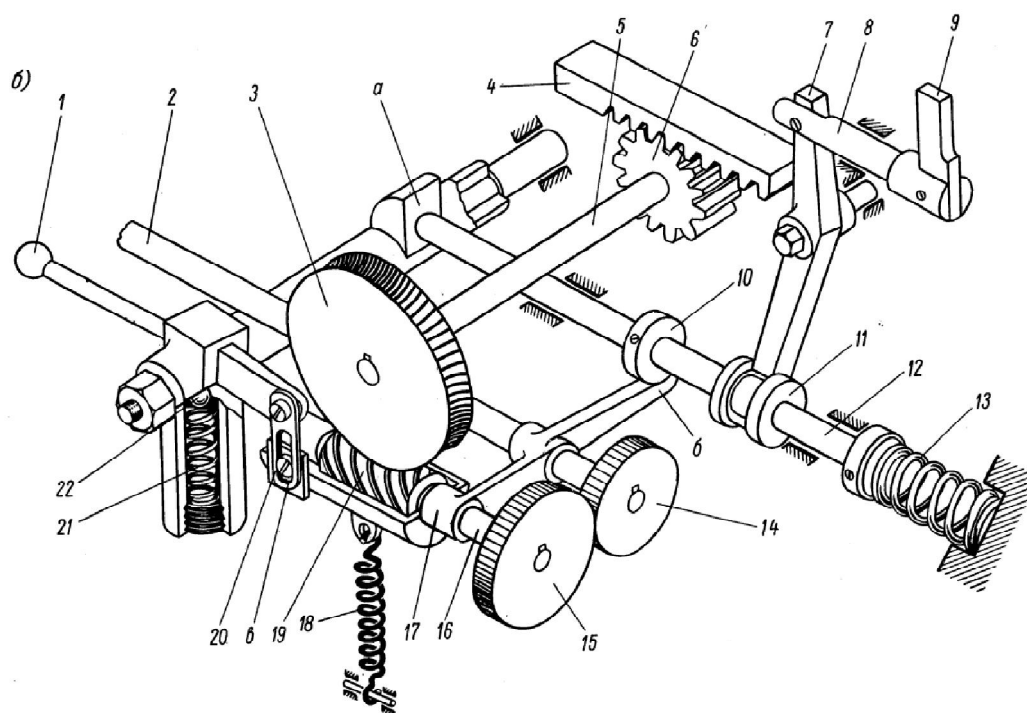


Рис. 3.3 Механизм падающего червяка

Продольная подача револьверной головки, жестко связанной с рейкой 4 (рис. 3.3), осуществляется от ходового валика 2 через шестерни 14—15, валик 16, червячную передачу 19—3, валик 5 и реечную шестерню 6.

Червяк 19 находится в зацеплении с червячным колесом 3 только тогда, когда прилив 'б' откидной каретки 17 упирается в кольцо 10, неподвижно закрепленное на штанге 12.

При нажиме очередного упора револьверной головки на собачку 9 последняя совместно с ползуном 8 переместится влево и через двуплечий рычаг 7 передвинет муфту 11 со штангой 12 вправо. Кольцо 10 сойдет с прилива 'б' откидной каретки 17, и последняя совместно с червяком 19 под действием пружины 18 и собственного веса упадет вниз, разорвав кинематическую цепь продольной подачи.

Включение падающего червяка производится рукояткой 1, при нажиме на которую серьга 20 поднимает откидную каретку 17 вместе с червяком 19 вверх до полного зацепления червяка с колесом.

3. При этом прилив 'б' выходит за пределы кольца 10, и штанга 12 под действием пружины 13 смещается влево, фиксируя кольцом 10 положение каретки во включенном состоянии.

Падающий червяк может быть выключен вручную. Для этого рукоятку 1 поднимают вверх. Тогда выступ 'а' нажмет на конец штанги 12 и будет перемещать ее вправо до выключения падающего червяка. Шарик 22 и пружина 21 служат для фиксации рукоятки 1 в рабочих положениях. При работе без автоматического выключения продольной подачи собачку 9 поворачивают по часовой стрелке для придания ей горизонтального положения, при котором она не касается упоров револьверной головки.

Механизм подачи пруткового материала. На станке модели 1336М подача пруткового материала производится вручную поворотом штурвала 5 (рис. 3.4) по часовой стрелке. При этом приводится во вращение звездочка. 6, сидящая на валу штурвала, которая посредством роликовой цепи 7 перемещает ползун 2 с закрепленным в нем прутком 1 по направлению к шпинделю станка.

Пруток 1 закрепляется с помощью винтов 4 в свободно вращающейся втулке 3, смонтированной в ползуне 2. Когда втулка 3 после многократных подач прутка дойдет до заднего торца шпинделя, освобождают винты 4 и поворотом штурвала 5 против часовой стрелки отводят ползун 2 в крайнее заднее положение. После этого вновь закрепляют винты 4 и по мере надобности производят подачу прутка.

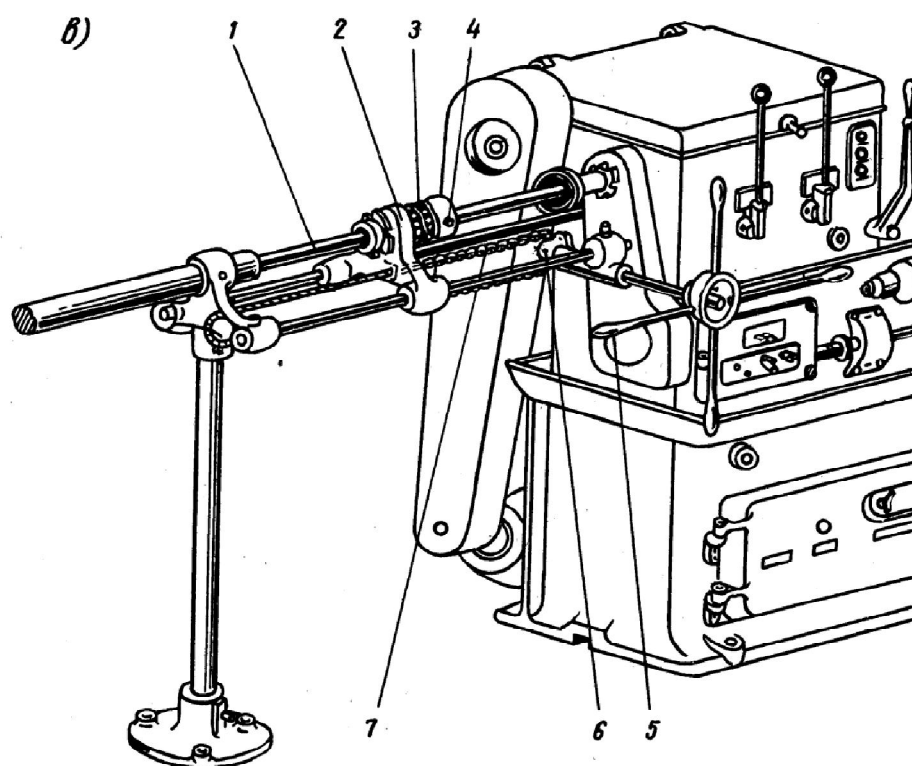


Рис.3.4 Механизм подачи прутка

Патрон. Закрепление прутка производится радиальным сжатием кулачков цанги 8 (рис. 3.5) за счет осевого перемещения конической втулки 6". При повороте рукоятки 15, закрепленной на валу 14, по часовой стрелке шестерня 13, связанная с валом 14, заставит передвигаться вправо рейку 12 с полукольцом 11. Последнее входит

в кольцевой паз втулки 2, благодаря чему вместе с рейкой 12 перемещается и втулка 2, имеющая прямолинейный шпоночный паз в и два внутренних винтовых паза а. Направляющая шпонка 10, установленная в корпусе 1 патрона, позволяет втулке 2 перемещаться только вдоль оси патрона.

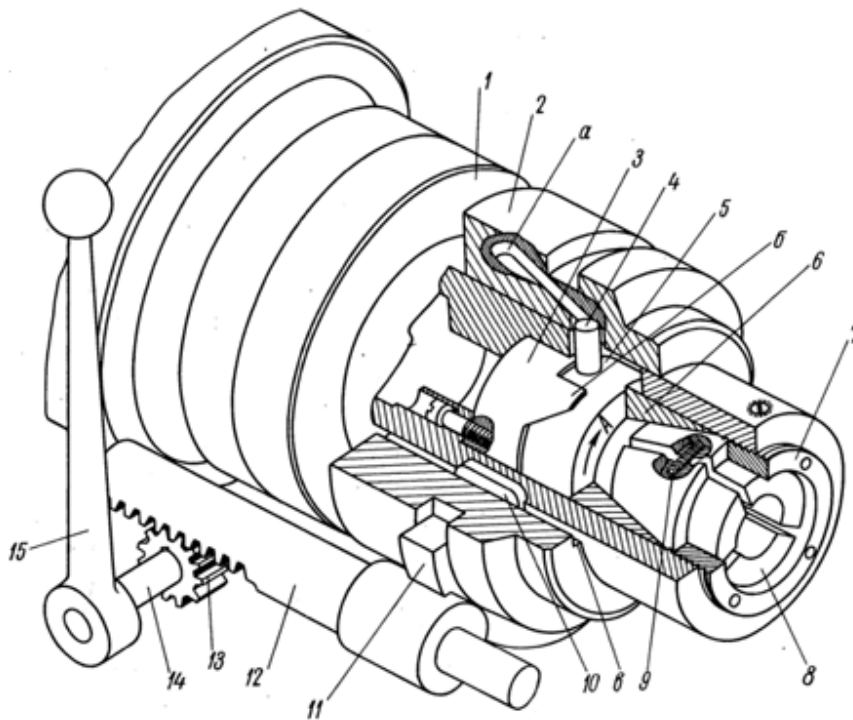


Рис.3.5 Цанговый патрон

При этом перемещении втулки винтовые пазы а, в которые входят сухари 4 полумуфты 5, заставят полумуфту повернуться в направлении стрелки А. Неподвижная полумуфта 3 имеет скошенные кулачки б, входящие во впадины полумуфты 5. Поэтому при вращении в направлении стрелки А полумуфта 5 будет одновременно перемещаться вдоль оси патрона, нажимая на коническую втулку 6, охватывающую кулачки цанги 8.

Разжим патрона осуществляется под действием пружин 9. Регулировка патрона производится гайкой 7.

На станке 1336М можно выполнять все виды работ, за некоторым исключением, обычные для токарных станков: обтачивание и

растачивание, подрезку торцов, протачивание канавок, обработку фасонных поверхностей, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание наружной и внутренней резьбы, накатывание рифлений и т.д. Однако при этом необходимо учитывать следующие особенности станков данного типа:

1) при обработке наружных и внутренних поверхностей резцами достигаемая точность обычно не превышает 11...12 квалитетов точности и лишь при применении развертывания точность обработки отверстий может достигать 7-го квалитета;

2) обработка конических поверхностей возможна лишь при применении фасонных (широких) резцов, либо при использовании копирующих устройств;

3) образование резьбы можно производить только с использованием плашек, метчиков и резьбонакатным головкам, работающим по принципу самозатягивания инструмента, т.к. ходовой винт у станка отсутствует.

Сравнительно невысокая достижимая точность обработки на револьверных станках объясняется рядом специфических погрешностей, характерных для этого типа станков (помимо прочих, обычных для всех металлорежущих станков).

К ним относятся:

1. Погрешности, связанные с меньшей жесткостью системы СПИД (нормативная жесткость системы шпиндель-револьверная головка для мод.1336М составляет $1,76 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}$ ($1,76 \cdot 10^3 \text{ кгс/мм}$), что примерно в полтора раза ниже этого показателя для токарно-винторезных станков соответствующего типоразмера).

2. Погрешности, связанные с настройкой станка на размер. Так при настройке на диаметральные размеры, погрешность регулирования положения резца ω_p характеризуется следующими цифрами в зависимости от способа настройки:

- по жесткому упору – 20...50 мкм (может достичь 130 мкм);
- по эталону;
- при закреплении резца винтом после касания его с эталоном – 200...600 мкм;
- при контроле подводимого винтом резца с помощью бумажного щупа – 20...40 мкм;

- то же, но с контролем с помощью металлического щупа – 14...20 мкм.

Для сравнения, величина аналогичной погрешности для токарно-винторезных станков (регулирование производится по лимбу с ценой деления 0,01...0,02 мм) составляет 10...30 мкм.

3. Погрешности, связанные с нестабильностью срабатывания упоров, что объясняется наличием трения в подвижных частях и зазоров в сопряжениях, которые при действии силы прижатия выбираются на различную величину.

4. Погрешность индексации (т.е. установки в рабочую позицию при ее смене) револьверной головки, которая составляет величину порядка 50 мкм.

Все это отражается на нормах точности револьверных станков в сторону снижения их по сравнению с нормами для токарно-винторезных станков. Так, допустимые отклонения погрешности формы определяются следующими цифрами (табл. 1)

Таблица 3.1

Тип станка	Погрешность формы в продольном сечении на длине 100 мм, мкм	Погрешность формы в поперечном сечении, мкм
Токарно-револьверные станки с небольшим диаметром прутка 32 мм	16	10
Токарно-винторезные станки с небольшим диаметром обработки на станиной 400 мм	10	10

Наряду с этим токарно-револьверные станки с горизонтальной осью вращения револьверной головки имеют следующие преимущества перед токарно-винторезными:

1) возможность работы по принципу автоматического получения заданной точности размеров благодаря наличию упоров и предварительной настройки инструментов на выполняемые размеры;

2) возможность применения сложных инструментальных наладок за счет использования большого количества инструментов благодаря наличию револьверной головки;

3) возможность совмещения переходов обработки за счет использования многоинструментальной обработки.

Все это позволяет в условиях серийного производства повысить производительность обработки деталей за счет сокращения как вспомогательного (время, связанное с переходом), так и основного (при использовании многоинструментальной обработки) времени.

4. Настройка станка и проектирование револьверных наладок

Настройку револьверного станка выполняют, как правило, статическим методом - по эталонной детали, представляющей из себя копию обрабатываемой детали с хвостовиком для закрепления ее в патроне.

Настройка начинается с установления величины вылета заготовки из патрона. Для этого в одно из гнезд револьверной головки устанавливают жесткий упор и, переместив головку до касания с правым торцом эталона, производят регулировку одного из резьбовых упоров переднего барабана упоров. Затем в соответствии с технологической картой обработки, определяющей последовательность выполнения обработки, в следующей позиции револьверной головки устанавливают соответствующий режущий инструмент (инструменты) в специальную оправку, регулируют их на размер по оси вращения детали и закрепляют в нужном положении.

Регулировку на размер инструментов, работающих с продольной подачей (проходные резцы), осуществляют следующим образом. Резец, установленный, но не закрепленный в оправке револьверной головки, подводят к соответствующей поверхности эталона до соприкосновения с ним или со щупом (в этом случае эталон должен иметь диаметр, меньший номинального на двойную толщину щупа и закрепляют его в этом положении. Таким образом осуществляется настройка на диаметральные размеры. После этого револьверную головку (с резцом) переводят в левое положение, определяющее момент окончания его работы, и производят настройку заднего барабана упоров (также резьбовых). При работе станка эти упоры при нажатии на собачку 9

(рис. 3.3) отключают продольную подачу револьверной головки, т.е. ими определяется длина обтачивания.

Инструмент, работающий с поперечной подачей (отрезные и фасонные резцы), настраивают в следующей последовательности. С помощью переднего барабана упоров определяют продольное положение револьверной головки, при котором резец находится в нужном положении по отношению к эталону. Затем производят настройку отводного упора в положении, при котором резец касается соответствующей поверхности эталона. Для отрезки готовой детали настройку на длину производят также по переднему барабану упоров, а отводной упор не настраивают (отключают).

Далее в соответствии с технологической картой проводят настройку режимов резания (величин продольной и поперечной подач и частоты вращения шпинделя) и производят пробную обработку 2-3-х деталей. При отклонении обрабатываемых размеров сверх величин, определяемых допусками на чертеже, выполняют дополнительную подстройку соответствующих инструментов.

Настройку сверл, зенкеров, разверток при обработке глухих отверстий производят по заднему барабану упоров автоматического выключения продольной подачи. В случае обработки сквозных отверстий необходимость в этом виде настройки отпадает. Сверла, зенкеры, развертки устанавливают в револьверную головку в специальных оправках

При нарезании резьбы метчиками и плашками длину нарезки при необходимости выдерживают с помощью кнопочного (ручного) переключения направления вращения шпинделя станка (реверсирования).

Для закрепления режущего инструмента в револьверной головке применяют вспомогательный инструмент в виде зажимных втулок, оправок, державок, цанговых патронов.

Правильный выбор и применение вспомогательного инструмента является одним из условий высокой производительности и рациональности настройки токарно-револьверного станка и оказывает влияние на точность и качество обрабатываемых деталей. Так, применение плавающих и качающихся оправок при развертывании отверстий позволяет избежать увода оси и уменьшить разбивку отверстия (при правильной подготовке отверстия). Тем самым

значительно уменьшается погрешность установки, что обеспечивает получение минимальных погрешностей геометрической формы и расположения поверхностей обрабатываемой детали.

Применение в подобных случаях жестких оправок приводит к искривлению оси отверстия (уводу) и значительной разбивке отверстия вследствие несовпадения осей предварительно изготовленного отверстия и инструмента. Это происходит из-за погрешностей установки инструмента в гнездо револьверной головки и погрешности индексаций самой револьверной головки.

Поэтому выбор вспомогательного инструмента должен быть обоснован исходя из требований, предъявляемых к обрабатываемой детали.

Основные типы вспомогательного инструмента приведены ниже. Для закрепления токарных резцов с круглой державкой, сверл, зенкеров, разверток, а также державок для них служат зажимные втулки. При этом необходимо иметь в виду, что его настройка занимает достаточно много времени, поэтому надо по возможности стремиться использовать простой вспомогательный инструмент типа жестких втулок и оправок, устанавливая их в случае сложной наладки в соседних гнездах револьверной головки (рис. 2, 3). В этом случае настройку инструментов производят независимо друг от друга, что упрощает наладку станка. При повышенных требованиях к отдельным поверхностям детали статическую настройку необходимо дополнять динамической или (и) использовать более сложный вспомогательный инструмент типа плавающих и регулируемых державок для осевого инструмента (сверл, зенкеров), роликовых и люнетных державок, копирных приспособлений и т.д.

На рис. 3.6 представлены примеры совмещенных переходов при обработке деталей, закрепленных в цанговом патроне. При одновременной обработке двух наружных цилиндрических поверхностей и сверлении отверстия (рис. 3.6а) инструмент устанавливают в следующем порядке. В малом гнезде револьверной головки с помощью зажимной втулки закрепляют сверло, затем в расположенных по обеим сторонам больших гнездах крепят с помощью цилиндрических державок проходные резцы. При работе револьверная головка имеет продольное перемещение до упора при зафиксированной

револьверной головке. Упор при необходимости регулируют по одному из инструментов, например по резцу для обработки малого диаметра

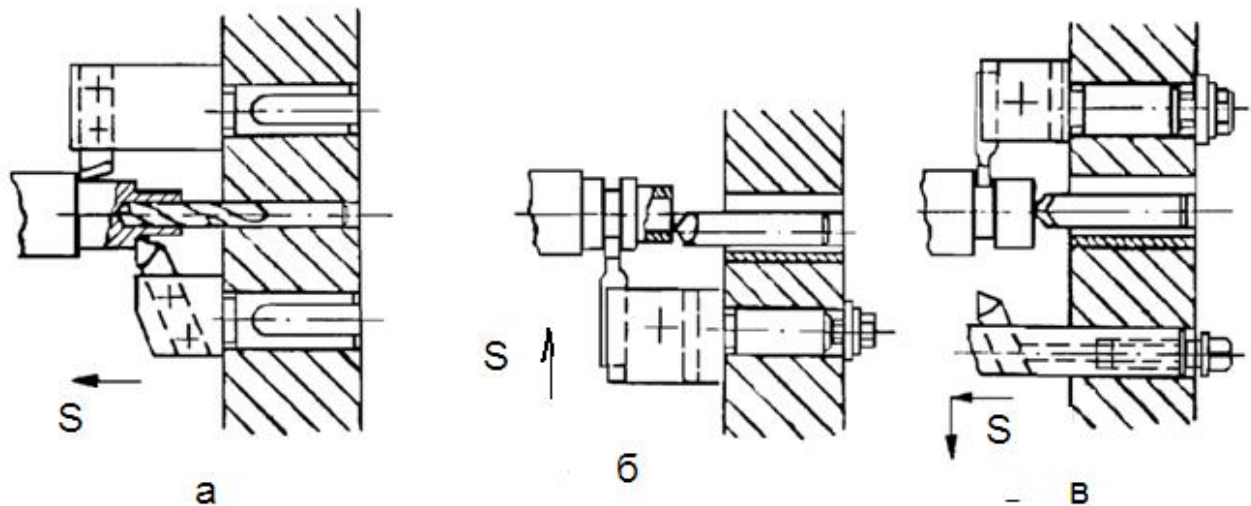


Рис. 3.6. Примеры совмещения переходов при обработке деталей, закрепленных в цанговом патроне

На рис. 3.6б представлен пример одновременной работы инструмента при поперечной подаче револьверной головки. При этом канавочный резец крепят при помощи цилиндрической державки в большое гнездо револьверной головки, а резец для подрезания торца непосредственно в малое отверстие головки. Деталь в этом случае обрабатывается при вращении револьверной головки до отводного упора, который ограничивает врезание канавочного резца.

В некоторых случаях рациональным является прием совмещения в одной позиции инструмента, работающего с продольной и поперечной подачами (рис. 3.6а). Здесь сначала производится обтачивание наружного диаметра проходным резцом до упора с автоматическим выключением продольной подачи, после чего производят поперечную обработку (протачивание канавки и подрезку торца) по переднему барабану упоров и отводному упору.

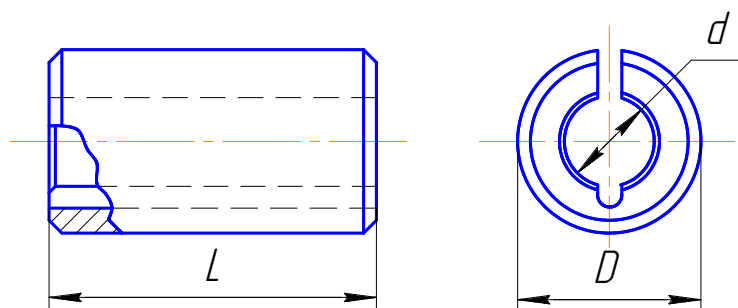
Те же приемы совмещения инструмента и движения используют и при проектировании наладок при обработке деталей, закрепленных в трех кулачковом патроне.

Совмещая работу различного инструмента в одной позиции и добиваясь этим повышения производительности обработки необходимо помнить, что это хорошо лишь в этом случае, когда эти приемы не приводят к недопустимому снижению точности и качества и качества обрабатываемых поверхностей и деталей в целом. Поэтому чистовые переходы, т.е. переходы, после выполнения которых данная поверхность должна иметь точность размеров 11...12 квалитетов, необходимо выполнять без совмещения.

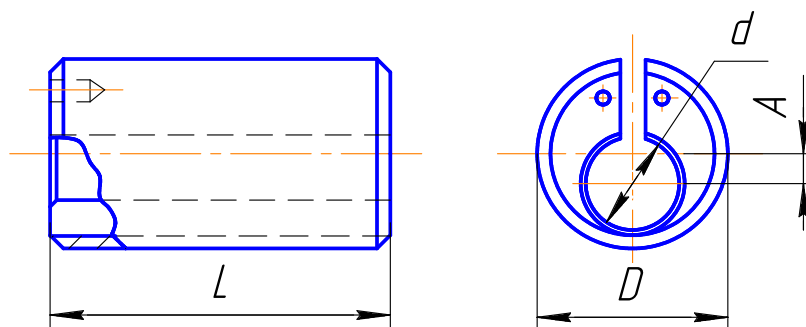
При необходимости обработки нежесткой детали или ее элемента для снижения вибрации и геометрических погрешностей с противоположной от резца стороны детали устанавливают роликовую люнетную державку. Она должна быть установлена так, чтобы точка контакта ролика с обрабатываемой поверхностью была несколько выше оси вращения детали с целью уменьшения отжатия детали за счет сил резания.

При крупных повторяющихся партиях детали рационально не перенастраивать каждый раз станок, а заменять револьверную головку вместе с инструментами. В этом случае наладка станка будет заключаться лишь в переналадке упоров по эталонной детали.

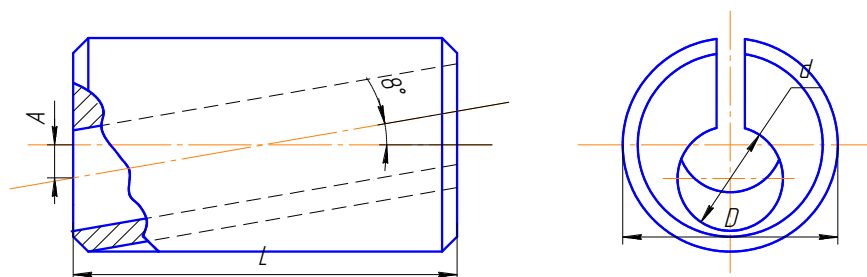
Проектируя наладку токарно-револьверного станка, необходимо предусматривать возможно меньшую величину вылета заготовки из патрона и державок из револьверной головки, а также инструмента из державок. То есть стремиться достичь наибольшей жесткости этих звеньев системы СПИД с тем, чтобы избежать вибрации и уменьшить погрешности формы и расположения поверхностей.



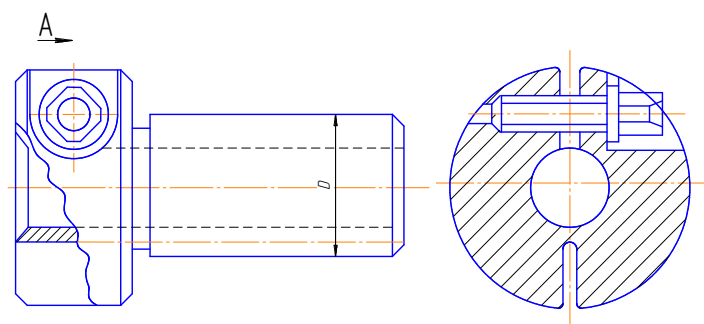
1) Втулки зажимные цилиндрические (ГОСТ 17179)



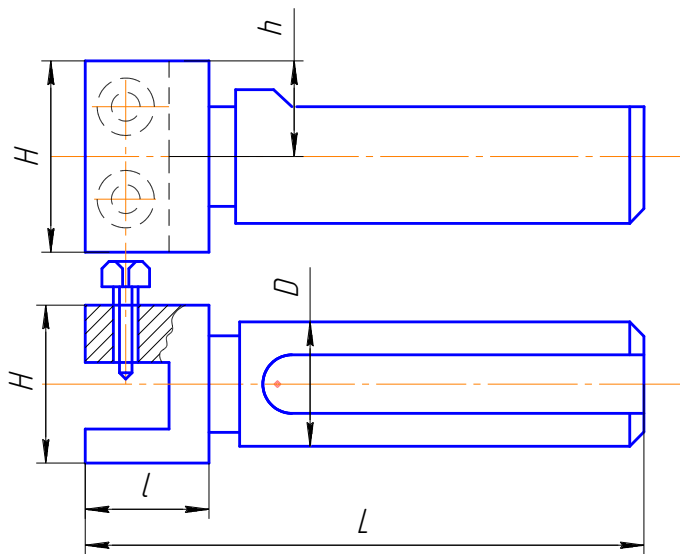
2) Втулки зажимные с эксцентрично расположенным отверстием (ГОСТ 17180)



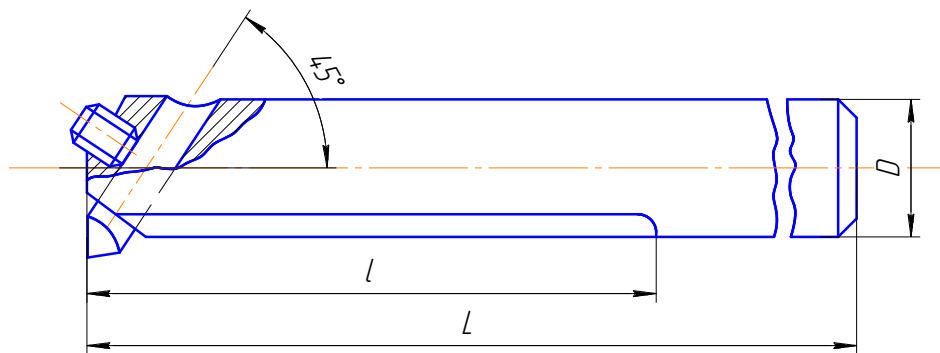
3) Втулки зажимные с наклонно расположенным отверстием (ГОСТ 1781)



4) Втулки зажимные с буртиком (ГОСТ 17184)

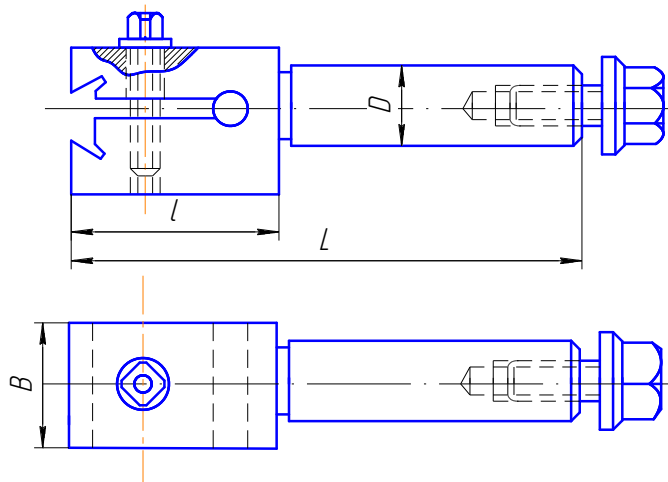


10) Державки с прямыми и косыми креплениями резца (ГОСТ 19023)



11) Державки расточные (ГОСТ 19021)

Исполнение 1



12) Державки для отрезных резцов (ГОСТ 19915)

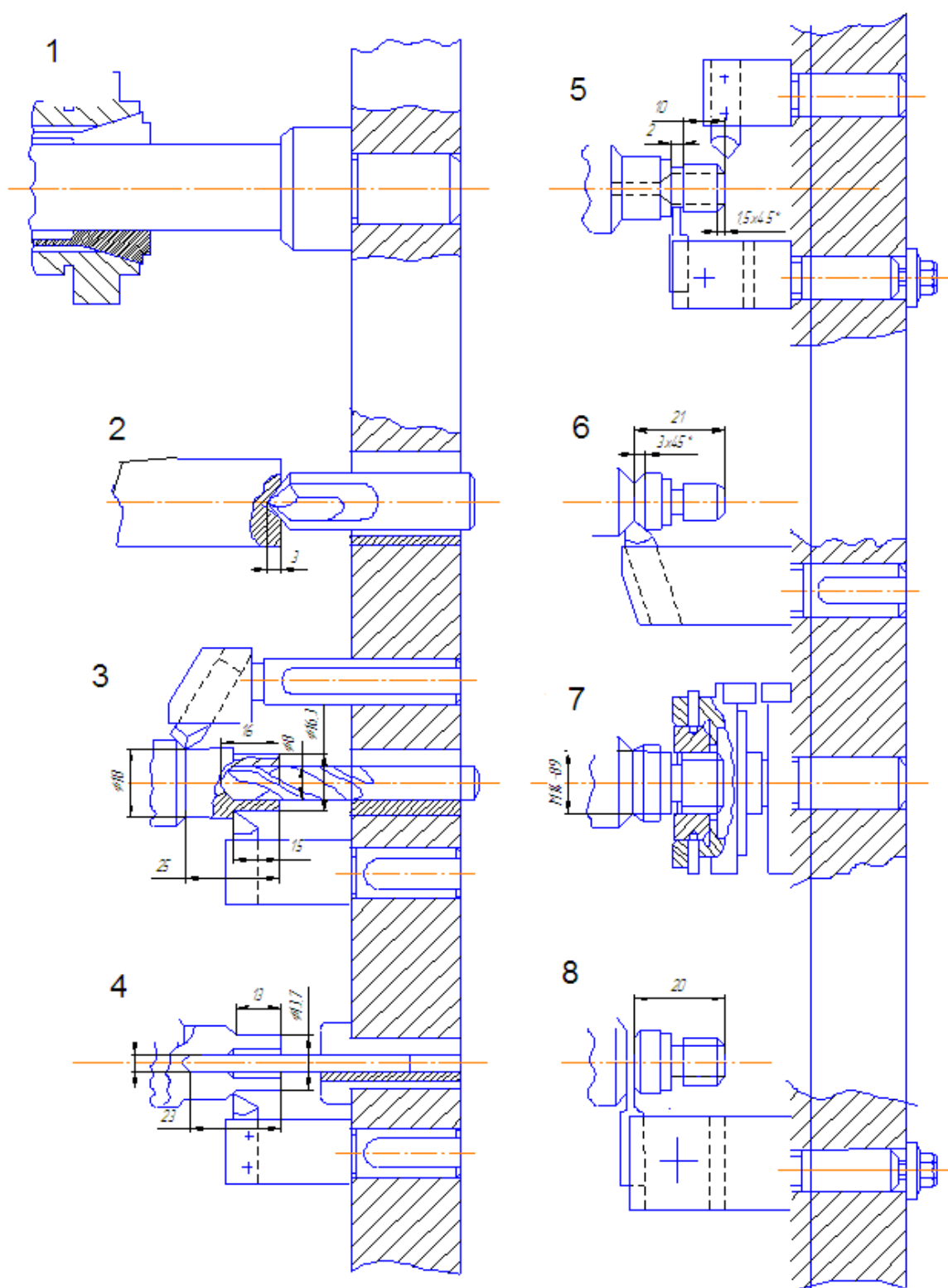


Рис.3.7. Технологическая наладка токарно-револьверного станка мод. 1336М на обработку детали «сопло»

Пример оформления технологической наладки токарно-револьверного станка мод. 1336М приведен на рис. 3.7.

Проектирование наладок выполняют в следующей последовательности:

- 1) при разработке технологического процесса намечают последовательность обработки (выполнения переходов) данной детали;
- 2) выбирают режущий и вспомогательный инструмент и намечают их расположение в револьверной головке;
- 3) вычерчивают револьверную головку и в том же масштабе для каждой позиции вычерчивают режущий и вспомогательный инструмент;
- 4) для каждой позиции револьверной головки в выбранном масштабе вычерчивают эскиз заготовки в том виде, который она имеет после обработки на данной позиции;
- 5) обрабатываемые поверхности выделяют утолщенными или цветными линиями, указывают размеры и шероховатость поверхностей, получаемых на данном переходе;
- 6) позиции револьверной головки обозначают цифрами и обозначают стрелками направление подачи револьверной головки;
- 7) выполняют расчет режимов резания;
- 8) заполняют операционную карту эскизов.

Расчет режимов резания при обработке на токарно-револьверном станке состоит из предварительного расчета по каждому переходу и корректировки их по спроектированной наладке. Для позиций, в которых выполняется однопереходная обработка, корректировка состоит лишь в корректировке частоты вращения шпинделя и величины подачи по паспортным данным станка. Для позиций с совмещенными переходами режим резания выбирают по лимитирующей (наименьшей расчетной) величине n и S , после чего так же выполняют корректировку по паспортным данным станка. При этом необходимо возвращаться к вопросу о выборе материала режущего свойств различных инструментов. Так, например, при одновременном обтачивании двух ступеней, диаметры которых различают в 2...3 раза, обработку меньшего из них следует производить не твердосплавным, а быстрорежущим инструментом, т.к. допустимая скорость для этого материала в 2...3 раза ниже, чем у твердосплавного. Применение в этом случае двух твердосплавных резцов будет нецелесообразным, так как

возможности твердого сплава для резца, обрабатывающего меньший диаметр, будут совершенно не использованы.

Последней выполняют корректировку режимов резания по вспомогательному времени с целью уменьшения числа переключения рукояток подачи и частоты вращения шпинделя.

После выполнения настройки станка производят пробную обработку нескольких деталей и при необходимости выполняют поднастройку станка, ориентируясь по карте неисправностей (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Основные неисправности, встречающиеся при наладке токарно-револьверных станков

Неисправности	Причины
1	2
Не выдерживается длина детали или длину ступеней	1. Плохо закреплены упоры. 2. Слабо зажат пруток в цанговом патроне. 3. Сильно загрязнена рабочая поверхность упоров. 4. Слабо закреплен инструмент в гнездах револьверной головки.
Не выдерживается диаметр детали	1. Поперечная качка револьверного суппорта. 2. Качка револьверной головки в подшипниках. 3. Качка револьверной головки из-за сработавшегося фиксатора. 4. Слабо закреплен инструмент в державках.
Дробленая поверхность детали	1. Зазор в опорах шпинделя. 2. Изношена передняя часть зажимной цанги. 3. Большой вылет прутка из патрона или державки из револьверной головки или резца из державки. 4. Резец установлен значительно ниже оси вращения детали.

Окончание табл. 3.3

1	2
Не выдерживается диаметр отверстия при сверлении или происходит увод оси отверстия	1. Неправильная зацентровка под сверление. 2. Неправильно установлено сверло. 3. Неправильно выполнена заточка сверла (несимметричная заточка).
Ступенчатый торец детали после отрезки	1. Качка револьверной головки. 2. Слишком тонкий отрезной резец.
Конусная резьба с частично неполными витками	1. Износилось посадочное отверстие плашкодержателя. 2. Неправильно установлена плашка в плашкодержателе.
	1.

Работа на настроенном станке состоит из следующих приемов:

- подать пруток до упора, закрепить. При этом револьверная головка должна находиться в контакте с самым длинным упором переднего барабана упоров;
- расфиксировав револьверную головку, установить ее первую рабочую позицию (перед этим отвести ее вправо), убрать упор переднего барабана упоров, включить продольную подачу;
- последовательно переводя из позиции, произвести обработку детали, контролируя визуально положение и работу упоров и ход обработки. Особенно внимательно необходимо выполнять нарезание резьбы упоров;
- отрезать готовую деталь, полностью подрезать торец прутка.

5. Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство станка и приемы управления им.
2. Изучить режущий и вспомогательный инструмент, применяемый на данном станке.
3. Изучить приемы настройки станка.

4. Проконтролировать настройку станка на обработку детали в соответствии с заданием. Визуально проверить исправность инструментов и правильность их закрепления. Проверить настройку режима резания.

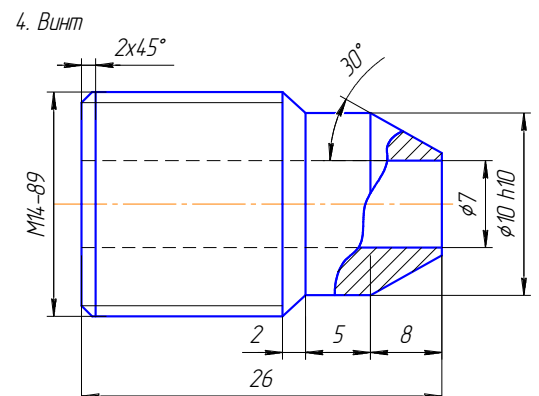
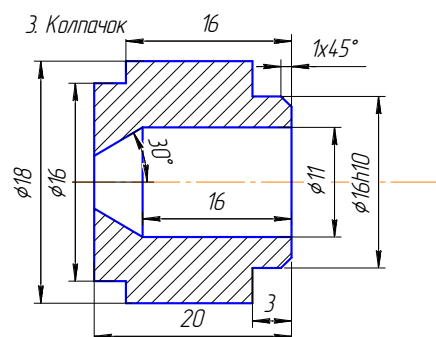
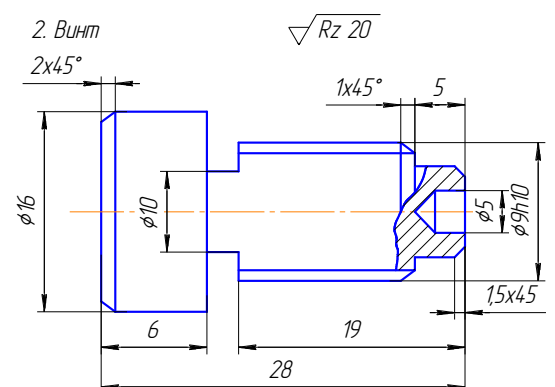
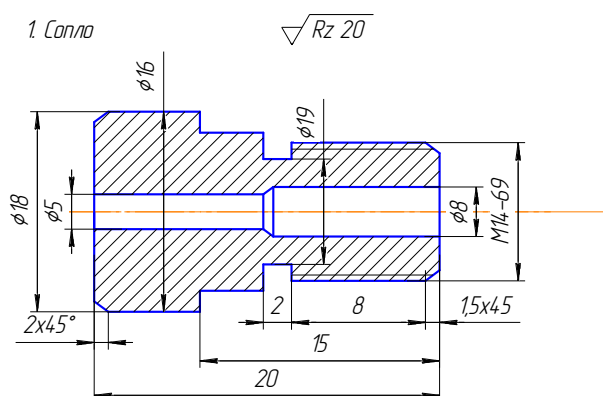
5. Обработать 3...4 детали в соответствии с технологической картой.

6. Проконтролировать размеры обработанных деталей штангенциркулем и микрометром в соответствии с требуемой точностью (см. задание и табл. 4).

7. Дать заключение о правильности настройки станка и точности обработки детали. При необходимости поднастройки станка дать свои предложения, ориентируясь по карте неисправностей (табл. 3.3).

8. Спроектировать наладку токарно-револьверного станка мод.1336М на обработку детали по одному из вариантов (неуказанные

предельные отклонения: по Н12, h12 и $\frac{IT15}{2}$



6. Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы
3. Материальное оснащение
4. Технологическая наладка станка на изготовление детали по одному из вариантов со всеми расчетами.
5. Данные контрольных измерений размеров детали с выводами относительно правильности настройки станка, точности полученных размеров и рекомендациями по поднастройке станка (в случае необходимости).

Таблица 3.4

Предельные отклонения размеров в соответствии с ГОСТ

Интервал размеров, мм	Поля допусков					
	h10	h12	h14	H12	H14	$\frac{IT15}{2}$
	Предельные отклонения, мкм					
От 1 до 3	0	0	0	+100	+250	+200
	-40	-100	-250	0	0	-200
Свыше 3 до 6	0	0	0	+120	+300	+240
	-48	-120	-300	0	0	-240
Свыше 6 до 10	0	0	0	+150	+360	+290
	-58	-150	-360	0	0	-290
Свыше 10 до 14	0	0	0	+180	+430	+350
	-70	-180	-430	0	0	-350
Свыше 14 до 18						
Свыше 18 до 24	0	0	0	+210	+520	+420
	-84	-210	-520	0	0	-420
Свыше 24 до 30						

Лабораторная работа № 4

Настройка токарного гидрокопировального полуавтомата на обработку ступенчатого валика

1. Цель работы

Изучить особенности настройки гидрокопировального полуавтомата на обработку ступенчатого валика.

2. Материальное оснащение работы

Для выполнения настоящей работы требуется следующее оборудование и оснастка:

- 1 - гидрокопировальный полуавтомат модели 1712;
- 2 - резец проходной упорный;
- 3 - резец канавочный $b=3$ мм – 2 шт;
- 4 - заготовка вала;
- 5 - штангенциркуль и линейка;
- 6 - справочник.

3. Задание

Работа рассчитана на 4-х часовое занятие. Для заданного преподавателем варианта (табл.4.1) необходимо выполнить требуемые расчеты, произвести настройку станка и обработать ступенчатый валик.

Исходные данные для выполнения работы представлены на рис.4.1 и в табл.4. 1

4. Содержание работы

В данной работе обработка ступенчатого валика выполняется на гидрокопировальном полуавтомате модели 1712.

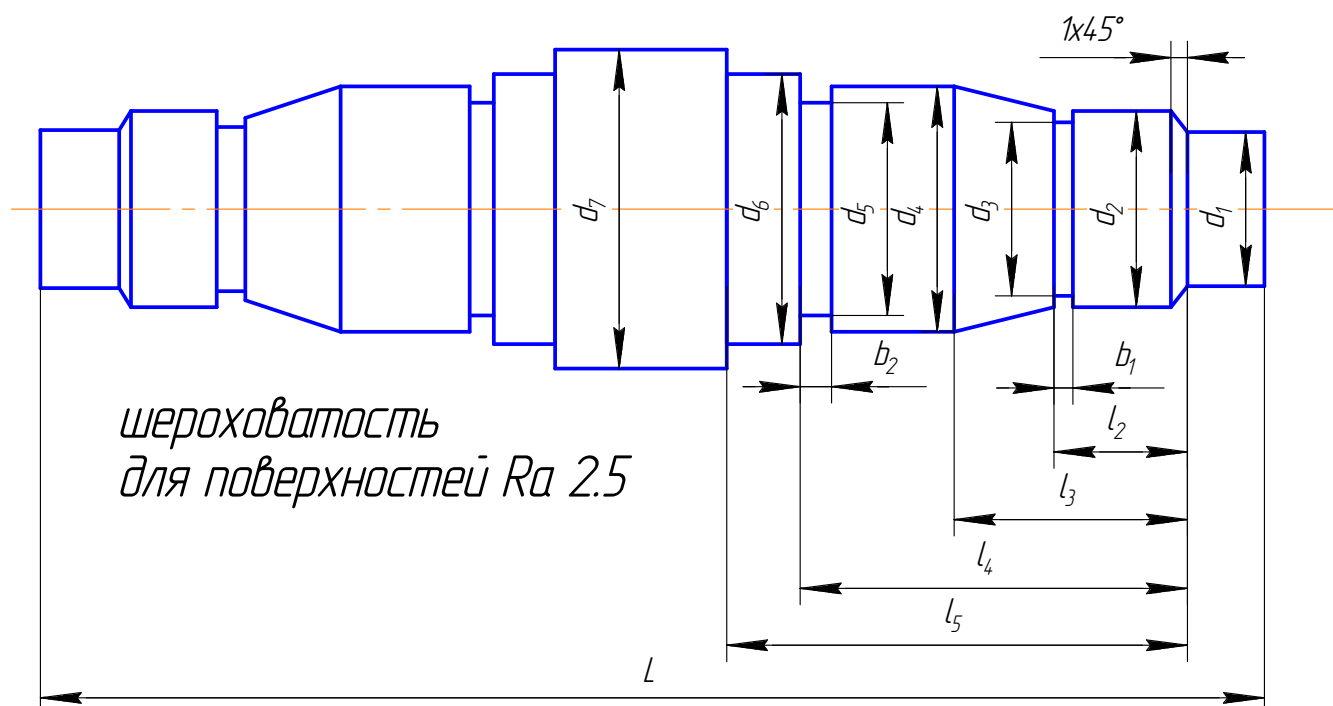


Рис. 4.1. Вал ступенчатый

Таблица 4.1

Вариант	Параметры вала, мм							
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	
1	39	49	47	59	57	64	80	
2	39	47	45	57	55	62	80	
3	39	45	43	55	53	60	80	
4	33	43	41	53	51	58	80	
	L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	b_1	b_2
1-4		38	61	102	152	164	5	4

На гидрокопировальных полуавтоматах можно обрабатывать установленные в центрах различные детали типа ступенчатых валов с простым и сложным криволинейным профилем из штучных заготовок, а также детали типа втулок, установленных на оправках.

Основной профиль заготовки 16 (рис. 4.2) обрабатывается одним резцом, установленным в копировальном суппорте. Привод копировального суппорта в продольном и поперечном направлениях

осуществляется гидравлической следящей системой, принцип работы которой заключается в следующем.

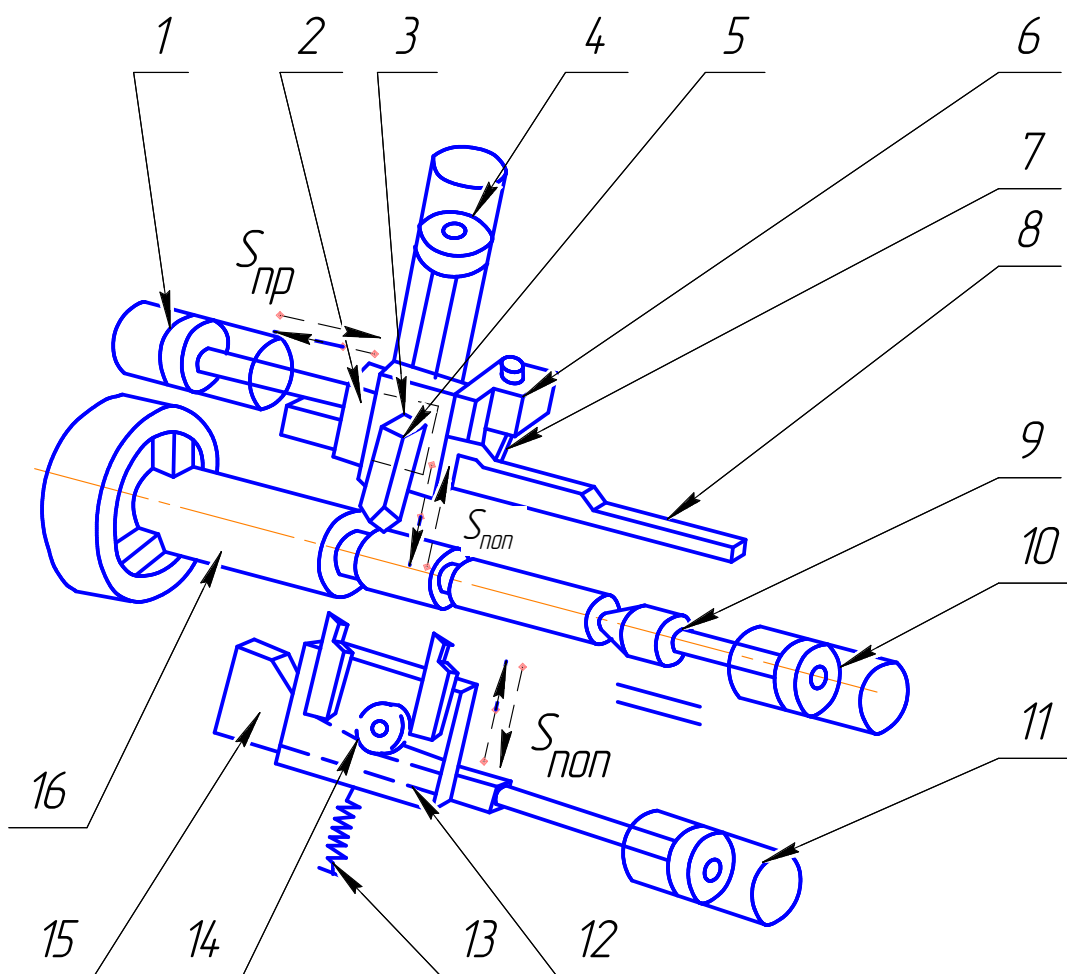


Рис. 4.2. Схема работы гидрокопировального полуавтомата

По поверхности копира 8 скользит наконечник щупа 7, закрепленного на рычаге, перемещающем золотник копировальной головки 6. Профиль наконечника щупа точно соответствует профилю резца копировального суппорта. Золотник, регулирующий подачу масла в гидроцилиндр 4 следящей системы суппорта, свободно перемещается внутри копировальной головки 6 и в процессе обработки заготовки постоянно поджимается пружиной вместе со щупом к поверхности копира.

Копировальная головка жестко связана с верхней частью 3 копировального суппорта и гидроцилиндра 4.

На горизонтальном участке копира щуп с золотником и копировальная головка находятся в согласованном (нулевом) положении. Давление масла в верхней и нижней полостях гидроцилиндра 4 одинаковое и поэтому поперечная подача суппорта отсутствует. Суппорт в это время получает только продольное перемещение с подачей от гидроцилиндра 1.

Когда наконечник щупа 7 подходить к выступу на поверхности копира, он поднимается вместе с золотником относительно копировальной головки вверх. Золотник открывает доступ масла в верхнюю полость гидроцилиндра 4, поршень со штоком которого жестко связан с продольной кареткой 2, а сам гидроцилиндр с верхней частью суппорта 3. В результате верхняя часть суппорта с резцом 5 начнет подниматься вверх. Вместе с ними поднимается вверх и копировальная головка 6. Их подъем будет происходить до тех пор, пока щуп с золотником и копировальная головка не займут опять согласованного положения. При опускании щупа вниз по профилю копира масло подается в нижнюю полость гидроцилиндра и верхняя часть суппорта вместе с резцом перемещается вниз.

Копировальный суппорт полуавтомата работает по такому циклу: быстрый продольный подвод; быстрый поперечный подвод; перемещение с рабочей подачей (обработка заготовки), а при необходимости с ускоренным проходом необрабатываемой поверхности заготовки, быстрый поперечный и продольный отвод.

Прорезка канавок, снятие, в некоторых случаях, фасок и, подобные виды работ выполняется на полуавтомате резцами, установленными в поперечном суппорте 12 (рис.4. 2). Перемещение поперечного суппорта осуществляется от ползуна 15 с наклонной поверхностью, по которой перекачивается ролик 14, жестко связанный с суппортом. При перемещении ползуна, соединенного с поршнем гидроцилиндра 11 вправо, ролик 14 перемещает суппорт вверх.

При перемещении ползуна влево суппорт под действием пружины 13 отходит вниз в исходное состояние.

Каждый суппорт полуавтомата имеет свой, независимый цикл работы, управляемый группой упоров, устанавливаемых на специальных линейках и воздействующих в заданных точках перемещения суппорта на конечные электровыключатели.

На копировальных полуавтоматах могут применяться плоские копиры-шаблоны и круглые копиры – эталонные детали. Размеры рабочего профиля копира по длине и высоте должны точно соответствовать профилю обрабатываемой на данном переходе части изготавливаемой детали. При проектировании копира определяют некоторые величины, которые учитываются при расчете его размеров.

Минимальную высоту копира для обрабатываемой детали H_{min} определяют по формуле

$$H_{min} = R_{min} + L + L_1 - L_2 - m_1,$$

где R_{min} - минимальный радиус обрабатываемой детали;

L - величина вылета резца;

L_1 - расстояние от рычага щупа до опорной поверхности на кронштейне для крепления копира;

L_2 - минимально возможное расстояние от торца копировального суппорта до линии центров;

m_1 - величина вылета наконечника щупа.

Для полуавтомата модели 1712

$L = 35-60$ мм; $L_1 = 60$ мм; $L_2 = 40$ мм; $m_1 = 10-12$ мм.

Другие размеры копира, соответствующие по высоте любому радиусу обрабатываемой детали R , определяются из выражения:

$$H = H_{min} + R - R_{min}.$$

При определении всей длины копира учитывают, что для ведения необходимой траектории движения резца на подходе к обрабатываемой заготовке его длина увеличивается вправо на 25-30 мм. Для размещения на копире упора, включающего в конце обработки быстрый поперечный отвод суппорта, длина копира увеличивается влево от точки окончания рабочего профиля копира на 100 мм.

Копиры изготавливаются из сталей марок 45, 40Х, 65Г с последующей закалкой до твердости HRC 45-60. Все участки рабочего профиля копира, соответствующие цилиндрическим поверхностям детали, рекомендуется обрабатывать с шероховатостью $R_a \leq 0,63$ мкм, а соответствующие торцовым поверхностям - не грубее $R_a = 1,25$ мкм. Допуски на размеры этих участков по высоте для большинства деталей равны $\pm 0,01$ мм, то есть в 3-4 раза меньше допусков на диаметры

обрабатываемых поверхностей. Допуск по длине принимается равным $\pm 0,1$ мм.

5. Конструкция гидрокопировального полуавтомата

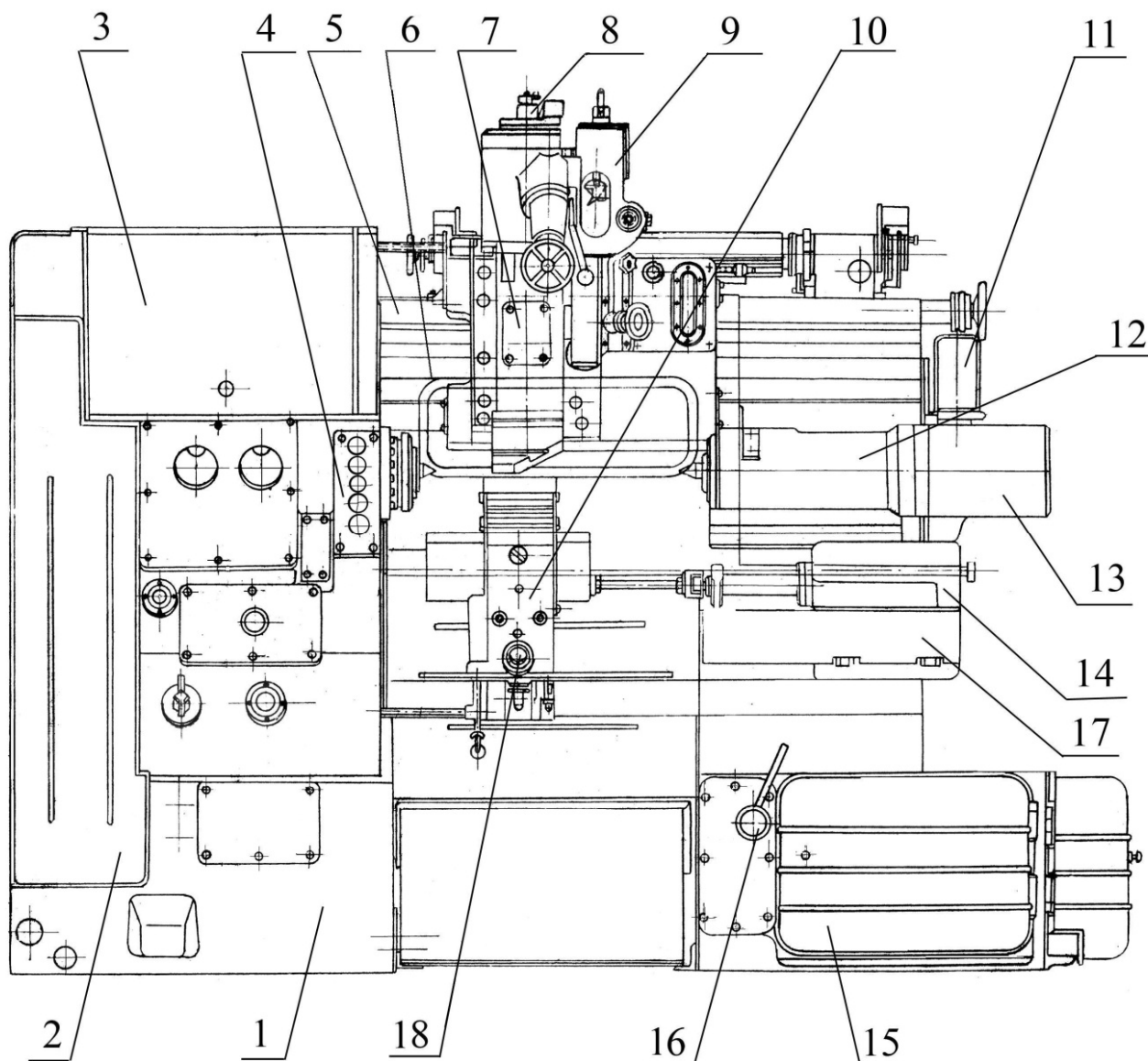


Рис. 4.3. Устройство гидрокопировального полуавтомата мод. 1712

Основные узлы и механизмы полуавтомата (рис. 4.3) смонтированы на станине 11 рамного сечения, которая правой частью своего

основания опирается на гидробак, а левой на моторную тумбу 1. В тумбе 1 установлен электродвигатель главного движения и резервуар для охлаждающей жидкости. С левой стороны станины установлена коробка скоростей 2 с рабочим шпинделем и гидроцилиндром 6 продольной подачи копировального суппорта.

С передней стороны станины на ее направляющих, расположенных в плоскости под углом 15° к вертикали, смонтированы копировальный суппорт 7 с гидроцилиндром 8 его поперечной подачи и копировальная головка 9 с гидрозупом; поперечный суппорт 10 с гидроцилиндром 14 их подачи; задняя бабка 12 с гидроцилиндром 13 подачи пиноли. На верхней части станины распложен механизм установки копира. На гидробаке установлены гидропанель 15 копировального суппорта и гидропанели подачи пиноли задней бабки и поперечного суппорта.

Гидрокопировальный полуавтомат может работать в наладочном и полуавтоматическом режимах. Управление полуавтоматом производится с наладочного пульта 3 и оперативного пульта 4. Упоры, управляющие работой копированного суппорта, расположены на подвижной линейке 5, а поперечного суппорта - на линейке, закрываемой крышкой 17. Управление зажимом задней бабки производится вручную поворотом рукоятки 16.

Копировальный суппорт (рис. 4.4) состоит из каретки 13 и верхней части суппорта 14.

Каретка 13, приводимая в действие гидроцилиндром, перемещается в продольном направлении по направляющим станины.

Верхняя часть суппорта 14 совершает поперечное перемещение с помощью гидроцилиндра 1, поршень 2 которого через шток 3 жестко связан с кареткой 13, а сам цилиндр 1 с верхней частью суппорта 14. По специальным направляющим гидроцилиндра 1 перемещается коробка 5, несущая на себе копировальную головку со зупом и электромагнит, управляющий золотником копировальной головки.

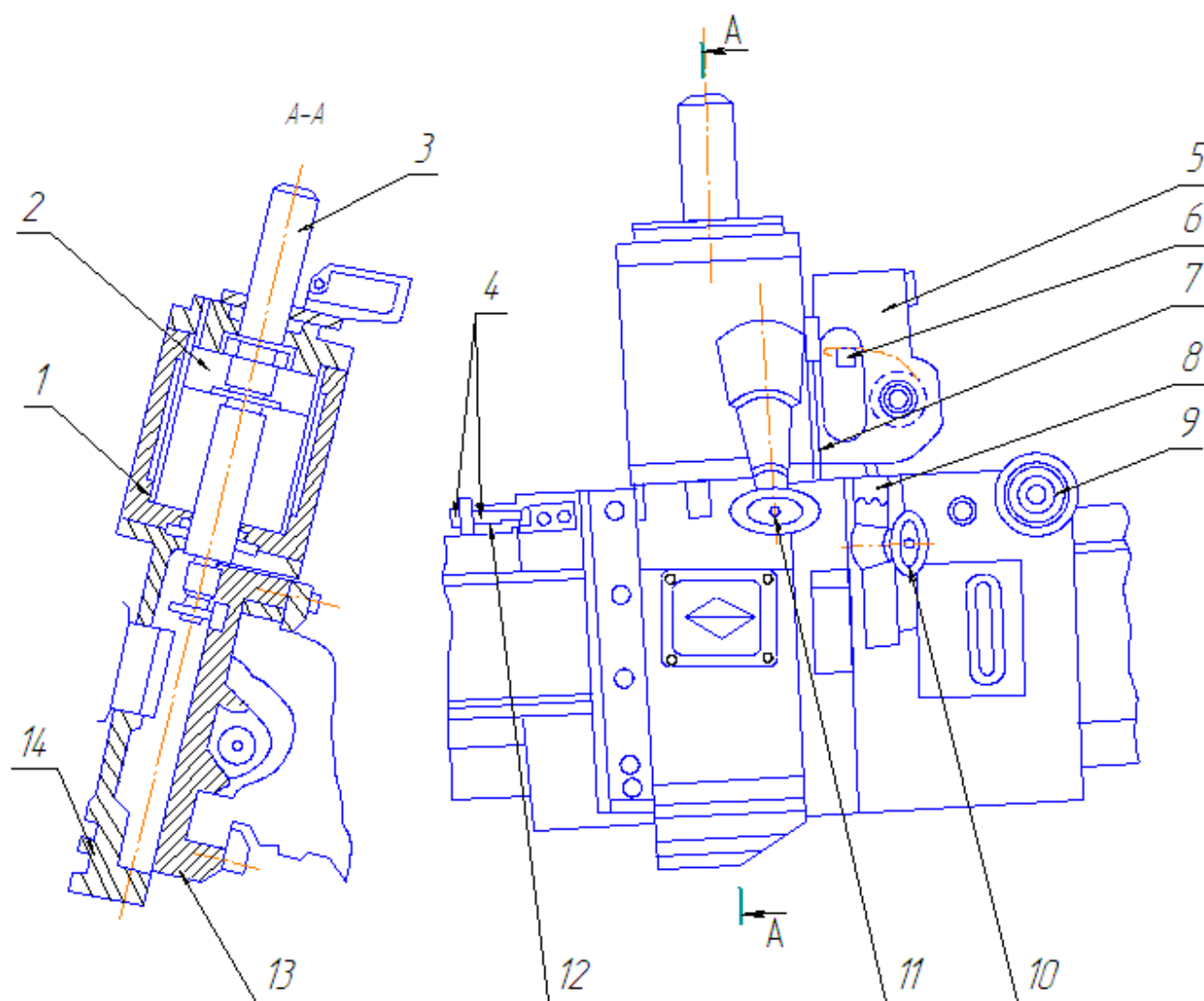


Рис 4.4 Копировальный суппорт полуавтомата 1712

Регулирование положения резца по диаметру обрабатываемой заготовки производится изменением расстояния между ощупывающим наконечником 6 и резцом. Это осуществляется путем соответствующего перемещения коробки 5 при вращении маховика 11. Отрегулированное положение фиксируется рукояткой 7.

Маховик 10 служит для регулирования места установки упора щупа 8. Работа по упору ведется при обработке заготовки в несколько проходов без изменения расстояния между наконечником щупа и резцом.

Маховиком 9 производится перемещение кронштейна с копиром вдоль направляющих станины для правильной взаимной установки по длине резца и копира.

Подрезной суппорт устанавливается на нижних направляющих станины в любом месте между передней бабкой и цилиндром, приводящем в его в движение. Закрепление суппорта в нужном положении на станине осуществляется с помощью прижимных планок.

Для установки подрезных резцов на нужный диаметр перемещают верхнюю часть суппорта относительно ползуна, что достигается вращением квадрата 18(см. рис. 4.3), при этом предварительно надо отвернуть крепежные винты, связывающие ползун с верхней частью суппорта.

Управление движением суппорта. Управление движением суппорта производится кулачками, воздействующими на конечные выключатели, которые размещены на корпусе гидроцилиндра. Кулачки же размещены на планке, связанной со штоком цилиндра.

Для закрепления обрабатываемых заготовок и их вращения на копировальном полуавтомате применяются различные поводковые патроны и центры.

6. Наладка гидрокопировального полуавтомата

Наладка копировального полуавтомата приводится при его работе в наладочном режиме и заключается в согласованной установке копира, резцов и упоров, управляющих включением конечных выключателей суппортов и золотников гидросистемы.

Основным техническим документом для наладки станка является карта наладки, приведенная для примера в табл. 4.2.

Рекомендуется такой последовательность наладки полуавтомата:

- подготовка к наладке;
- настройка заданной частоты вращения шпинделя;
- установка и регулировка положения задней бабки;
- регулировка давления в гидросистеме;
- установка и регулировка скоростей перемещения суппортов и пиноли задней бабки;
- наладка копировального суппорта;
- наладка поперечного суппорта;

- обработка пробных заготовок при работе в полуавтоматическом режиме и проведение необходимой подналадки.

Настройка заданной частоты вращения шпинделя осуществляется путем установки сменных зубчатых колес А и Б и переключения двухвенцовых блоков коробки скоростей в требуемое положение.

Для настройки копировального суппорта при помощи маховика 10 (см.рис. 4.4) выдвигают в верхнее положение упор щупа 8. Затем устанавливает копир, закрепляют точно по центру резец в резцедержавке, закрепляют в пазу рычага щуп наконечника и устанавливают заготовку в центры.

Вся наладка копировального суппорта разделяется на наладку его перемещений в продольном и поперечном направлениях. Наладка продольных перемещений суппорта производится путем установки на линейке (рис. 4.5) соответствующих упоров.

Наладка поперечных перемещений копировального суппорта заключается в получении правильного размера диаметра первой (меньшей) ступени обрабатываемой заготовки. Остальные размеры получаются автоматически при управлении от копира. Настройка суппорта на получение заданного чертежом диаметра первой ступени детали производится поперечным перемещением верхней части суппорта при вращении маховика 11, который после регулирования фиксируется рукояткой 7.

Наладка поперечного суппорта заключается в его установке в требуемое положение по длине обрабатываемой детали и установке упоров на линейке, определяющих величины и последовательность перемещений.

Карта наладки гидрокопировального полуавтомата

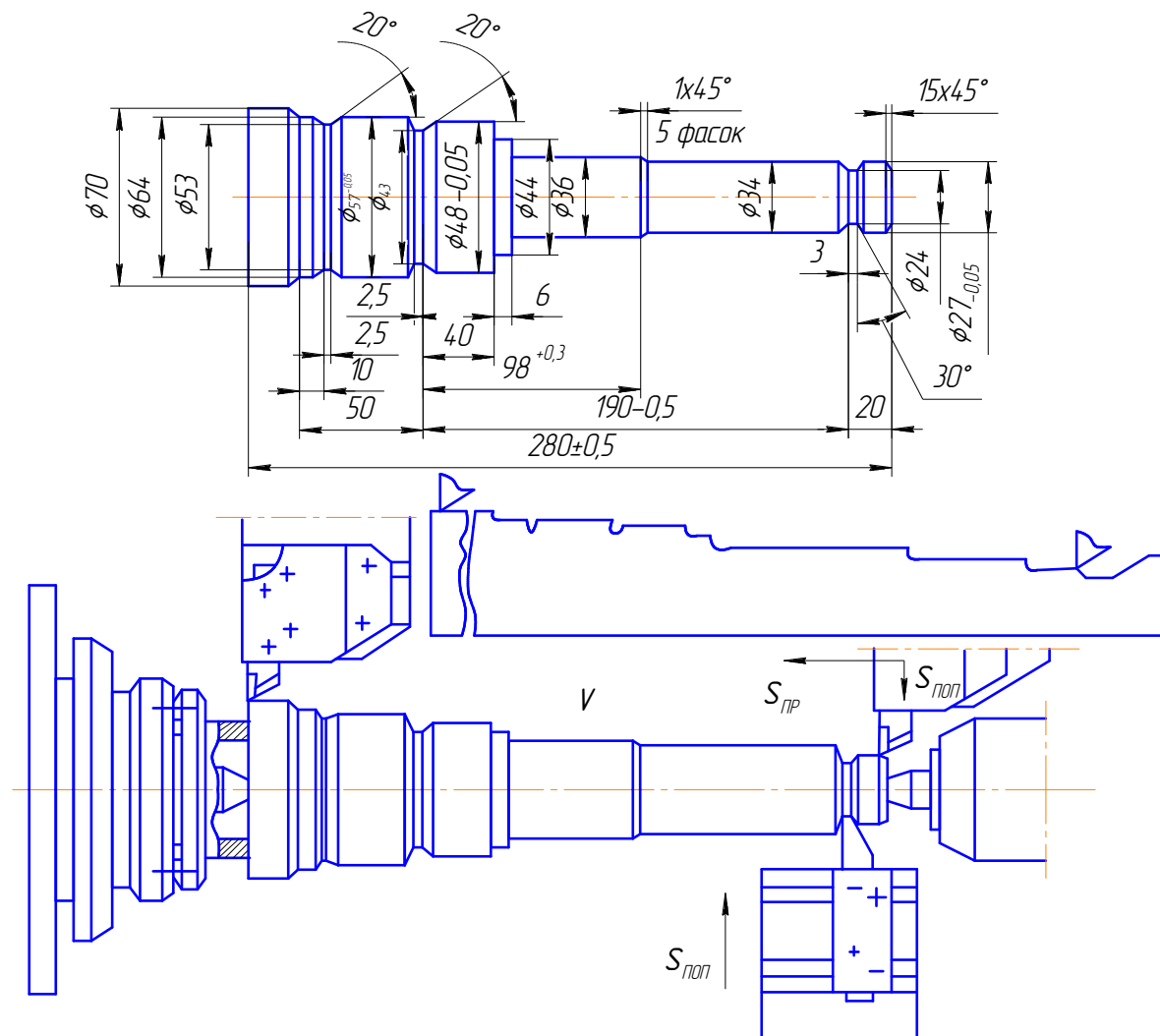


Таблица 4.2

Наименование детали			Вал	Вид заготовки		Поковка		Материал	Сталь 40X		
Наименование суппорта	Наименование переходов			Ход инструментов, мм	Подача инструментов		Число оборотов шпинделя на данный переход, n_p	Расчетная скорость резания, V_p	Действительная скорость резания, V_d	Подразделение оборотов	
					$\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	$\frac{\text{мм}}{\text{мин}}$				от	до
Копировальный	Обточить профиль заготовки по копиру			290	064	315,5	644	151	154,5	0	644
Поперечный	Проточить канавку шириной 3 мм			7	0,2	140,6	35	101	59,6	609	644
Сменные зубчатые колеса	А	31	Положение блоков зубчатых колес коробки скоростей	Левого	2	Скорость быстрого перемещения суппортов, м/мин			Подвод		1,5
	Б	50		Правого	1				Отвод		2,0
Частота вращения шпинделя, мин				703	Время обработки одной заготовки, мин						1,57

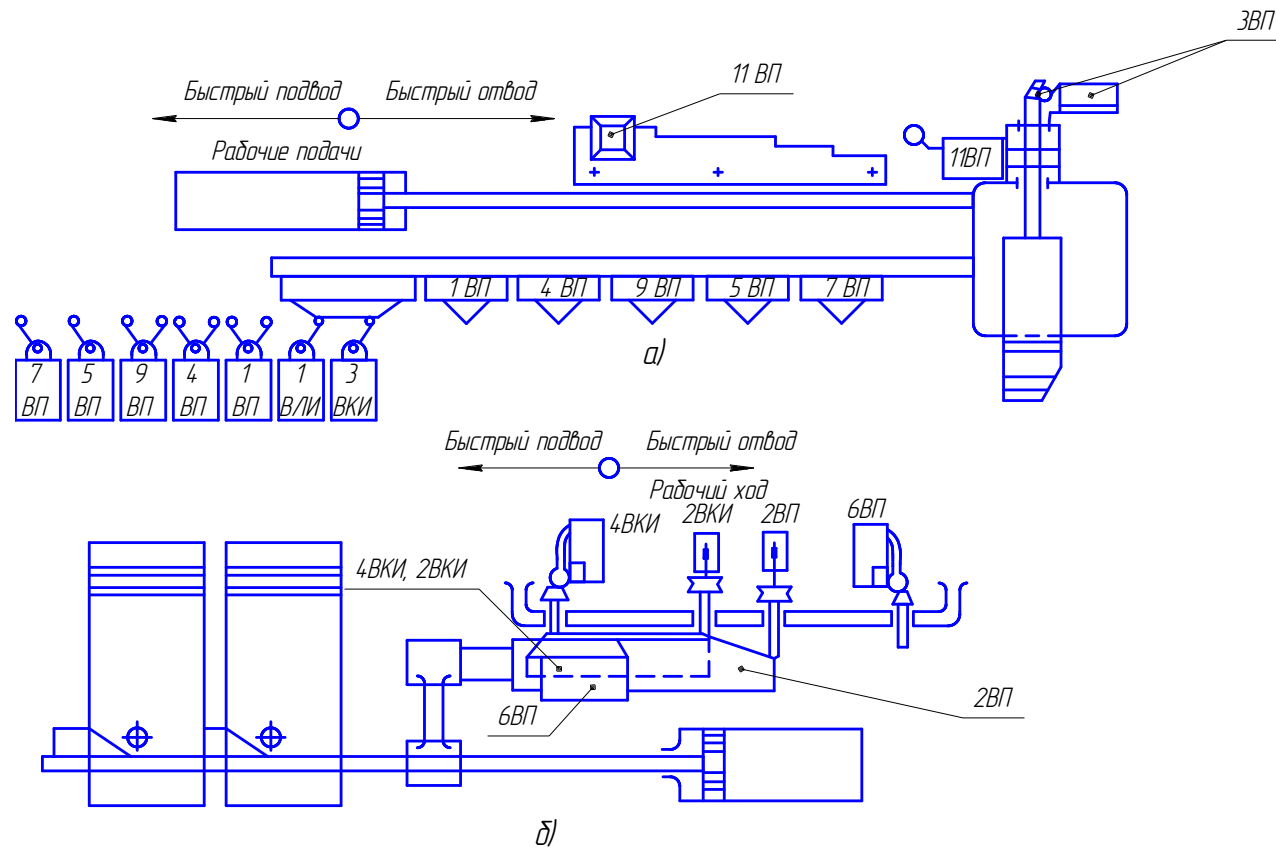


Рис. 4.5. Конечные выключатели и кулачки, управляющие движением суппортов:

а) – копировальный (1 ВКИ и 3ВКИ – кулачки блокировки электроцепи и останова суппорта в исходном положении; 1 ВП – кулачок быстрого поперечного подвода; 3 ВП – кулачок влечения быстрого продольного отвода; 4 ВП – кулачок включения подрезного суппорта; 9 ВП и 5 ВП – кулачки включения соответственно быстрого прохода и II скорости; 7 ВП – кулачок включения быстрого прохода; II ВП – кулачек включения быстрого поперечного отвода);

б) – подрезной (4 ВКИ и 2 ВКИ – кулачки блокировки электроцепи и останова суппорта в исходном положении; 6 ВП – кулачок переключения на обратный ход; 2 ВП – кулачок рабочей подачи.

7. Порядок выполнения работы

7.1. Спроектировать копир (см. п. 4).

7.2. Определить величину хода инструментов $l_{р.х.} = l_o + l_{доп}$,

где l_o - ход резца непосредственно при обработке детали (для резца, установленного в копировальном суппорте нужно учитывать продольные и поперечные его перемещения);

$l_{доп}$ - дополнительных ход резца, состоящий из подвода, врезания и пробега (стр. 1)

7.3. Назначить режимы резания используя справочник [1]: глубину резания - t , мм; подачу - S , мм/об.заг; скорость резания – V , м/мин.

При чистовой обработке подача S выбирается исходя из требуемого класса шероховатости обрабатываемых поверхностей, при черновой – максимально допустимая по условиям прочности и жесткости системы СПИД.

Скорость резания V определяется для лимитирующего резца с учетом его стойкости (стр. 36 и 46 [1]).

По выбранной скорости резания определяется расчетная частота вращения шпинделя n_p мин, которая затем корректируется по паспортным данным станка.

7.4. Составить карту наладки полуавтомата.

7.5. Настроить станок.

7.6. Обработать заготовку.

8. Содержание отчета

8.1. Наименование работы.

8.2. Условия выполнения работы (данные о станке и технологической оснастке).

8.3. Принцип работы станка.

8.4. Эскиз обрабатываемой детали.

8.5. Эскиз копира.

8.6. Расчет величины хода инструментов и режимов резания.

8.7. Карта наладки полуавтомата.

Лабораторная работа № 5

Наладка зубодолбежного станка на обработку зубьев зубчатых колес

1. Цель работы

Ознакомиться с принципом нарезания зубчатых колес круглыми долбьями. Изучить устройство зубодолбежного станка. Освоить методику расчета параметров настройки и сущность наладки станка.

2. Материальное обеспечение

1. Зубодолбежный станок модели 514.
2. Заготовка зубчатого колеса.
3. Круглый долбяк.
4. Оправка.
5. Штангенциркуль.
6. Индикатор.
7. Штангензубомер.

3. Назначение и принцип работы станка

Зубодолбежный станок модели 514 является полуавтоматом и предназначен для обработки цилиндрических зубчатых колес с внешним и внутренним зацеплением с прямыми и винтовыми зубьями, а так же для нарезания зубьев на блочных (многовенцевых колесах).

Процесс нарезания зубьев ведется по методу обкатки, воспроизводя зацепление двух цилиндрических колес, одно из которых является режущим инструментом (долбьяком), а второе заготовкой. Долбяк закрепляется на конце шпинделя и получает прямолинейное возвратно-поступательное движение. При движении вниз долбяк получает рабочий ход, срезая стружку с заготовки. Обратный ход долбяка является холостым, в это время стол с заготовкой отводится на небольшое расстояние от долбяка, что обеспечивает уменьшение сил трения и износа зубьев долбяка. К моменту начала рабочего хода стол возвращается в исходное положение.

Обрабатываемая заготовка устанавливается на оправке, закрепленной на столе. Соотношение частот вращения долбяка и

заготовки обратно пропорционально отношению чисел их зубьев, т.е. они вращаются так, как будто действительно находятся в зацеплении (рис.5.1).

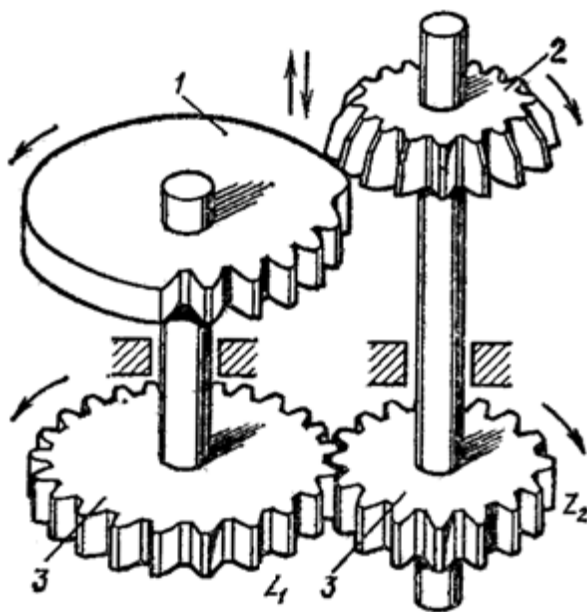


Рис. 5.1. Схема зацепления долбяка с заготовкой при зубодолблении:
1 — заготовка; 2 — долбяк; 3 — колесо

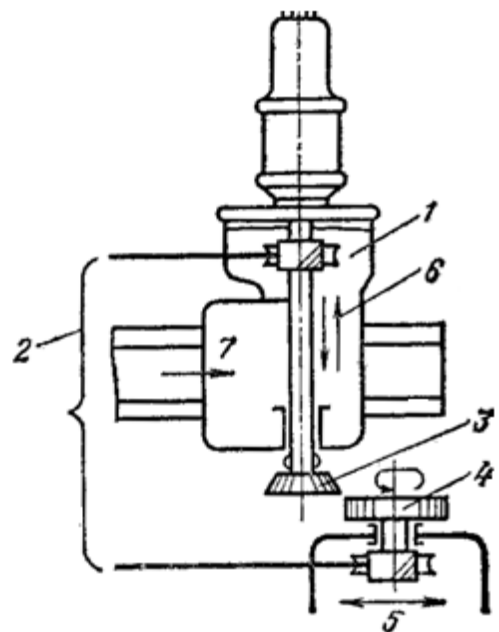


Рис. 5.2. Движение рабочих органов зубодолбежного станка:
1 — суппорт; 2 — гитара деления;
3 — долбяк; 4 — заготовка;
5 — отвод стола; 6 — главное движение; 7 — направление

Перед началом работы долбяк вплотную подводится к наружной поверхности заготовки. После этого включается радиальная подача шпиндельной головки для обеспечения врезания долбяка в заготовку на требуемую глубину. По окончании врезания радиальная подача прекращается и нарезание выполняется в течение полного оборота заготовки только с круговой подачей.

В зависимости от модуля нарезаемого колеса его обработка осуществляется за один, два и три прохода. При многопроходной обработке процесс врезания повторяется перед каждым проходом. В зубодолбежных станках, работающих по полуавтоматическому циклу, осуществляются следующие движения (рис. 5.2):

- возвратно-поступательное движение шпинделя с долбяком (главное движение)
- непрерывное вращение стола с заготовкой, согласованное с вращением долбяка (круговая подача);

непрерывное врезание долбяка в заготовку на требуемую глубину (радиальная подача);

- отвод стола с заготовкой от долбяка при обратном ходе последнего и возврат его в исходное положение перед началом резания;

- отвод суппорта долбяка, когда нарезание закончено.

4. Устройство и характеристика станка

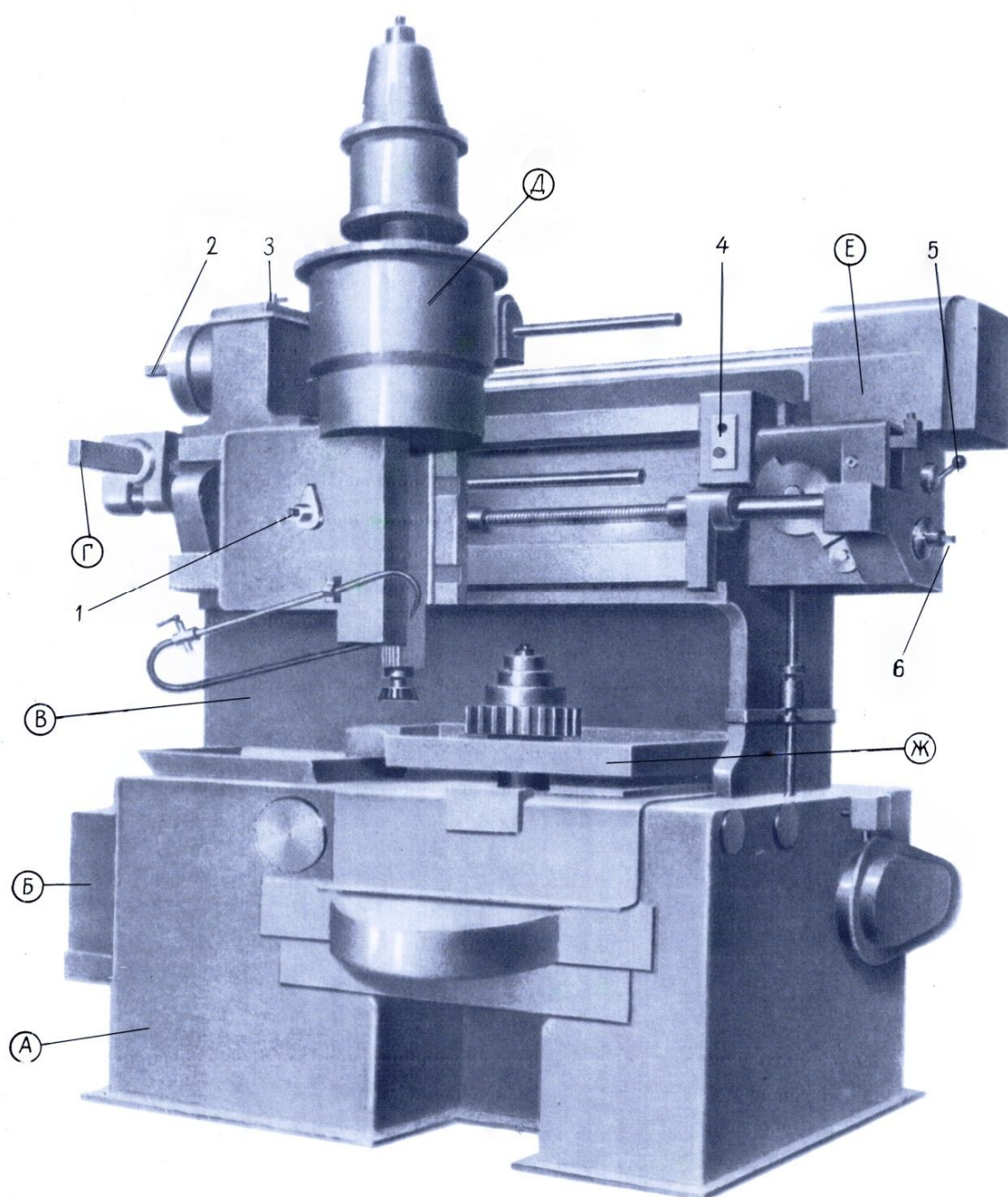


Рис.5.3 Общий вид станка мод. 514

Общий вид зубодолбежного станка модели 514 представлен на рис.5.3. Основными узлами станка являются: нижняя часть станины – А; делительная гитара – Б; верхняя часть станины – В; кривошипно-шатунных механизм привода шпинделя с долбяком – Г; шпиндельная головка – Д; механизм радиальной плачи шпиндельной головки – Е; стол – Ж.

Органы управления

- 1 – квадрат для ручного перемещения шпиндельной головки;
- 2 – квадрат для ручного поворота долбяка и заготовки;
- 4 – кнопочная станция;
- 5 – рычаг включения радиальной подачи долбяка;
- 6 – квадрат для ручного поворота кулачка радиальной подачи долбяка.

Основные паспортные данные станка

Размеры обрабатываемых изделий	
Модуль нарезаемых зубьев, мм	2-6
Наружный диаметр зубчатых цилиндрических колес с прямыми зубьями, мм	20-462
Наибольший наружный диаметр зубчатых цилиндрических колес с косыми зубьями при угле наклона 23° , мм	462
Наибольший наружный диаметр изделия при нарезании внутренних зубьев, мм	550
Наибольшая ширина обработки группы зубчатых колес, мм	105
Наибольший угол наклона косого зуба, град	23
Наибольший диаметр начальной окружности зубчатых колес с наружными зубьями, мм	450
Наибольший диаметр начальной окружности зубчатых колес с внутренними зубьями при диаметре долбяка 100 мм, мм	
Ширина нарезаемого колеса с внутренними зубьями, мм	75
Стол	
Наибольшее расстояние от оси долбяка до оси шпинделя стола, мм	350
Наибольший отход стола от режущей кромки инструмента во время обратного хода, мм	0,5

Внешний диаметр фланца шпинделя стола, мм	210
Отверстие в шпинделе стола: меньший диаметр конусного отверстия, мм конусность	40 1 :10
Суппорт	
Наибольший ход штосселя долбяка, мм	125
Расстояние от стола до опорной плоскости инструмента, мм: наибольшее наименьшее	35 160
Наибольшее продольное перемещение суппорта, мм	510
Величина перемещения суппорта на одно деление шкалы для установки на глубину зуба, мм	0,02
Расчетный диаметр долбяка, мм	
Механика станка	
Частота двойных ходов долбяка в минуту	125; 178; 253; 359
Круговые подачи на один двойной ход долбяка, мм	0,17; 0,21; 0,24; 0,30; 0,35; 0,44
Средние радиальные подачи на один двойной ход долбяка, мм	0,024; 0,048; 0,095;

Основные элементы и органы управления станком представлены на рис. 5.4.

Элементы станка и рукоятки управления

- 1 – нижняя станина
- 2 – верхняя станина
- 3 – коробка скоростей;
- 4 – автомат;
- 5 –суппорт;
- 6 - механизм круговых подач;

- 7 – стол;
- 8 – кожух гитары деления;
- 9 – рычаг переключения коробки скоростей;
- 10 – рычаг переключения коробки скоростей;
- 11 – штоссель долбяка;
- 12 – квадрат для ручного перемещения суппорта;
- 13 – рычаг переключения реверсивного механизма для одновременного изменения направления вращения долбяка и заготовки;
- 14 – кожух сменных зубчатых колес механизма круговых подач;
- 15 – привод для быстрого вращения заготовки;
- 16 – лимб установки на глубину врезания;
- 17 – кожух сменных зубчатых колес подачи радиального врезания;
- 18 – квадрат для ручного вращения кулака управления;
- 19 – рычаг включения муфты радиальной подачи;
- 20 – винт продольного перемещения суппорта;
- 21 – кран подачи охлаждающей жидкости;
- 22 – кожух электродвигателя установочного вращения долбяка и заготовки;
- 23 – квадрат для одновременного ручного вращения долбяка и заготовки;
- 24 – тяга для качания собачки отсчета;
- 25 – крышка электроаппаратуры;
- 26 – кнопка «толчок» для пуска электродвигателя толчками;
- 27 – линейный выключатель;
- 28 – пакетный выключатель насоса охлаждения;
- 29 – кнопочная станция управления электродвигателем установочного вращения заготовки;
- 30 – кнопочная станция главного электродвигателя;
- 31 – переключатель для выключения собачки отсчета;
- 32 – упор суппорта;
- 33 – крышка резервуара охлаждающей жидкости

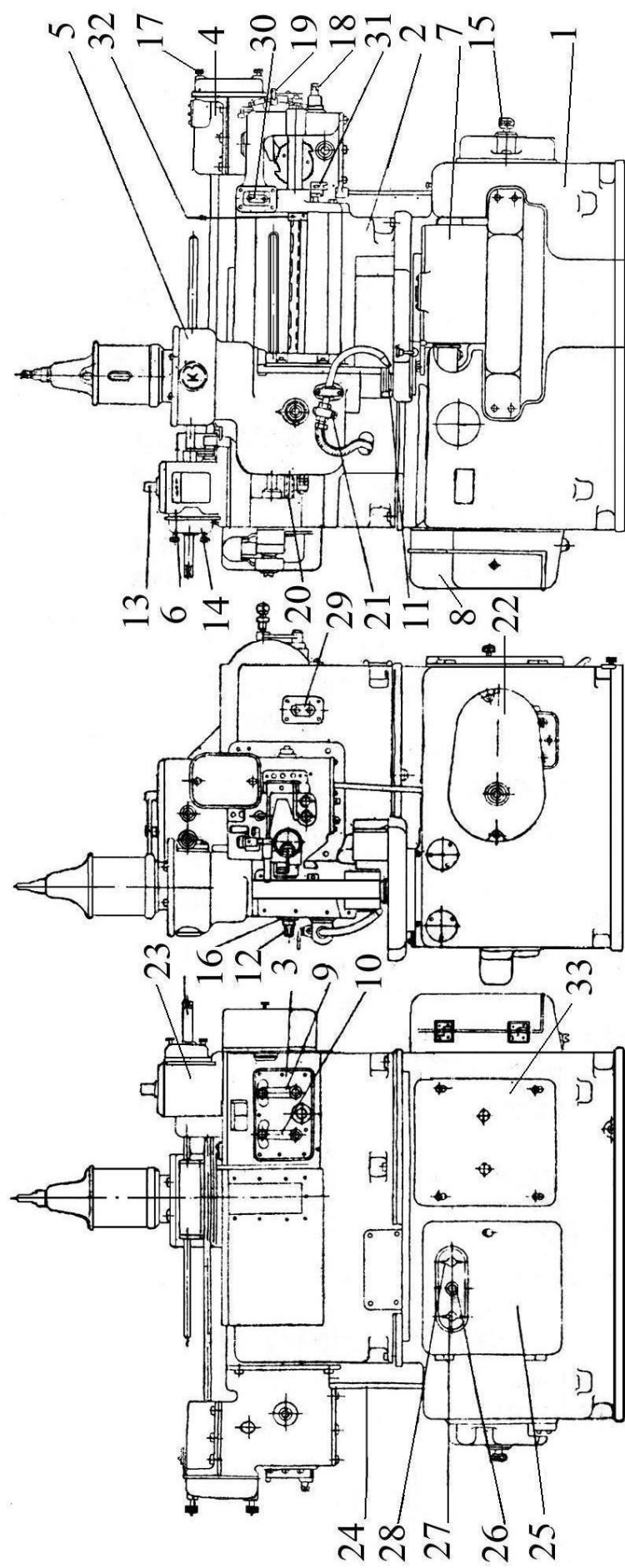


Рис. 5.4. Основные элементы и органы управления станком

5. Кинематика станка

Кинематическая схема станка представлена на рис.5.5.

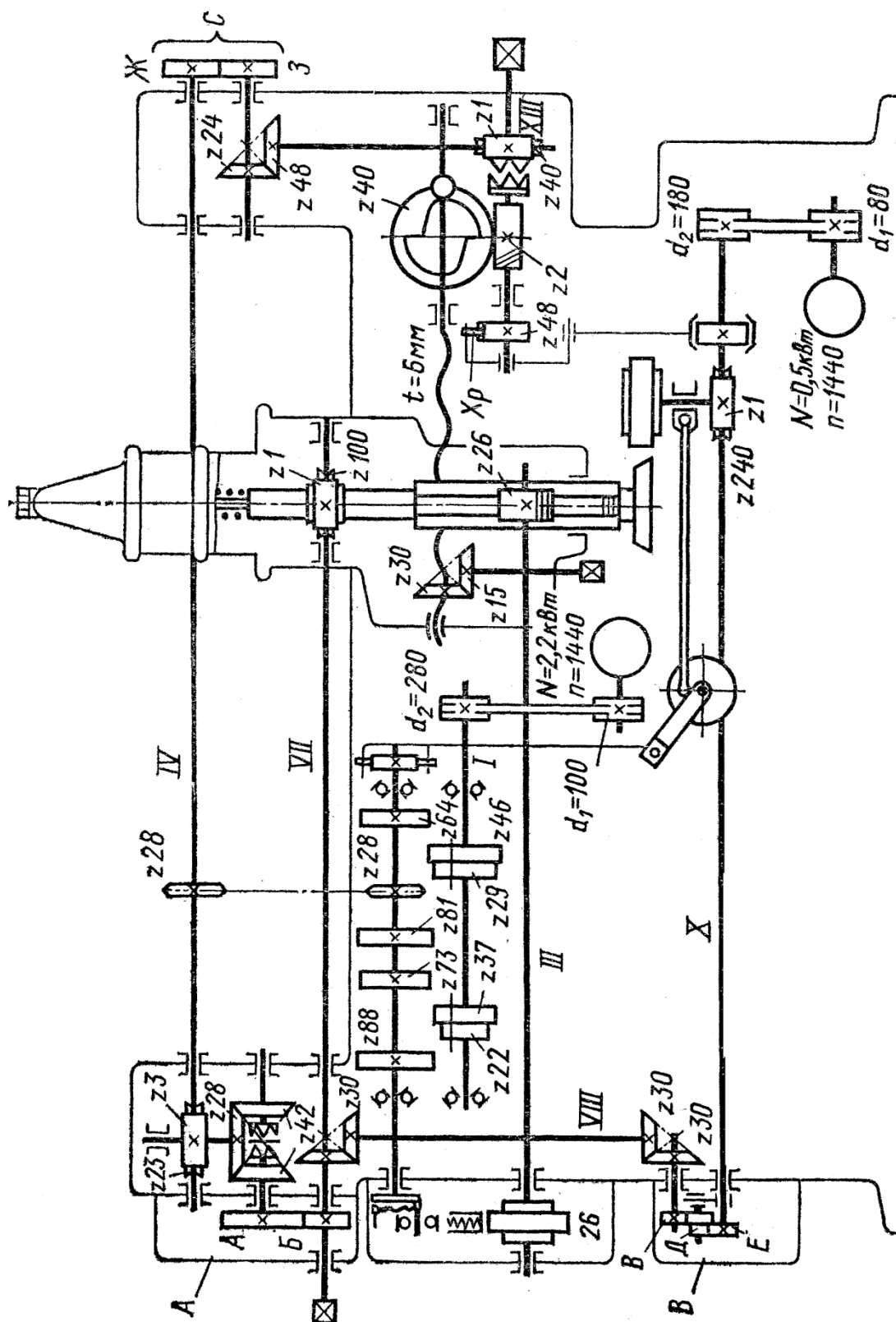


Рис. 5.5. Кинематическая схема зуболобежного станка мод. 514

А – гитара круговых подач; В – гитара деления; С – гитара радиальных подач

Механизм станка приводится в движение от двух индивидуальных электродвигателей: один из них предназначен для основных движений, а другой, вспомогательный для быстрого поворота стола, это необходимо для выверки устанавливаемой на станке заготовки.

Возвратно-поступательное движение долбяка

Данное движение является главным движением резания. Для сообщения возвратно-поступательного движения штосселю, несущему долбяк, применен механизм, состоящий из кривошипного диска, закрепленного на левом конце вала II, рейки 10 с реечным колесом вала III и реечного колеса 13 с рейкой 14 штосселя.

Частота двойных ходов долбяка равна частоте вращения кривошипного диска.

Уравнение кинематической цепи главного движения имеет вид

$$n_{\partial} = 1440 \cdot \frac{100}{280} \cdot i_{\text{к.с.}}, \quad (5.1)$$

$$\text{откуда } i_{\text{к.с.}} = \frac{n_{\partial}}{500 \left(\frac{22}{88}, \frac{29}{81}, \frac{37}{73}, \frac{46}{64} \right)},$$

где n_{∂} - частота двойных ходов долбяка в минуту;

$i_{\text{к.с.}}$ - передаточное отношение коробки скоростей.

Частоту двойных ходов долбяка определяют, исходя из заданной скорости резания и длины хода L :

$$n_{\partial} = \frac{1000V_{\text{ср}}}{2L} \quad (5.2).$$

Длина хода долбяка L определяется с учетом ширины нарезаемого венца B и величины выхода долбяка вверх и вниз относительно заготовки

$$L = B + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}}. \quad (5.3)$$

Величина выхода $(l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}})$ обычно принимается в пределах 5...20 мм в зависимости от ширины венца или по уравнению

$$l_{\text{вых}} \approx 0,15B \quad (5.4)$$

Вращательное движение долбяка

Вращение долбяка и заготовки, обеспечивающее движение обкатки, представляет собой так же движение круговой подачи. Это движение заимствуется от вала II через звездочки 9 и 19, вал IV, червячную передачу 20 и 21, вал V, конические колеса 22 и 23, вал VI, сменные колеса А и Б гитары круговых подач, вал VII и делительную червячную пару 28-89. Круговая подача $S_{кр}$ – длина дуги по делительной окружности долбяка, на которую он повернется за один двойной ход. За это время он совершит долю оборота, равную $S_{кр}/(\pi d_{долб})$. Следовательно, за один оборот кривошипного диска долбяк должен сделать $S_{кр}/(\pi d_{долб})$ оборота. В таком случае уравнение цепи круговых подач имеет следующий вид:

$$1 \text{ дв.ход долбяка} \cdot c, \quad (5.5)$$

откуда
$$i_{кр.под.} = \frac{A}{B} = 366 \frac{S_{кр}}{d_{долб}}. \quad (5.6)$$

станок снабжен тремя парами сменных колес гитары круговой подачи: 34/55, 39/50, 42/47, 47/42, 50/39, 55/34 (сумма зубьев каждой пары 89).

Вращательное движение заготовки

Установленная на столе станка заготовка получает вращательное движение от вала VII через коническую передачу 24-25, вал VIII коническую передачу 26-27, вал IX, сменные колеса В-Г, Д-Е гитары деления, вал X и делительную червячную пару стола 28-29.

За время одного оборота долбяка заготовка должна сделать Z_{∂}/Z оборота, следовательно уравнение кинематической цепи имеет вид

$$1 \text{ об. долб.} \cdot \frac{100}{1} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{28}{42} \cdot i_{дел} \cdot \frac{1}{240} = \frac{Z_{\partial}}{Z}, \quad (5.7)$$

откуда
$$i_{дел} = \frac{B}{Г} \cdot \frac{Д}{Е} = 2,4 \frac{Z_{\partial}}{Z}. \quad (5.6),$$

где Z_{∂} - число зубьев долбяка;

Z - число зубьев нарезаемого колеса.

Станок снабжен набором сменных зубчатых колес гитары деления со следующими числами зубьев: 20; 24; 25; 26; 30; 33; 35; 37; 38; 40; 41; 43; 45; 47; 78; 50; 55; 58; 60; 65; 70; 74; 80; 85; 90; 95; 96; 97; 98; 100; 120.

Для облечения подбора сменных колес гитары число зубьев колеса Д берется в простом кратном отношении к числу зубьев долбяка, а именно: 1:1 или 2:1.

Обычно на станке модели 514 используются долбяки с диаметром делительной окружности 100 мм,

тогда
$$Z_{\partial} \approx \frac{100}{m}.$$

Радиальная подача долбяка

Радиальная подача – врезание долбяка в заготовку осуществляется горизонтальным перемещением суппорта по направляющим станины под воздействием вращающего кулачка (рис. 6).

Движение передается от вала IV через сменные зубчатые колеса Ж и З гитары радиальных подач, вал XI, конические колеса 30-31, вал XII, червячную передачу 32-33, вал XIII, червячную передачу 34-35 и кулачек радиальной подачи, от которого через ролик продольное перемещение сообщается винту 12, а с ним и суппорту.

Кулачки могут быть одно-, двух- и трехпроходными. В соответствие с выбранным кулачком заготовку нарезают за один, два или три прохода в зависимости от ее материала, модуля и требуемой точности. Независимо от числа проходов основное врезание происходит за время поворота кулачка на 90° или 180°. На этом участке радиус кулачка постепенно увеличивается. При обработке заготовка после врезания совершает еще один оборот, кулачек поворачивается на 90°, после чего ролик попадает во впадину кулачка, а станок автоматически останавливается. Наибольший радиус кулачка сделан таким образом, чтобы обеспечить врезание на полную высоту нарезаемого зуба.

Характеристика обработки колеса приведена в табл. 1, из которой видно, что полный цикл работы станка, т.е. обработка одной заготовки, совершается за один оборот двух- или трехпроходного и за пол-оборота однопроходного кулачка.

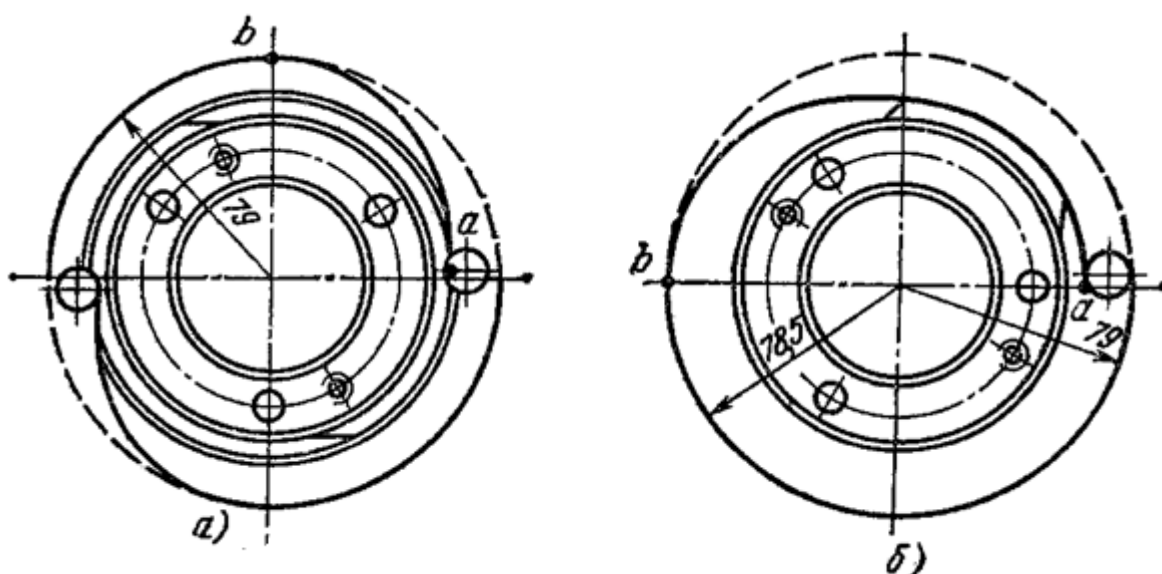


Рис. 5.6 Кулачки для радиального врезания
а – однопроходный, б - двухпроходный

Таблица 5.1

Характеристика проходов при нарезании зубьев на
зубодолбежном станке мод. 514 с кулачком для радиального врезания

№ прохода	Число проходов обработки								
	1			2			3		
	Вид кулачка								
	Однопроходной			Двухпроходной			Трехпроходной		
	Число оборотов (проходов) заготовки после врезания								
	1			2			3		
	Проход	Срезаемый припуск, мм	Угол поворота кулачка, град	Проход	Срезаемый припуск, мм	Угол поворота кулачка, град	Проход	Срезаемый припуск, мм	Угол поворота кулачка, град
1	Чистовой	h	90	Черновой	$h-0,5$	90	Черновой	$h-3$	90
2	-	-	-	Чистовой	0,5	90	Получистовой	2,5	90
3	-	-	-	-	-	-	Чистовой	0,5	90

Примечание: 1. Угол поворота кулачка при основном врезании: однопроходного и трехпроходного 90°, двухпроходного 180°.

2. Полная высота неукороченного зуба $h = 2,25m$.

Радиальную подачу s_δ (глубина врезания долбяка в заготовку за двойной его ход) выбирают по таблицам режимов резания и обеспечивают настройкой гитары радиальной подачи. За один двойной ход долбяка в период врезания кулачек совершит

$$s_p = l \cdot \frac{28}{28} \cdot i_{p.n.} \cdot \frac{24}{48} \cdot \frac{l}{40} \cdot \frac{2}{40} H \text{ мм/ход, (9)}$$

где $i_{p.n.}$ - передаточное отношение гитары радиальной подачи;

H – шаг подъема спирали на участке ab врезания кулачка.

Станок модели 514 снабжен сменными колесами, позволяющими осуществлять следующие радиальные подачи:

Гитара подач (Ж/З)	25/50	38/37	20/25
s_p , мм/ход	0,024	0,048	0,096

После окончания врезания происходит автоматическое переключение, в результате которого кулачек получает вращение не от гитары радиальных подач, а от храповика. Кулачки всех типов построены так, чтобы за 90° поворота каждого из них (после врезания) стол с заготовкой сделал один оборот. При этом согласно кинематической схеме за каждый цикл качания собачка храпового механизма захватывает один зуб храпового колеса.

Быстрое установочное вращение стола с заготовкой осуществляется от отдельного электродвигателя мощностью 0,5 кВт через шкивы диаметром 80 и 180 мм, вал X и делительную червячную пару 11/240. при этом должны быть выведены из зацепления сменные колеса гитары деления, а механизм храповика выключен.

6. Работа механизмов станка

Кривошипно-шатунный механизм. Кривошипный диск 2

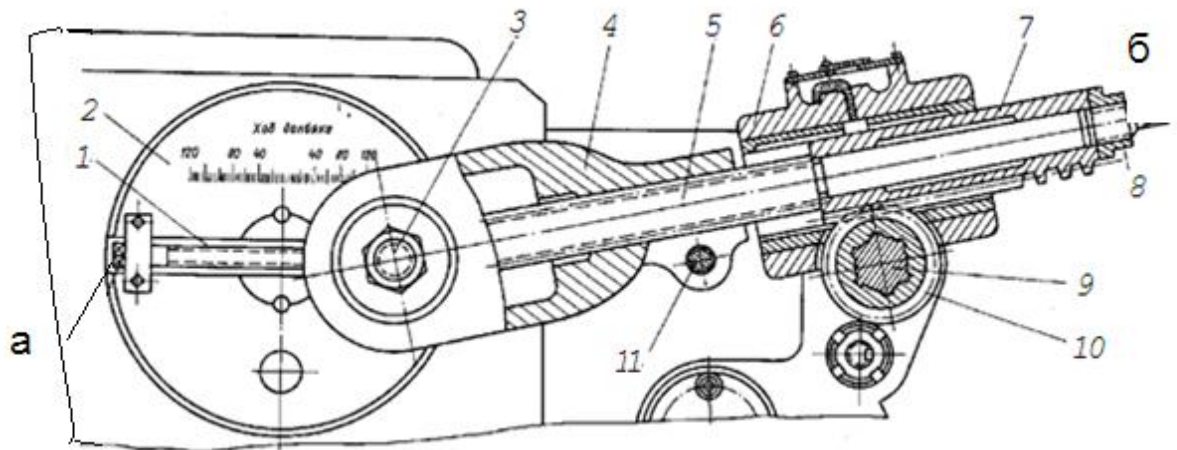


Рис.5.7 Кривошипно-шатунный механизм

(рис. 5.7, а) с пальцем 3 жестко закреплен на валу II коробки скоростей (см. рис. 5). На палец 3 кривошипного диска надет шатун 4, в который ввернут винт 5, имеющий справа гладкую цилиндрическую шейку. На цилиндрическую часть винта 5 надета гильза 7 с нарезанной на ней рейкой. Последняя находится в постоянном зацеплении с реечным колесом 10, насаженным на шлицевый вал 9.

1. При вращении кривошипного диска 2 шатун 4 вместе с винтом 5 и гильзой-рейкой 7, которая перемещается в качающейся направляющей 6, сообщают реечной шестерне 10 и валу 9 возвратно-вращательное движение. На этом валу (см. вал III на рис. 5.5) находится реечное колесо, сообщающее шпинделю возвратно-поступательное движение.

Механизм отвода стола. В момент хода шпинделя с долбяком вверх эксцентрик 6 (рис.5.8; см. также Э на рис.5), укрепленный на валу 5, сообщает возвратно-поступательное движение рамке 4 с двумя роликами, плотно прижатыми к поверхности эксцентрика 6, тяге 3 и

хомутику 2. Хомутик 2 связан с коромыслом 1, закрепленным на валике 13. На другом конце валика 13 укреплен кривошипный диск 12 с пальцем 11, на который надет шатун 10, шарнирно связанный с корпусом 9 стола станка.

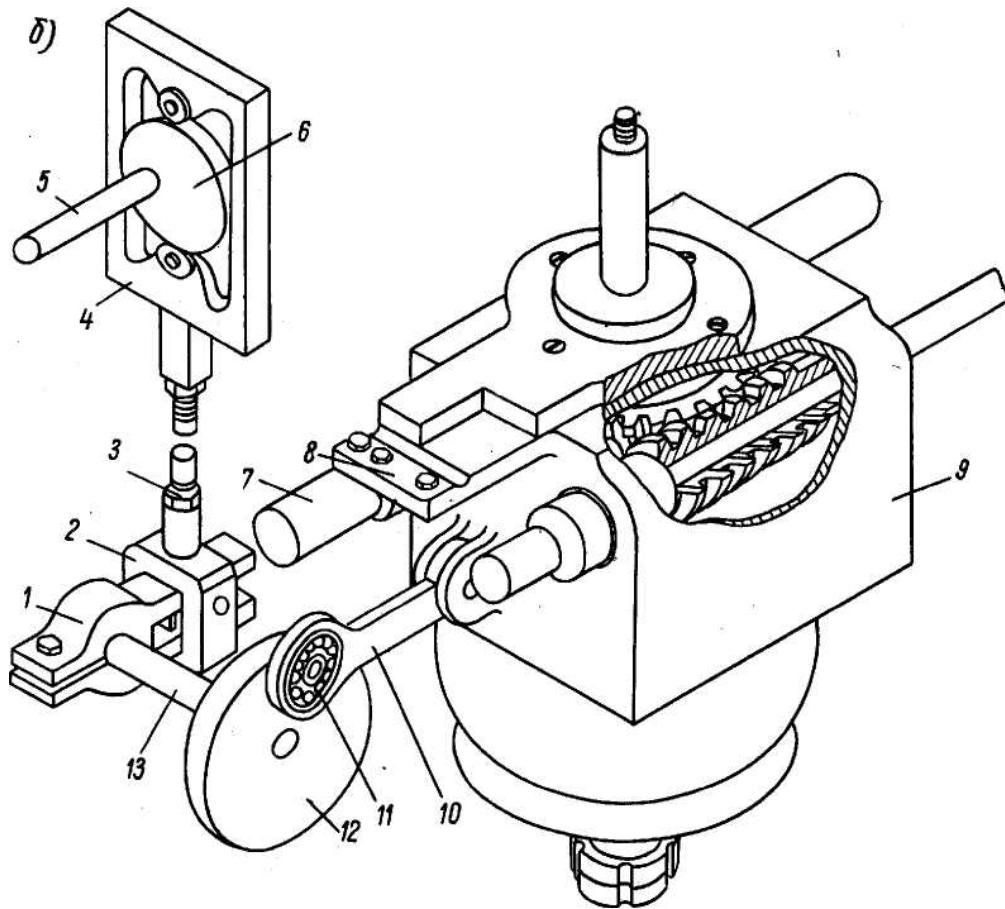


Рис.5.8 Механизм отвода стола

При ходе шпинделя с долбяком вверх эксцентрик 6 перемещает рамку 4 вниз, поворачивая кривошипный диск 12 и отводя стол с заготовкой от долбяка.

Для устранения ударов, могущих возникнуть при износе деталей механизма отвода стола и влияющих на точность нарезаемых зубьев шестерен, служат планка 8 и упор 7.

Механизм подачи и счетно-выключающее устройство. На рис. 5.9, изображен механизм радиальной подачи шпиндельной головки и автоматическое устройство для выключения станка по окончании обработки заготовки.

После быстрого ручного подвода долбяка до соприкосновения с поверхностью заготовки поворотом рычага 11 вправо под выступ

Фиксатор 10 прикреплен к рычажку 12, который покоится своим левым концом на выступе (на рисунке не виден) тыльной части кулачка 16, удерживая этим рычаг 11 во включенном положении.

This diagram shows an exploded perspective view of a mechanical assembly. The components are numbered as follows: 1 (a bracket-like part), 2 (a shaft), 3 (a large gear), 4 (a small gear), 5 (a long shaft), 6 (a circular disc), 7 (a brush-like component), 8 (a spring), 9 (a spring), 10 (a bracket), 11 (a long shaft), 12 (a bracket), 13 (a roller), 14 (a bracket), 15 (a rectangular block), 16 (a long shaft), 17 (a bracket), 18 (a bracket), 19 (a gear), 20 (a shaft), 21 (a bracket), 22 (a gear), 23 (a shaft). The assembly includes a gear train with gears 3, 4, and 19, a brush component 7, and various structural brackets and shafts.

Рис.5.9 Механизм подачи и счетно-выключающее устройство

передачу 7—22, вал 23, червяк 20 и червячное колесо 3, сидящее на одном валу с кулачком 16. К поверхности кулачка 16 пружиной прижимается ролик 13, укрепленный на правом конце винта 17, связанного со шпиндельной головкой. В начале рабочего цикла ролик 13 находится во впадине кулачка 16. При вращении кулачка ролик катится по его криволинейной поверхности и перемещает винт 17 и шпиндельную головку вправо, осуществляя врезание долбяка в заготовку. Как только врезание закончится и осевое перемещение винта 17 прекратится, выступ на тыльной части кулачка 16 отходит от левого конца рычага 12 и последний под действием пружины 9 приподнимает фиксатор 10, освобождая рычаг 11, который под действием пружины 8 поворачивается влево, смещая влево вал 21. При смещении влево вал 21 выключает муфту M_2 , освобождая червячное колесо и разъединяя цепь вращения кулачка от вала 5. Одновременно смещается влево и сухарь 18, освобождая собачку 2. Собачка под действием собственного веса опускается и входит в зацепление с храповым колесом 19, которое начинает поворачиваться вследствие качания сектора 1, приводимого в движение от кулачка /C2, закрепленного на валу X (см. кинематическую схему рис. 134).

При каждом качательном движении сектора 1 и храповой собачки 2 храповое колесо 19 поворачивается на один зуб, приводя в движение через червячную передачу 20—3 кулачок 16; при этом ролик 13 будет скользить по концентричной части профиля кулачка, вследствие чего радиальной подачи происходить не будет. С этого момента стол с заготовкой должен совершить один поворот для полной обработки заготовки.

По окончании цикла обработки ролик 13 попадает во впадину кулачка 16, винт 17 под действием пружины (на чертеже не показана) перемещается влево и, нажав упором 14 на конечный выключатель 15, выключает станок.

7. Наладка станка

Наладка станка проводится в следующем порядке:

1. Установка долбяка.
2. Выбор оправки для крепления заготовки.
3. Установка и проверка оправки.
4. Установка и проверка заготовки.

5. Установка числа двойных ходов долбяка.
6. Установка длины хода долбяка.
7. Установка хода долбяка относительно заготовки.
8. Установка долбяка на глубину врезания.
9. Настройка гитары деления.
10. Настройка сменных зубчатых колес круговых подач.
11. Настройка сменных зубчатых колес радиальных подач.
12. Пуск станка.
13. Останов станка и снятие обрабатываемого изделия.

Помимо того предусматриваются дополнительные случаи наладки:

1. Вторичная установка обрабатываемого колеса.
2. Нарезание зубчатых колес с внутренним зацеплением.
3. Нарезание зубчатых колес с косым зубом.

Установка долбяка

Перед установкой долбяка на шпиндель надо убедиться, что шпиндель совершенно чист. Долбяк насаживается на шпиндель плотно и без ударов, режущими кромками вниз. Опорное кольцо долбяка должно быть достаточного диаметра и толщины, чтобы обеспечить жесткое крепление долбяка.

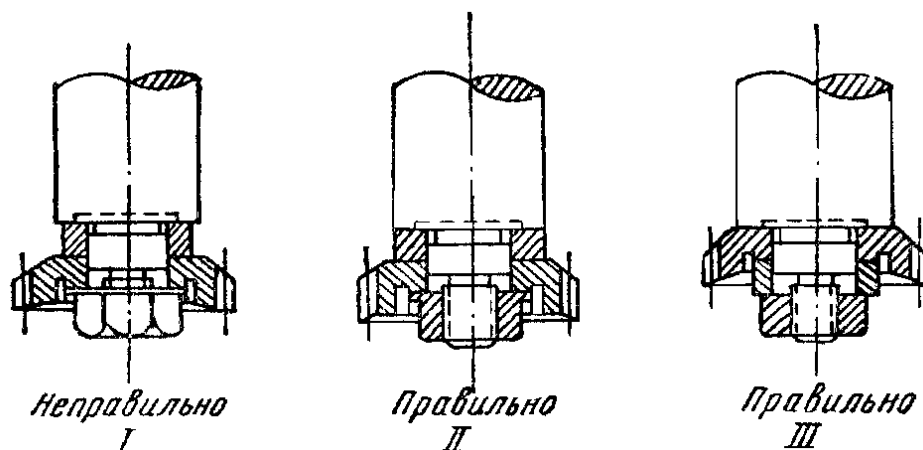


Рис. 5.8. Крепление долбяка

Изображенное на рис. 5.8 крепление в позиции I является неправильным из-за недостаточного диаметра кольца. В позициях II и III показано правильное крепление долбяка.

Радиальное биение долбяка проверяется индикатором и оно не должно превышать 0,01...0,02 мм.

Выбор оправки и крепление заготовки

Оправка, на которой крепят заготовку, имеет обратный конус и выставляется в шпиндель стола снизу через окно нижней станины. Заготовка центрируется оправкой и опирается на подставку, имеющую точно обработанные торцевые с допуском на параллельность их в 0,005 мм на 100 мм длины. Между отверстием подставки и оправкой обязателен зазор. Сверху заготовку прижимают гайкой через специальную шайбу. Подставка и прижимная шайба должны иметь такие размеры, которые не препятствовали работе долбяка, т.е. диаметры их должны быть немного меньше диаметра окружности впадин

Установка и проверка оправки

Перед установкой оправку и конусное отверстие втулки необходимо тщательно протереть. Оправка должна быть плотно и точно установлена в конусном отверстии втулки. После установки оправку проверяют на биение посредством индикатора. Для этого включают электродвигатель, находящийся справа в нижней станине, который через клиновую ременную передачу вращает червяк и червячное зубчатое колесо стола. Перед этим следует предварительно выключить электродвигатель главного привода, расцепить гитару деления и выключить собачку отсчета. Биение оправки проверяют индикатором, стойку которого крепят к планке суппорта. Биение не должно превышать 0,01 мм на расстоянии 80 мм от стола. По окончании проверки вспомогательный электродвигатель должен быть остановлен.

Установка и проверка заготовки

Заготовка должна плотно, без качания сидеть на цилиндрической части оправки. Торцы заготовки, подставки, зажимной шайбы и гайки должны быть совершенно чистыми. При нарезании одного или нескольких зубчатых колес необходимо перед их зажатием проверить концентричность боковых

поверхностей по отношению к отверстиям. Для этого заготовку поворачивают на оправке от руки, замеряя биение внешнего диаметра индикатором, закрепленным на планке суппорта. Допускаемое биение заготовки — от 0,02 до 0,06 мм, в зависимости от модуля, диаметра и точности нарезаемого колеса.

Проверка имеет значение для правильной установки величины врезания, если замер толщины зуба ведется от внешнего диаметра нарезаемого колеса.

После проверки заготовку закрепляют на оправке так, чтобы при нарезании она не сдвигалась. Затем рекомендуется вторично проверить биение заготовки для определения перпендикулярности торцов заготовки относительно оси. Если перпендикулярность не соблюдена, то подобные заготовки при их зажиме изгибают оправку. Для проверки снова включают электродвигатель вращения стола. В том случае, если биение закрепленной заготовки окажется больше, чем при предыдущей проверке (с освобожденной гайкой), и разность этих двух отсчетов по индикатору превышает допускаемую величину биения начальной окружности, то заготовку следует снять с оправки и подвергнуть дополнительной обработке, в противном случае нельзя будет получить точной обработки зубьев колес. По окончании проверки электродвигатель вращения стола надо остановить.

Установка частоты двойных ходов долбяка

Частота двойных ходов долбяка, устанавливаемая при обработке данного колеса, зависит от длины хода долбяка и требуемой скорости резания. Скорость резания выбирают в зависимости от модуля и материала обрабатываемого колеса, а длину хода долбяка устанавливают в зависимости от ширины нарезаемого зуба.

Подобрав ближайшую к расчетному значению частоту двойных ходов долбяка, устанавливают рычаги 9 и 10 коробки скоростей (см. рис. 5.4) в соответствующее положение. На станке имеются следующие частоты двойных ходов долбяка: 125, 178, 253, 359.

Установка длины хода долбяка

Длину хода устанавливают, пользуясь указателем на шкале кривошипного диска шатунного механизма (см. рис. 5.7 а). Настройка на требуемую длину хода шпинделя с долбяком достигается поворотом квадрата «а» винта 1. При повороте этого винта изменяется радиус окружности, по которой движется кривошипный палец 32,

что вызывает изменение длины хода шатуна 4 и рейки 7, которые, в свою очередь, меняют угол поворота реечного колеса 10, определяющего длину хода долбяка.

Установка хода долбяка относительно заготовки

После закрепления заготовки на рабочем столе и установки длины хода долбяка надо поверить правильность верхнего и нижнего положений долбяка относительно заготовки. Для этого надо освободить гайку 3 (рис. 5.7) и вращать винт 4 при помощи рукоятки, надетой на его конец. При этом рейка 5 будет перемещаться и вращать зубчатое колесо 6, которое сидит на одном шлицевом валу с реечным колесом, сцепленным с рейкой на втулке шпинделя долбяка. Выход долбяка вверх и вниз по отношению к заготовке должен быть осуществлен согласно расчетам. По окончании регулирования верхнего и нижнего положений долбяка гайку 3 и винт 7 разрезной части шатуна надо закрепить. При обработке блочных колес необходимо, чтобы кромка долбяка отстояла от торцевых плоскостей заготовки не менее чем на 5 мм.

Для сохранения режущих кромок долбяка в станке имеется реверсивный механизм. При переключении рукоятки 13 (рис. 5.7) одновременно изменяют направление вращения долбяка и заготовки. Благодаря этому правые и левые режущие кромки зубьев долбяка изнашиваются одинаково.

Установка долбяка на глубину врезания

При обработке колес с модулем не выше 2 мм применяют однопроходный кулачок подачи. При необходимости получения повышенной точности или обработке колес из твердой стали, а также при обработке колес с модулем выше 2 мм применяют двух- и трехпроходные кулачки, в зависимости от твердости обрабатываемого материала, модуля и требуемой чистоты обработки.

Установка на глубину врезания производится следующим образом: при выключенной муфте 10 (рис. 5.9) вращают вал 9 от рукоятки до тех пор, пока ролик 4 вала 3 окажется в точке а кулачка 2. Подводят суппорт вручную поворотом рукоятки, надетой на квадрат 12 (рис. 5.9), пока зуб долбяка не коснется слегка заготовки. Еще немного проворачивают вал 9 (рис. 5.9), чтобы ролик 4 упал во

впадину кулачка 2. После этого суппорт подводят к заготовке на полную высоту зуба, производя отсчет по лимбу 16 у квадрата 12 (рис 5.9). Точность установки долбяка проверяют обмером зуба.

7. Порядок выполнения работы

В соответствии с полученным заданием определить исходные данные по табл. 5.2 и рассчитать основные параметры зубчатого колеса.

Таблица 5.2

Варианты заданий

№ п/п	Материал заготовки	Модуль	а		б		в		г	
			Z	B	Z	B	Z	B	Z	B
1	Сталь 40	2,5	56	25	40	30	62	20	86	32
2	Сталь 40ХН	3,0	38	30	46	36	60	40	68	44
3	Сталь 18ХГТ	2,5	40	25	60	28	78	30	90	32
4	Сталь 50Г	4,0	60	40	58	44	56	40	72	42
5	C4 25	3,0	62	30	46	32	80	34	50	40
6	C4 30	2,5	88	25	62	28	70	30	90	36
7	C4 35	2,0	80	30	58	28	60	25	100	30
8	C4 20	4,0	40	40	34	36	58	32	62	46

Примечание: для всех вариантов колеса соответствуют 7-й степени точности, шероховатость поверхностей зубьев Ra 2,5, колеса прямозубые.

Таблица 5.3

Круговые подачи $s_{кр}$ при работе долбяками на вертикальных зубодольежных станках (обрабатываемый материал – сталь углеродистая $HB \leq 190$; серый чугун $HB \leq 170 - 207$)

Проход	Модуль, мм	$s_{кр}$ (мм/дв. ход) при мощности привода станка, кВт			
		1,5	1,5-2,5	2,6-5	5
Черновой	2-4	0,35	0,45	-	-
	5	0,25	0,40		
	6	0,2	0,35		
	8	-		0,45	-
	10			0,35	0,45
	12			0,25	0,35
Чистовой	2-12	0,25-0,3			

Примечания: 1. в зависимости от твердости стали вводят поправочный коэффициент, значения которого приведены ниже.

<i>HV</i>	До 190	190-220	220-240	240-290
Коэффициент	1	0,9	0,8	0,7

2. Подачи, указанные в таблице, для черновой обработки применяют при одном последующем проходе, а при двух последующих проходах увеличивают на 15-20%.

3. Если рассчитанные значения круговой подачи для чернового и чистового прохода различные, то следует принимать наименьшую.

4. Радиальные подачи (подачи при врезании) принимают равными (0,1-0,3) $s_{кр}$.

Таблица 5.4

Скорость резания при нарезании зубьев на вертикальных зубодолбежных станках

$s_{кр}$, мм/дв. ход	Обработка				
	по сплошному металлу				по прорезанному зубу
	V (м/мин) при модуле m , мм				
	2	4	6	8-12	2-12
0,10	41	28	25	25	-
0,13	36	29	22	22	-
0,16	32	22	20	20	44
0,20	29	20	18	18	39
0,26	25	17	16	16	34
0,32	23	15	14	14	31
0,42	20	14	13	13	25
0,52	18	12	11	11	-
T для прохода, ч: чернового чистового		5	4	7	5

Расчетное значение скорости резания определяются с учетом конкретных особенностей обработки с помощью поправочных коэффициентов

$$V_{расч} = V_{табл} \cdot K_{v_1} \cdot K_{v_2}$$

Значения поправочных коэффициентов приведены в таблицах.

Таблица 5.5.

Поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств материала

HB	$\sigma_{в}, \text{Н/мм}^2$	K_{v_1}
160	550...600	1,25
190	650...700	1,0
220	750...800	0,8
250	850...900	0,7
300	1000...1100	0,4

Таблица 5.6

Поправочные коэффициенты в зависимости от химического состава материала

Материал	K_{v_2}
Сталь	
углеродистая (35, 40, 45 и т.п.)	1,0
низколегированная (40Х, 30ХН и т.п.)	0,9
легированная (18ХНВА, 6ХНМ, 38ХНЮМ и т.п.)	0,75
чугун серый	0,8

2. Назначить число проходов для нарезания колеса (см. табл. 5.1) и выбрать тип кулачка.

3. Выбрать тип долбяка и рассчитать число его зубьев.

4. Определить длину хода долбяка.

5. выбрать по табл. 2, 3, 4, 5 режимы резания $S_{кр}$, $S_{рад}$, V и откорректировать их с учетом условий обработки.

6. Рассчитать частоту двойных ходов долбяка и передаточное отношение коробки скоростей.

7. Рассчитать основное время на обработку зубьев по формуле

$$T_o = \frac{\pi \cdot m \cdot Z}{n_d \cdot S_{кр}} \cdot i + \frac{h}{n_d \cdot S_p},$$

где m - модуль нарезаемого колеса;

Z – число зубьев колеса;

n_{∂} - частота двойных ходов долбяка;

$S_{кр}$ - круговая подача;

i - число проходов;

h - высота зуба колеса;

S_p - радиальная подача врезания.

8. Определить передаточное отношение гитары круговых подач и подобрать сменные зубчатые колеса.

9. Определить передаточное отношение гитары деления и подобрать сменные зубчатые колеса.

10. Определить передаточное отношение гитары радиальной подачи и подобрать сменные зубчатые колеса (шаг подъема спирали $H=76,8$).

11. Произвести наладку станка.

12. Выполнить обработку зубьев колеса.

13. проконтролировать обработку зубьев колеса.

14. Составить отчет.

6. Содержание отчета

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Материальное обеспечение.

4. Эскиз нарезаемого колеса.

5. Эскиз кулачка.

6. Операционный эскиз обрабатываемого колеса с указанием технологических баз и необходимых размеров.

7. Данные о режущем инструменте.

8. Расчет режимов резания.

9. Расчет сменных зубчатых колес гитар круговых и радиальных подач, гитары деления.

10. Расчет других параметров наладки.

11. Результаты контроля зубчатого венца.

12. Выводы.

Лабораторная работа № 6

Изучение работы с операторным пультом станка мод. EEN-400

Задание

1. Ознакомиться с технической характеристикой, устройством и принципом работы токарного станка с оперативной системой управления мод. EEN-400.
2. Ознакомиться с технической характеристикой устройства ЧПУ Н-712 и пультом оператора.
3. Набрать управляющую программу, составленную в работе №5, осуществить размерную привязку и выполнить пробную обработку детали.

6.1. Техническая характеристика

Высота центров, мм	– 190
Диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм	– 158
Межцентровое расстояние, мм	– 770
Длина продольного хода, мм	– 750
Длина поперечного хода, мм	– 225
Ширина каретки, мм	– 280
Максимальная частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	– 2800
Минимальная частота вращения, мин ⁻¹	– 40
Мощность главного привода, кВт	– 11
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм	– 650
Максимальная сила резания, Н	– 10000
Максимальная сила подачи по оси X, Н	– 3000
Максимальная сила подачи по оси Z, Н	– 5000
Рабочая подача в продольном и поперечном направлениях, мм/об	– 0...2

Скорость быстрого хода по оси X, м/мин	– 5
Скорость быстрого хода по оси Z, м/мин	– 7
Шаг нарезаемой резьбы, мм	– 0,001...32

Примечание. Устройство и принцип работы токарного станка с оперативной системой управления модели EEN-400 приведены в лабораторной работе №5.

6.2 Основные технические данные устройства ЧПУ

Таблица 6.1

Технические данные устройства ЧПУ PNC 712

Наименование	Данные
1	2
1. Число одновременно управляемых осей	2 (поперечное X и продольное Z направления)
2. Точность расчета траектории	Линейная и круговая интерполяции с точностью до 0,001 мм
3. Определение размеров	В абсолютной и относительной системах
4. Система измерения	Метрическая и дюймовая
5. Максимально программируемый диапазон перемещений	$\pm 999,999$ мм, диаметрально значение $\pm 7999,999$ мм
6. Скорость подачи	Ускоренный ход – не более 10 м/мин; рабочая подача от 0,001 до 2 мм/об по ступеням, возможна модификация подачи при помощи переключателя на операторном пульте в пределах $0 \div 120\%$, причем в пределах $0 \div 100\%$ модифицируется и ускоренный ход
7. Резьбонарезание	До предельного шага резьбы 32 мм

8. Частота вращения шпинделя	В базовой конфигурации предусмотрено: - программирование кодированием; - непосредственное программирование частоты вращения; - непосредственное программирование скорости резания; модификация в пределах 50 ÷ 150% с операторного пульта при помощи переключателя модификаций
9. Ввод программы	Вручную с клавиатуры операторного пульта; как дополнительная возможность с кассеты
10. Хранение программы и коррекций	Память с произвольным обращением 4 Кбайт приблизительно для 100 предложений
11. Коррекция инструмента	Хранение в памяти до 15 позиций инструмента; коррекции на диаметр, длину и радиус

Окончание табл.6.1

1	2
12. Смещение нулевой точки	При помощи предложений специальных типов или в режиме определения коррекции инструмента
13. Автоматические циклы	Постоянные циклы черновой обработки; постоянные циклы резьбонарезания; повторное выполнение отдельных частей программ со смещением координат

14. Режим работы	1. Ручной режим: 1.1. Перемещение с приращениями 1.2. Выполнение отдельных предложений 1.3. Возможность подключения штурвала 2. Режимы редактирования программы 3. Режим определения коррекций инструмента 4. Режим выбора нулевой точки 5. Тестовый режим 6. Режим автоматического выполнения
15. Индикация	Алфавитно-цифровая, 32 разряда, одновременное индицирование двух осей
16. Контроль ошибок	Контроль над коррекционной памятью; индицирование состояния ошибки станка; индицирование ошибок обслуживания, контроль над состоянием интерфейса
17. Отработка эквидистанты	Вычисление эквидистанты с программированным изменением радиуса вершины и циклической обработкой
18. Автоматический расчет геометрических элементов траектории	Точки пересечения прямых и дуг, автоматическое определение закруглений и скосов, упрощенные и сокращенные конструкции геометрических предложений

Назначение переключателей и клавиш, показанных на рис. 6.1:

1 – аварийный останов;

2 – ручной переключатель состояний:

- 0,01 – перемещение с приращениями 0,01 мм;

- 0,1 – перемещение с приращениями 0,1 мм;

- 1 – перемещение с приращениями 1 мм;

-  – непрерывное перемещение, штурвал с выбором направления по координате Z;

-  – непрерывное перемещение, штурвал с выбором направления по координате X;
-  – останов подачи;
-  – останов подачи и вращения шпинделя;
-  – поворот шпинделя;
- 3 – модификация скорости подачи;
- 4 – модификация частоты вращения шпинделя;
- 5 – перемещение;
- 6 – вращение шпинделя;
- 7 – индизирование достигаемого значения;
- 8 – останов цикла;
- 9 – пуск цикла;
- 10 – выполнение программы по предложениям;
- 11 – клавиатура ввода данных;
- 12 – ручной режим;
- 13 – режим определения коррекций на инструмент;
- 14 – режим выбора нулевой точки;
- 15 – режим редактирования программ;
- 16 – тестовый режим;
- 17 – режим автоматического выполнения.

6.3. Органы управления ручным перемещением

Органами управления ручным перемещением являются:

- кнопки ПЕРЕМЕЩЕНИЯ;
- кнопки УПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЕМ шпинделя.

Органы управления ручным перемещением не действуют:

- при выполнении программы;
- во время ввода данных;
- при наступлении состояния ошибки;
- в режиме РЕДАКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ.

Органы управления не действуют также и в состоянии прерывания программы. В этом случае после нажатия кнопки ПУСК устройство опять примет то мгновенное состояние, которое имелось в момент останова, восстановив сначала состояние вращения шпинделя, а потом положение координат.

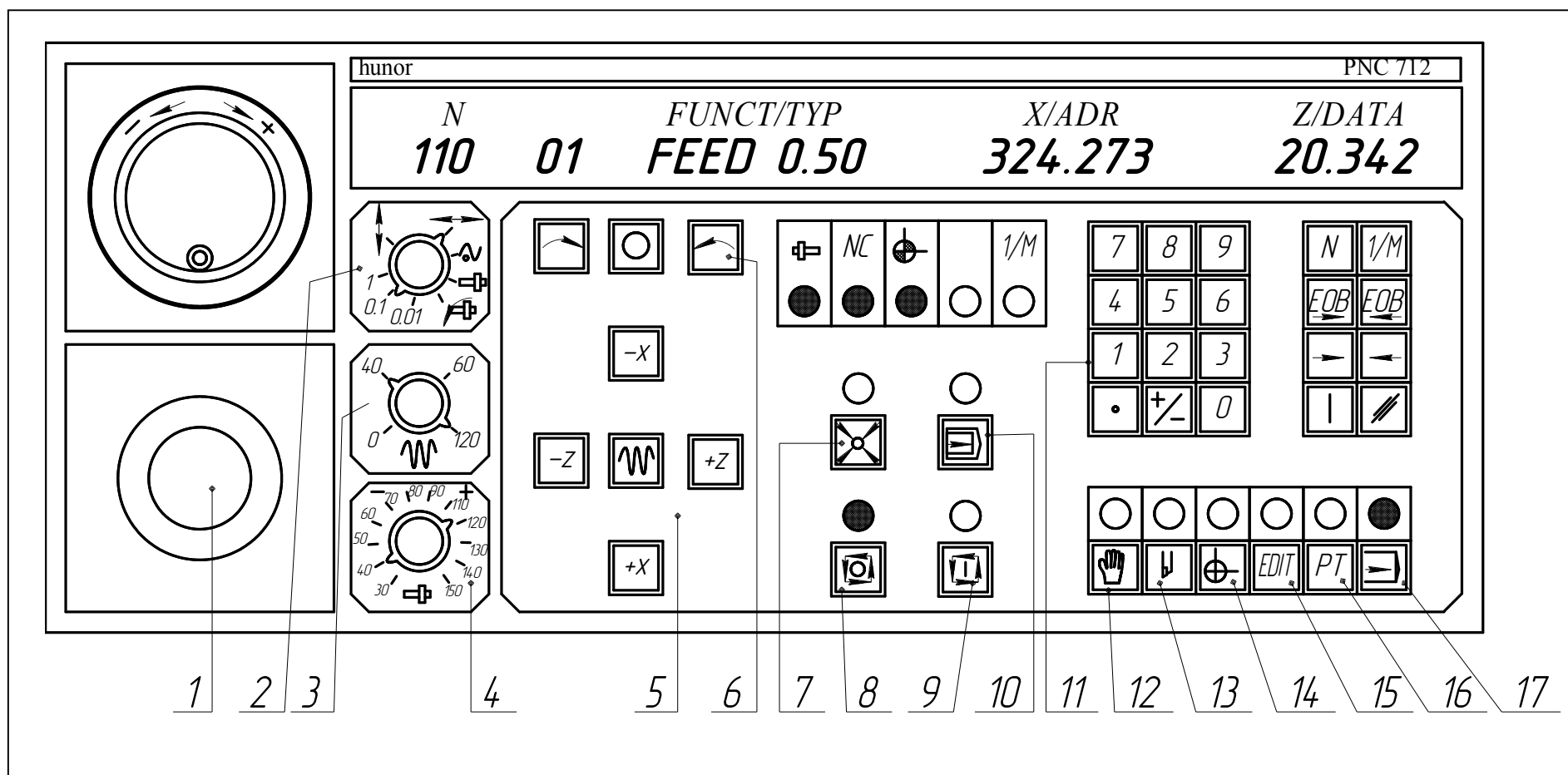


Рис. 6.1. Операторный пульт системы числового программного управления HUNOR PNC 712

Характер перемещений (толчками или непрерывный) устанавливается РУЧНЫМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ СОСТОЯНИЙ.

Перемещение по осям осуществляется с помощью кнопок ПЕРЕМЕЩЕНИЯ 6. Во время нажатия кнопки выбора направления суппорт перемещается в заданном направлении с текущим значением подачи, записанной по адресу F. Если же одновременно нажать и кнопку , то перемещение осуществляется ускоренным ходом.

В положениях переключателя состояний 0,01; 0,1; и 1 под действием однократного нажатия кнопки выбора направления суппорт совершает перемещение на 0,01; 0,1; и 1 мм соответственно.

Непрерывное перемещение прекращается независимо от положения кнопки ускоренного хода , если отпускают кнопку выбора направления.

При помощи кнопки ВРАЩЕНИЕ ШПИНДЕЛЯ 7 можно запускать вращение шпинделя в нужном направлении.

6.3.1. Клавиатура для ввода данных

Клавиатура для ввода данных применяется:

- для ввода отдельных предложений в РУЧНОМ РЕЖИМЕ;
- для ввода программы и её изменения, поиска предложения и определения рабочего состояния в РЕЖИМЕ РЕДАКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ;
- для указания номера искомого предложения и определения рабочего состояния в ТЕСТОВОМ РЕЖИМЕ и в РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫПОЛНЕНИЯ;
- для изменения значений функций и ввода координатной трансформации в состоянии ОСТАНОВ.

6.3.2. Ввод чисел

Числа вводятся согласно следующим правилам:

- введенное число всегда присваивается по адресу, указанному на индикаторе X/ADR;

- фактическое частное значение при вводе чисел показывается в индикаторном поле Z/DATA;

- перед нажатием десятичной запятой введенная цифра интерпретируется целым знаком, а после нажатия – десятичным знаком;

- клавиши  и  можно нажимать и повторно при вводе некоторого числа перед окончанием ввода числа клавишами ( ). При их нажатии предыдущее состояние меняется. Обозначение ввода данных приращениями указано в первом разряде индикаторного поля Z/DATA, а во втором разряде виден знак;

- устройство выдает сигнал ошибки *DATA?* при вводе чисел, когда задается больше целых или десятичных знаков, чем можно ввести по данному адресу, или же если при вводе чисел по данному адресу использование кнопок  и  не разрешается;

- аннулировать начатый ввод числа до окончания ввода можно в любое время с помощью кнопки  СБРОС. В случае сброса восстанавливается состояние, существовавшее перед началом ввода числа;

- КОНЕЦ ВВОДА ЧИСЕЛ подтверждается нажатием клавиш  или . При нажатии клавиши  адресная цепь продвигается на шаг вперед, а при нажатии клавиши  адресная цепь возвращается на шаг назад. Кроме завершения ввода чисел, эти клавиши можно использовать и для сдвига адресной цепи без ввода чисел.

Клавиши КОНЦА ВВОДА ПРЕДЛОЖЕНИЯ  и  переписывают отредактированное предложение из переходной буферной памяти в программную память в качестве нового предложения, если в памяти предложений нет предложения с подобным номером, или как модификацию, если имеется предложение с подобным номером. Клавиши в первую очередь применяются в РЕЖИМЕ РЕДАКТИРОВАНИЯ предложения. При нажатии  редактирование продолжается на следующем предложении программной памяти, а при нажатии  – на предыдущем.

После нажатия кнопки НОМЕР ПРЕДЛОЖЕНИЯ  нужно занести номер предложения (1-3 цифры) и нажатием клавиши  или  закончить ввод. Под действием этой кнопки в режиме РЕДАКТИРОВАНИЕ последует модификация предложения с указанным номером, а в ТЕСТОВОМ РЕЖИМЕ или в режиме АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫПОЛНЕНИЯ - поиск предложения.

Индикация данных:

N	G	FUNCT/TYP	X/ADR	Z/DATA
120	50	FEED 0.500	376.526	-193.456

1. Индикаторное поле N показывает номер предложения (3 цифры).
2. Индикаторное поле G показывает код типа предложения (2 цифры).
3. Индикаторное поле FUNCT/TYP – название и значение отображаемой величины функции или название типа предложения.

4. Индикаторное поле X/ADR показывает действительное (достигаемое) значение координаты X или название адреса для ввода данных.

5. Индикаторное поле Z/DATA показывает действительное (достигаемое) значение координаты Z или частичное значение при вводе данных.

6.3.3. Выбор нулевой точки

Нажатием кнопки  устройство переводится в режим ВЫБОРА НУЛЕВОЙ ТОЧКИ. Использование этого режима требуется всякий раз после включения устройства. Без выбора нулевой точки невозможно абсолютное программирование.

Вступив в режим выбора нулевой точки, с помощью кнопок ПЕРЕМЕЩЕНИЕ можно продвигать суппорты в нужное положение. Способ выбора нулевой точки определяем повторным нажатием кнопки , циклически сдвигая показание (индикаторное поле FUNCT/TYPE). После нажатия кнопки ПУСК ЦИКЛА  кнопками ПЕРЕМЕЩЕНИЕ выбираем ось и направление для определения нулевой точки. Выбор нулевой точки следует запускать отдельно по осям.

6.3.4. Режим редактирования и наладки программ

Под действием нажатия кнопки  устройство переходит в режим РЕДАКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ.

После этого с помощью кнопки  можно выбрать специальную группу, которую нужно выполнить:

EDIT CIN – ввод программы, модификация с клавиатуры;

EDIT CL – сброс программной памяти;

EDIT REA – загрузка с кассеты;

EDIT WR – запись на кассету.

Операция начинается (за исключением EDIT CIN) под действием кнопки ПУСК ЦИКЛА .

6.3.5. Ввод и модификация программы с клавиатуры

В состоянии EDIT CIN нажатием  можно инициализировать ввод программы и модификацию программы.

При вводе новой программы устройство сначала показывает адресную цепь предложения типа G50, при программировании предложения других типов за счет переписи кода типа предложения адресная цепь автоматически изменяется. При завершении ввода предложений под действием кнопок ,  нумерация предложений выполняется автоматически с изменением на 5 номеров.

При модификации программы после нажатия кнопок      устройство автоматически отыскивает предложение с номером nnn и дает возможность его изменять. Между предложениями, находящимися в памяти, можно вставить 4 новых предложения. Например, между двумя соседними предложениями №070 и №075 можно вставить предложения с №071, №072, №073, №074.

Предложение переносится в память только после нажатия кнопок  и .

Завершив модификацию или ввод программы, под действием нажатия любой из кнопок выбора режимов устройство выполняет программную последовательность, принадлежащую завершению режима РЕДАКТИРОВАНИЯ.

При этом осуществляется:

- синтаксическая проверка правильности заполнения адресной цепи предложений и выдача сигнала об ошибке, если не присвоено значение одному из обязательно заполняемых адресов. Устройство сигнализирует об ошибке и в том случае, если программа не начинается с установки позиции обеих осей;

- выполнение геометрических расчетов, определенных порядком следования предложений, и выдача сигнала об ошибке, если порядок следования предложений отличается от предписанного или расчеты выполнить нельзя. После снятия сигнала об ошибке нужно исправить предложения с неправильной нумерацией.

Режим РЕДАКТИРОВАНИЯ можно покинуть только тогда, когда все ошибки исправлены.

6.3.6. Тестирование программы без выполнения

Нажатием кнопки ТЕСТ ПРОГРАММЫ  устройство переходит в ТЕСТОВЫЙ РЕЖИМ. В исходном состоянии ТЕСТОВОГО РЕЖИМА

повторным нажатием кнопки  можно выбирать нужное состояние:

TEST POS – «холостой прогон», выполнение программы без выдачи данных;

TEST RAP – выполнение программы ускоренным ходом.

В состоянии TEST POS после нажатия кнопки ПУСК ЦИКЛА устройство проходит по программе без выдачи команд на станок. Под действием кнопки ВЫПОЛНЕНИЕ ПО ПРЕДЛОЖЕНИЯМ устройство останавливается в конце каждого предложения. Состояние ОСТАНОВА можно снимать нажатием кнопки ПУСК ЦИКЛА. Дойдя до конца программы, устройство автоматически переходит к режиму АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ.

Испытание программы ускоренным ходом проводится следующим образом: после перевода устройства в ТЕСТОВЫЙ РЕЖИМ кнопкой  устанавливаем состояние TEST RAP и командой ПУСК ЦИКЛА  запускаем программу с ускоренным ходом. Выполнение возможно по шагам или непрерывно.

6.3.7. Автоматическое выполнение

К режиму АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ устройство переходит по окончании прогона в режиме ТЕСТ или под действием нажатия кнопки АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ.

Непрерывное выполнение программы начинается после нажатия кнопки ПУСК ЦИКЛА . При достижении конца программы (команда P2) вращение шпинделя прекращается и снова устанавливается исходное состояние АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ. С помощью кнопки ПУСК ЦИКЛА программу можно запускать заново.

6.3.8. Сброс программной памяти

В состоянии EDIT CL под действием нажатия кнопки ПУСК ЦИКЛА устройство ЧПУ стирает всю программную память.

6.4. Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Техническая характеристика станка.
3. Рисунок операторного пульта.
4. Описание операторного пульта.
5. Описание последовательности ввода первых десяти кадров управляющей программы.

6.5. Контрольные вопросы

1. Режимы работы станка.
2. Назначение модификации подачи инструмента и частоты вращения шпинделя станка.
3. Назначение коррекции положения инструмента.
4. Цель смещения нулевой точки.
5. Органы управления ручным перемещением исполнительных механизмов станка.
6. Что можно выполнять в режиме редактирования?
7. Каким образом выбирается нулевая точка?
8. Способы тестирования программы.

Оглавление

Лабораторная работа № 1	1
Настройка универсально-фрезерного станка на нарезание цилиндрического зубчатого колеса с винтовыми зубьями	4
1. Цель работы	4
2. Материальное оснащение работы	4
3. Задание.....	4
4. Содержание работы	Ошибка! Закладка не определена.
5. Конструкция станка 6Н81.....	11
6. Порядок выполнения работы	13
7. Содержание отчета	14
 Лабораторная работа № 2	 15
Настройка зубофрезерного станка на обработку цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом	15
1. Цель работы	15
2. Материальное оснащение работы	15
3. Задание.....	15
4. Содержание работы	16
5. Конструкция и принцип работы станка 5К32А	18
6. Порядок выполнения работы	24
7. Содержание отчета	29
 Лабораторная работа № 3	 30
Настройка токарно-револьверного станка	30
1. Цель работы.....	30
2. Материальное обеспечение работы.....	30
3. Устройство и назначение токарно-револьверного станка	30
4. Настройка станка и проектирование револьверных наладок	43
5. Порядок выполнения работы.....	53
6. Содержание отчета	55
 Лабораторная работа № 4	 56
Настройка токарного гидрокопировального полуавтомата на обработку ступенчатого валика	56
1. Цель работы.....	56

2. Материальное оснащение работы	56
3. Задание.....	56
4. Содержание работы.....	Ошибка! Закладка не определена.
6. Конструкция гидрокопировального автомата	61
6. Наладка гидрокопировального полуавтомата.....	64
7. Порядок выполнения работы	69
8. Содержание отчета	69
 Лабораторная работа № 5	 70
Наладка зубодолбежного станка на обработку зубьев зубчатых колес.....	70
1. Цель работы.....	70
2. Материальное обеспечение.....	70
3. Назначение и принцип работы станка	70
4. Устройство и характеристика станка	72
5. Кинематика станка	78
6. Работа механизмов станка.....	84
7. Наладка станка	87
8. Порядок выполнения работы.....	Ошибка! Закладка не определена.
9. Содержание отчета.....	95
 Лабораторная работа № 6	 96
Изучение работы с операторным пультом станка мод. EEN-400	96
Задание.....	96
6.1. Техническая характеристика	96
6.2 Основные технические данные устройства ЧПУ	97
Таблица 6.1	97
6.3. Органы управления ручным перемещением.....	100
6.3.1. Клавиатура для ввода данных.....	102
6.3.2. Ввод чисел.....	102
6.3.3. Выбор нулевой точки	105
6.3.4. Режим редактирования и наладки программ.....	105
6.3.5. Ввод и модификация программы с клавиатуры.....	106
6.3.6. Тестирование программы без выполнения.....	107
6.3.7. Автоматическое выполнение	108
6.3.8. Сброс программной памяти	108

6.4. Содержание отчета	108
6.5. Контрольные вопросы.....	109
Список использованных источников	