

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

М. И. Михайлов, В. Е. Калашников

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
И НАЛАДКА ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩИХ
СТАНКОВ МОДЕЛЕЙ 5107, 526, 5312**

**Лабораторный практикум
по одноименной дисциплине для студентов
машиностроительных специальностей**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2009

УДК 621.9.06:621.833.052(075.8)
ББК 34.63-5я73
М69

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 28.06.2007 г.)*

Рецензент: декан машиностр. фак. ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доц.
А. Т. Бельский

Михайлов, М. И.

М69 Изучение конструкций и наладка зубообрабатывающих станков моделей 5107, 526, 5312 : лаборатор. практикум по одноим. дисциплине для студентов машиностр. специальностей / М. И. Михайлов, В. Е. Калашников. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 80 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-837-4.

Изложена методика изучения конструкций и наладки зубообрабатывающих станков. Описаны конструкции основных узлов станков и приведены индивидуальные задания. Для студентов машиностроительных специальностей.

УДК 621.9.06:621.833.052(075.8)
ББК 34.63-5я73

ISBN 978-985-420-837-4

© Михайлов М. И., Калашников В. Е., 2009
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Зубчатые передачи широко применяются в машинах и механизмах во всех отраслях народного хозяйства. Постоянно возрастают требования к быстроходности зубчатых передач, их кинематической точности, нагрузочной способности и надежности. От качества изготовления зубчатых колес во многом зависит долговечность машин. Нарезание зубчатых колес является одной из наиболее сложных областей технологии машиностроения.

Зубообрабатывающие станки классифицируются:

– по виду обработки и применяемому инструменту – на зубострогальные, зубодолбежные, зубофрезерные, зубопротяжные, зубошевинговальные, зубопритирочные, зубошлифовальные, зубохонинговальные и зубозакругляющие;

– по методу образования профиля зуба – на реализующие метод копирования либо метод обката.

При нарезании методом копирования каждая впадина между зубьями колеса обрабатывается инструментом, профиль зубьев которого соответствует профилю впадины на колесе.

Метод обката заключается в том, что форма образуемой производящей линии формируется в виде огибающей ряда последовательных положений, занимаемых режущей кромкой инструмента при обкатывании ею без скольжения образуемой линии.

Метод обката обеспечивает высокую производительность, большую точность нарезаемых колес, а также возможность нарезания колес с различным числом зубьев одного модуля одним и тем же инструментом.

Лабораторная работа № 1

Изучение конструкции и наладка зубодолбежного станка модели 5107

Цель работы: получить навыки по наладке зубодолбежного станка модели 5107.

1. Порядок выполнения лабораторной работы

1.1. Получить задание у преподавателя.

1.2. Изобразить технологическую наладку.

1.3. Определить кинематические связи в станке и изобразить его структурную схему.

1.4. В соответствии с индивидуальным заданием произвести расчет настройки станка и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки.

1.5. Описать последовательность использования органов управления станка при его наладке.

1.6. Произвести наладку станка.

1.7. Произвести обработку детали.

Зубодолбежный станок модели 5107 предназначен для нарезания мелко модульных прямозубых цилиндрических колес с наружным и внутренним зацеплением.

Кроме того, станок позволяет нарезать цилиндрические колеса с винтовым зубом. Для этого на штосселе должны быть установлены специальные винтовые направляющие. Шаг винтовой линии направляющей определяется параметром нарезаемой шестерни.

Наиболее целесообразной областью применения станка является нарезание блоков зубчатых колес и колес с внутренними зубьями.

2. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

2.1. При выполнении п. 1.2 необходимо изобразить технологические наладки обработки заготовки с использованием рис. 1.1.

2.2. При выполнении п. 1.3 необходимо определить движения в станке и записать их кинематические связи.

Нарезание зубчатых колес производится по методу обката (рис. 1.2) долбяками. Долбяк совершает возвратно-поступательное движение параллельно оси заготовки (главное D_f) и вращается вокруг

своей оси (движение круговой подачи $D_{S_{II}}$), заготовка получает вращательное движение в строгом соответствии с вращательным движением инструмента (движение обката D_{S_3}).

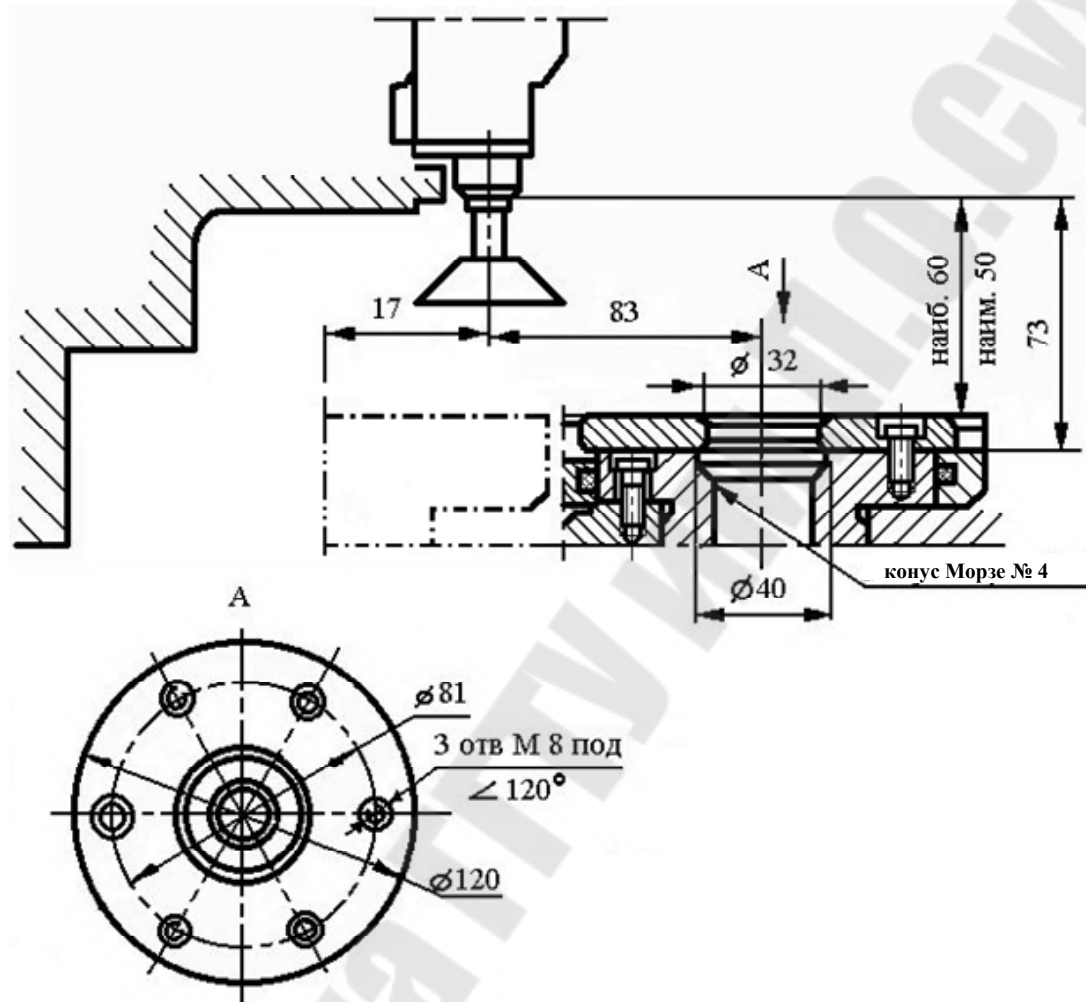


Рис. 1.1. Эскиз рабочей зоны станка

Процесс резания происходит только при рабочем ходе долбяка, а при обратном (холостом) ходе долбяк в радиальном направлении отводится автоматически от заготовки, благодаря чему устраняются трение и износ режущих зубьев. К началу рабочего хода долбяк автоматически перемещается к заготовке, возвращаясь в исходное положение. На столе станка заготовка может крепиться на оправке, при помощи гидравлического зажима или в специальном приспособлении. Структурную схему (рис. 1.3) необходимо изобразить с использованием кинематической схемы (рис. 1.4). С использованием структурной схемы необходимо записать краткие уравнения кинематического баланса.

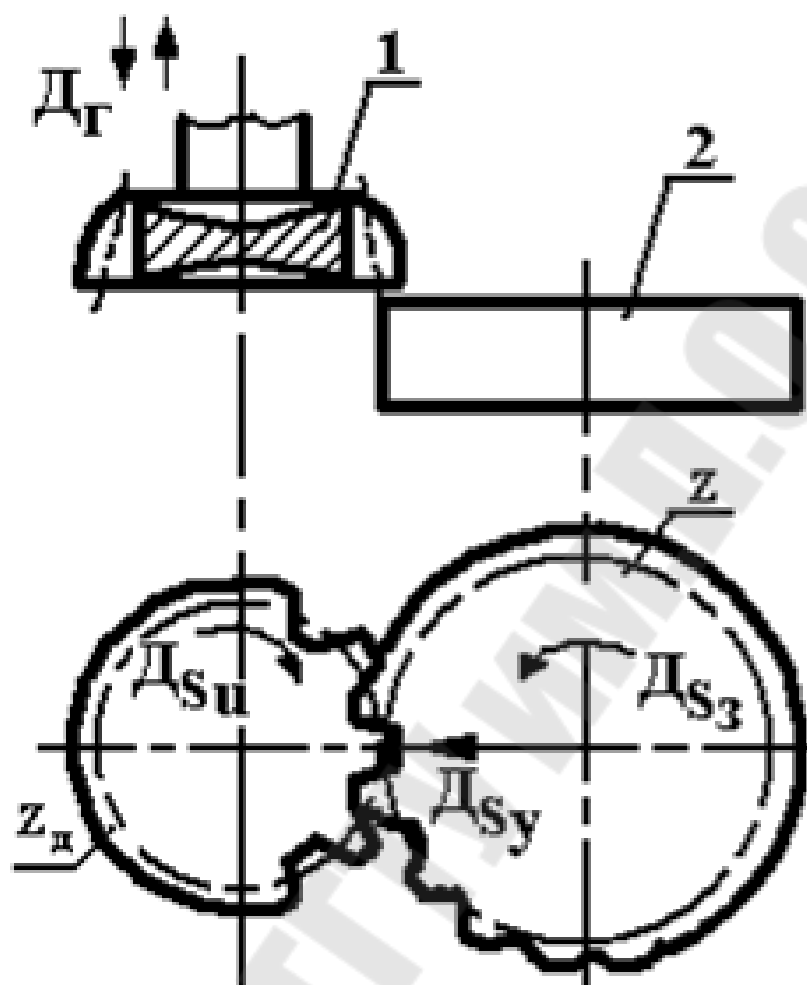


Рис. 1.2. Схема нарезания зубьев долбяком

2.3. При выполнении п. 1.4 необходимо произвести расчет настройки станка в соответствии с заданием и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки заготовки, воспользовавшись рис. 1.4–1.5.

2.3.1. Расчет настройки станка

2.3.1.1. Цепь главного движения

Конечные звенья: электродвигатель – долбяк.

Возвратно-поступательное движение долбяка осуществляется кривошипно-шатунным механизмом, заимствующим движение от вала I, через четырехступенчатые шкивы 46 и 45 (рис. 1.4). Кривошипно-шатунный механизм состоит из кривошипного диска 41, раздвижного шатуна 40 и коромысла 39, зубчатый сектор которого входит в зацепление с круговой рейкой 37 штосселя. Частота

Расчетная частота двойных ходов уточняется по числам, фактически осуществимым на станке, т. е. подбирается ближайшая подходящая частота.

На станке имеются следующие частоты двойных ходов долбяка: 400; 700; 1200; 2000.

Передаточное отношение клиноременной передачи:

$$i_{\text{рп}} = \frac{n_{\text{д}}}{1350}.$$

Подбираем из имеющихся на станке шкивов главного привода соответствующую ступень (табл. 1.1):

Таблица 1.1

Диаметры шкивов главного привода

| Наименование | Ступени | | | |
|--------------|---------|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV |
| Ведущий | 58 | 87 | 120 | 153 |
| Ведомый | 202 | 173 | 140 | 107 |

2.3.1.2. Цепь круговых подач

Под круговой подачей понимается длина дуги поворота долбяка по делительной окружности за один двойной ход долбяка.

Конечные звенья: шпиндель с долбяком и штоссель с долбяком.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ дв.ход} \cdot \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{56}{56} \cdot \frac{56}{38} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{1}{60} \cdot \pi \cdot m \cdot Z_{\text{д}} = S_{\text{кр}},$$

откуда

$$\frac{a}{b} = \frac{373 \cdot S_{\text{кр}} \cdot i_{\text{рп}}}{m \cdot Z_{\text{д}}},$$

где m – модуль нарезаемого колеса; $Z_{\text{д}}$ – число зубьев долбяка, причем необходимо, чтобы $a + b = 108$, т. к. межосевое расстояние этих зубчатых колес постоянно.

Для настройки гитары круговых подач имеется набор сменных колес с числами зубьев: 20; 28; 36; 44; 50; 58; 64; 72; 80; 88.

2.3.1.3. Цепь обката

Цепь обката связывает вращение долбяка с вращением стола с заготовкой.

Уравнение кинематического баланса:

$$\frac{1}{Z_d} \cdot \frac{60}{1} \cdot \frac{30}{20} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{56}{56} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{1}{90} = \frac{1}{Z},$$

откуда

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{Z_d}{Z},$$

или при значении $\frac{e_1}{f_1} = 1$, расчетная формула для определения сменных колес цепи обката будет:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{Z_d}{Z}.$$

Для настройки гитары обката имеется набор сменных колес с числом зубьев: 20; 23; 24; 25; 30; 34; 35; 36; 37; 40; 41; 43; 45; 47; 50; 53; 55; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 65; 67; 70; 71; 73; 75; 79; 80; 83; 85; 89; 90; 97; 98; 100.

2.3.1.4. Радиальная подача

Радиальная подача осуществляется только в процессе врезания долбяка в заготовку и обеспечивается кулачками (рис. 1.5).

В зависимости от твердости материала обрабатываемого зубчатого колеса, модуля и требований к точности применяют одно- и двухзаходные кулачки врезания. Чем тверже материал обрабатываемого колеса, больший модуль и выше точность, тем больше выбирается число проходов.

На рис. 1.5, *а* и *б* показаны эскизы профиля кулачков врезания. Угол, соответствующий участку врезания 1–2, на кулачках составляет 75°, причем уменьшение радиуса от точки 1 до точки 2 происходит равномерно (рис. 1.5). Окончание врезания происходит в точке 2, если нарезание зубчатого колеса происходит за один проход, кулачок поворачивается еще на угол 270° (участок 2–4). Если обработка ведется с помощью двухпроходного кулачка, то после врезания долбяка в заготовку (участок 1–2) кулачок поворачивается на угол 135° (участок 2–3) и происходит черновая обработка с оставлением 0,2 мм припуска на чистовую обработку (участок 3–4).

При однопроходном кулачке обработка происходит за один оборот заготовки, при двухпроходном – за два оборота.

На рис. 1.5 кулачки изображены в исходном положении, т. е. предыдущий цикл обработки окончен. Рабочее положение кулачков устанавливается их поворотом по часовой стрелке. В зависимости от требуемого модуля ролик занимает определенное положение на участке 1–2.

При однопроходной обработке за время одного оборота заготовки, после врезания долбяка, кулачок повернется на 3/4 оборота.

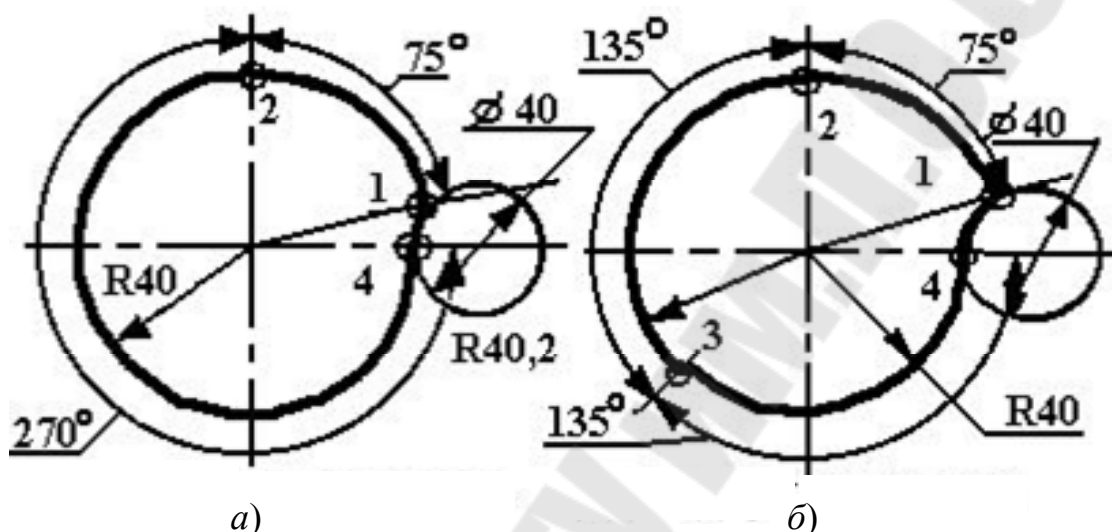


Рис. 1.5. Эскизы кулачков врезания долбяка:
а – для одного прохода; б – для двух проходов

Уравнение кинематической цепи будет иметь вид:

$$1 \text{ оборот стола} \frac{90}{1} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{20}{30} = \frac{3}{4} \text{ 1 оборот кулачка.}$$

При работе в два прохода кулачок повернется на 3/8 оборота за время одного оборота заготовки.

При однопроходной обработке передаточное отношение гитары радиальных подач $\frac{a_2}{b_2} = \frac{28}{38}$, а при двухпроходной $\frac{a_2}{b_2} = \frac{18}{48}$.

2.4. При выполнении п. 1.5 необходимо описать последовательность использования органов управления станком для обеспечения его рабочих движений, воспользовавшись рис. 1.6 и табл. 1.2.

Органы управления и основные узлы

| Номер позиции | Наименование |
|---------------|---|
| 1 | Станина |
| 2 | Стол |
| 3 | Долбляк |
| 4 | Кнопочная станция пуска и остановки двигателя гидропривода и охлаждения |
| 5 | Сигнальная лампа |
| 6 | Квадрат ручного перемещения стола |
| 7 | Квадрат ручного вращения шпинделя стола |
| 8 | Пусковая рукоятка |
| 9 | Выключатель местного освещения |
| 10 | Кнопочная станция пуска и остановки двигателя главного движения |
| 11 | Квадрат натяжения ремня |
| 12 | Кран охлаждения |
| 13 | Лампа освещения |

2.5. При выполнении п. 1.6 необходимо произвести наладку станка на обработку заданной заготовки, воспользовавшись рис. 1.3–1.15 и табл. 1.2–1.3, в соответствии с расчетами, произведенными в п. 2.3.

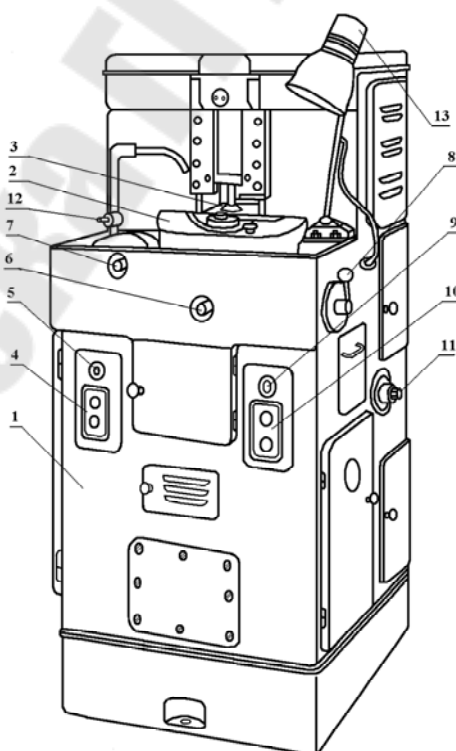


Рис. 1.6. Эскиз общего вида с органами управления станка

2.5.1. Техническая характеристика станка приведена в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Техническая характеристика станка

| Наименование | Параметры |
|--|----------------------|
| Наибольший модуль нарезаемых зубчатых колес, мм | 1 |
| Наибольший наружный диаметр нарезаемых колес, мм | 75 |
| Наибольший наружный диаметр изделия при нарезании зубьев внутреннего зацепления, мм | 100 |
| Наибольшая ширина обработки зубчатых колес, мм | 20 |
| Наибольший ход долбяка, мм | 25 |
| Наибольший отход инструмента от заготовки во время обратного хода, мм | 0,07 |
| Частоты двойных ходов долбяка, мин ⁻¹ | 400; 700; 1200; 2000 |
| Пределы круговых подач долбяка (при диаметре делительной окружности долбяка $d = 30$ мм), мм / дв. ход | 0,012–0,41 |
| Мощность главного электродвигателя, кВт | 0,6 |

2.5.2. Последовательность наладки станка

Наладку станка необходимо производить в следующем порядке:

- установка долбяка;
- выбор оправки и крепление заготовки;
- установка и проверка оправки;
- установка и проверка заготовки;
- установка частоты двойных ходов долбяка;
- установка длины хода долбяка;
- установка хода долбяка относительно заготовки;
- установка долбяка на глубину врезания;
- настройка гитары деления;
- настройка сменных зубчатых колес радиальных подач;
- пробный пуск станка.

Кроме этого, предусматриваются дополнительные случаи наладки:

- вторичная установка обрабатываемого колеса;
- нарезание зубчатых колес с внутренним зацеплением;
- нарезание зубчатых колес с винтовыми зубьями.

2.5.3. Выбор и установка долбяка

При выборе типа долбяка нужно руководствоваться следующим:

Дисковые долбяки применяют тогда, когда диаметр бурта закрытого венца не превышает 4–5 модулей, а при большем диаметре бурта используют чашечные долбяки. Желательно выбирать долбяк с числом зубьев, не равным и не кратным числу зубьев нарезаемого колеса.

Диаметр делительной окружности долбяка выбирают минимально возможным, что увеличивает прочность долбяка и обеспечивает плавную работу станка и инструмента.

При меньшем диаметре делительной окружности долбяк несколько раз поворачивается в процессе зубодолбления, вследствие чего несколько снижаются погрешности обработки колеса.

Следует учитывать то, что при значительном уменьшении диаметра долбяка может исказиться профиль нарезаемых зубьев и значительно снизится стойкость долбяка вследствие сокращения числа режущих зубьев.

Радиальное и торцовое биение долбяка на шпинделе станка должно быть не более 10–15 мкм. Допуск на посадочное отверстие долбяка должен быть не более 5–8 мкм.

Долбяки, применяемые на станке, могут быть хвостовые и насадные. Хвостовые долбяки 3 устанавливаются непосредственно в конусное отверстие штосселя 1 (рис. 1.7, а), а насадные долбяки 4 устанавливаются на специальной оправке 2 (рис. 1.7, б). Оправка и долбяк имеют хвостовик с размерами конуса Морзе № 1. Посадочное место оправки под насадку долбяка имеет диаметр 12,7–0,003 мм.

2.5.4. Установка заготовки

При установке заготовки следует тщательно протереть отверстие в шпинделе и посадочные поверхности оправки для заготовки. Несоосность посадочных поверхностей оправки не должна превышать 10 мкм.

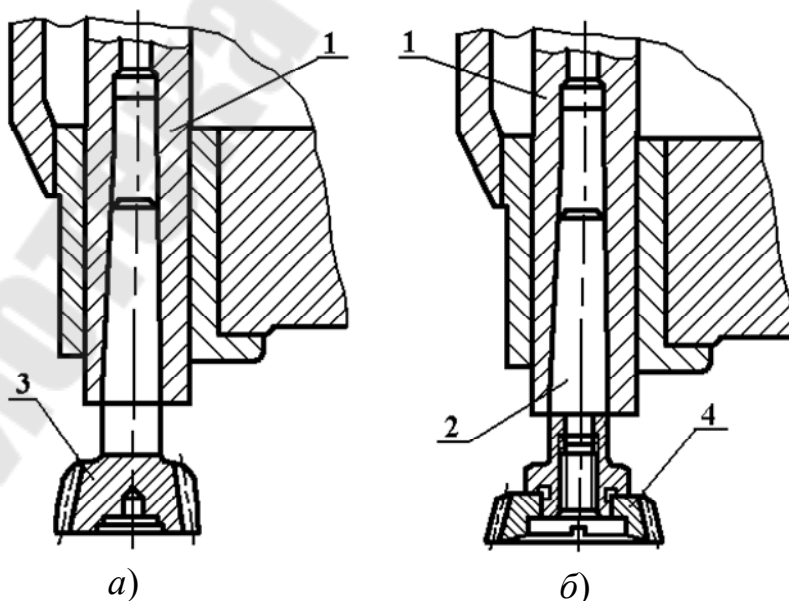


Рис. 1.7. Установка долбяка (инструмента)

Заготовка центрируется оправкой 2 с гидравлическим зажимом (рис. 1.8, а, б) и опирается на подставку 1, имеющую точно обработанные торцовые поверхности, с допуском на параллельность их 0,003 мм на длине 100 мм. Между отверстиями подставки и оправкой обязателен зазор. Сверху заготовка прижимается через специальную шайбу 3. Подставка и прижимная шайба должны иметь такие размеры, которые бы не препятствовали работе долбяка, т. е. диаметры их должны быть меньше диаметра окружности впадин зубьев заготовки (рис. 1.8, а). При гидравлическом зажиме изготавливается специальная подставка 1, оправка 2 и быстросъемная шайба 3 (рис. 1.8, б).

Биение оправки не должно превышать 0,005 мм на расстоянии 50 мм от поверхности стола.

2.5.5. Назначение режимов резания

При назначении режимов резания круговую подачу и скорость резания выбирают в зависимости от вида обработки (черновая или чистовая), от размеров нарезаемого колеса и выбранного долбяка, от обрабатываемого материала и мощности станка.

При черновом зубодолблении круговую подачу выбирают в пределах 0,25–0,5 мм/дв. ход (при обработке стальных и чугунных заготовок), скорость резания – от 10 до 26 м/мин.

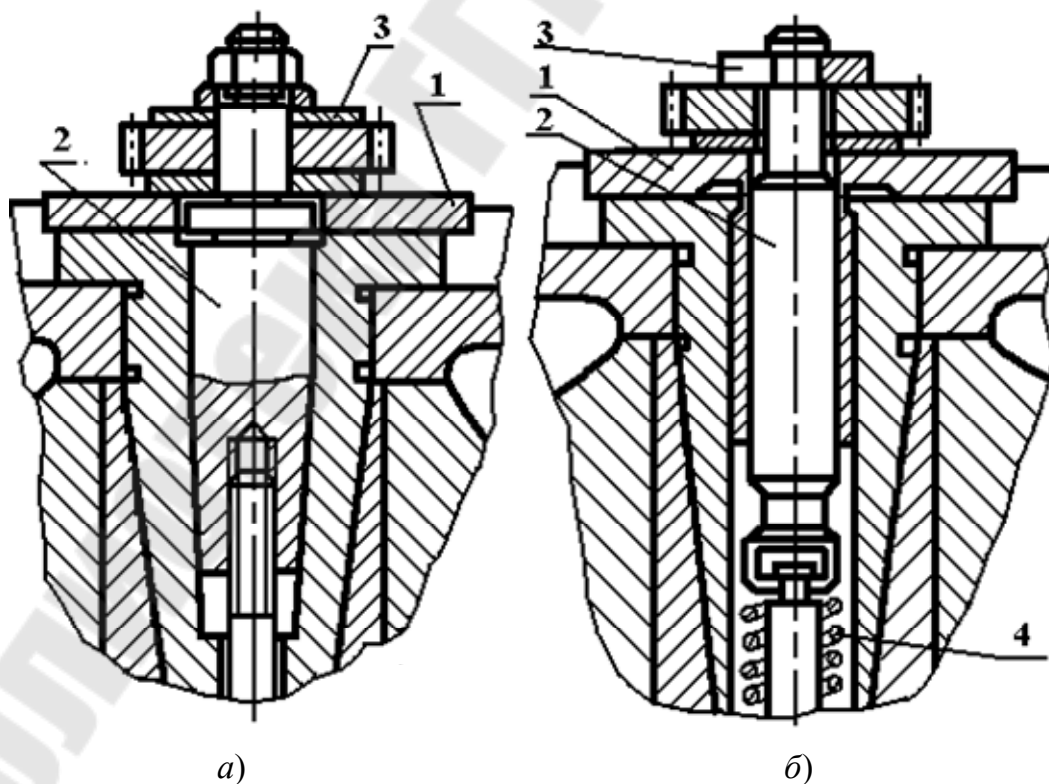


Рис. 1.8. Эскизы установки и закрепления заготовки

При чистовой обработке стальных заготовок круговая подача составляет 0,1–0,35 мм/дв. ход; скорость резания 20–33 м/мин, а для чугунных колес до 45 м/мин.

Если зубодолбление осуществляется за несколько проходов, то круговая подача увеличивается на 20 %.

Радиальная подача принимается равной 0,1–0,25 круговой.

2.5.6. Установка длины хода долбяка

Длину хода устанавливают путем перемещения пальца 1 кривошипа (рис. 1.9). Длина хода зависит от ширины нарезаемой шестерни и выхода долбяка. Выход долбяка в верхнем и нижнем положениях должен быть одинаков.

Величина выхода долбяка должна быть не менее 1,5 мм при частоте ходов 400 и 700 и от 1,5 до 2,00 мм при частоте двойных ходов долбяка 1200 и 2000.

2.5.7. Установка хода долбяка относительно заготовки

После закрепления заготовки на столе и установки длины хода долбяка необходимо проверить правильность верхнего и нижнего положения долбяка относительно заготовки.

Для этого необходимо освободить винт 8 (рис. 1.9) и вращать валик-шестерню 10. При этом рейка 9 будет перемещаться и вращать зубчатый сектор 3, который сообщит перемещение шпинделю 2. По окончании регулирования верхнего и нижнего положений долбяка винт 8 необходимо надежно закрепить.

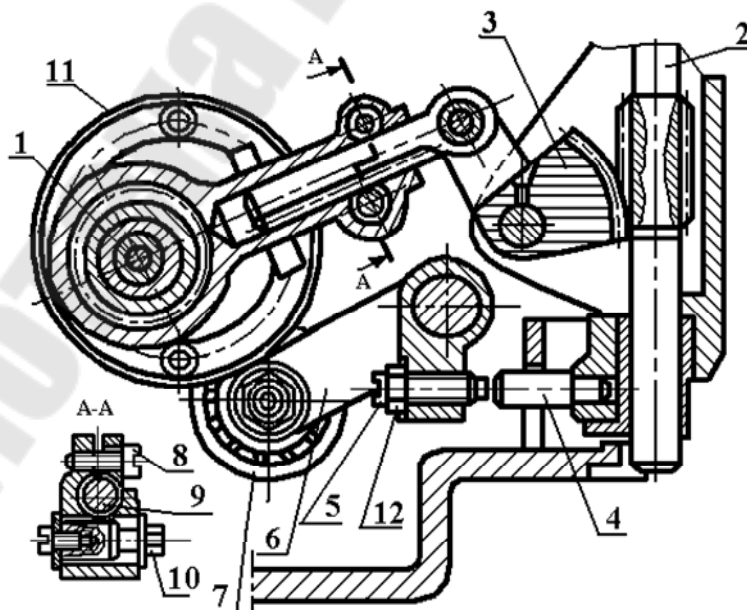


Рис. 1.9. Эскиз кривошипно-шатунного механизма

2.5.8. Установка долбяка на глубину врезания (рис. 1.10)

Глубина врезания в зависимости от модуля, обеспечивается за счет вращения кулачков подачи. На станке смонтированы в блоке два кулачка подачи: однопроходной и двухпроходной (рис. 1.4, поз. 12 и 13; рис. 1.5, а, б). При относительно высокой твердости материала, максимальном модуле и низкой шероховатости обработки применяется двухпроходной кулачок.

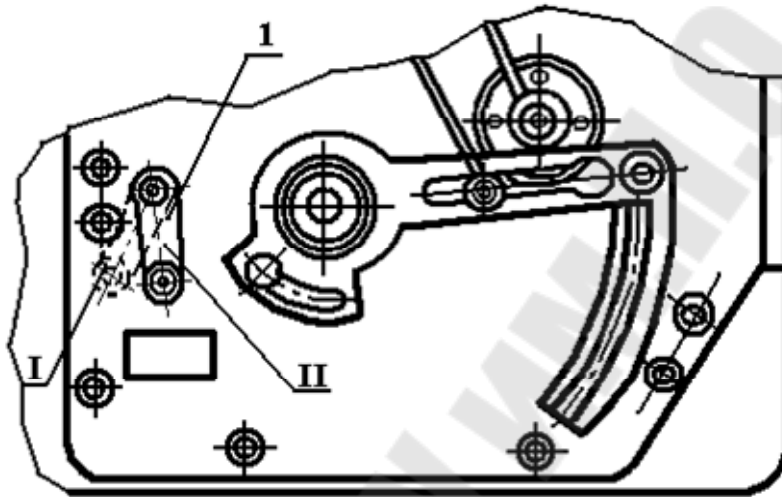


Рис. 1.10. Эскиз механизмов переключения кулачков подачи и натяжения ремня

Для установки одно- или двухпроходного кулачка необходимо повернуть рукоятку 1 (рис. 1.10) и зафиксировать в необходимом положении. Таким образом, ролик стола может быть в контакте только с одним кулачком подачи.

2.5.9. Регулирование отвода инструмента от заготовки (рис. 1.11).

Отвод долбяка от заготовки в период обратного хода долбяка осуществляется кулачком 43 (рис. 1.4), закрепленным на валу кривошипно-шатунного механизма XIII. В контакте с кулачком находится ролик 44, закрепленный на двухплечем рычаге XIV (рис. 1.4).

Устанавливаем штоссель в положение, соответствующее началу резания, и подтягиваем винт 1 (5) (в скобках позиция на рис. 1.9) двухплечего рычага 8 (6) к упору 3 (4) в корпусе (7) штосселя (2) к планкам стойки 5.

Далее перемещаем штоссель (2), вращая вал кривошипно-шатунного механизма 10, на котором установлен кулачок подвода и отвода штосселя 11 (11), за шкив 9, до положения, соответствующего холостому ходу.

При этом корпус штосселя должен отойти от планок стойки под действием пружин 4. Если корпус штосселя не отходит от планок стойки, производится подтяжка пружин посредством винтов 6.

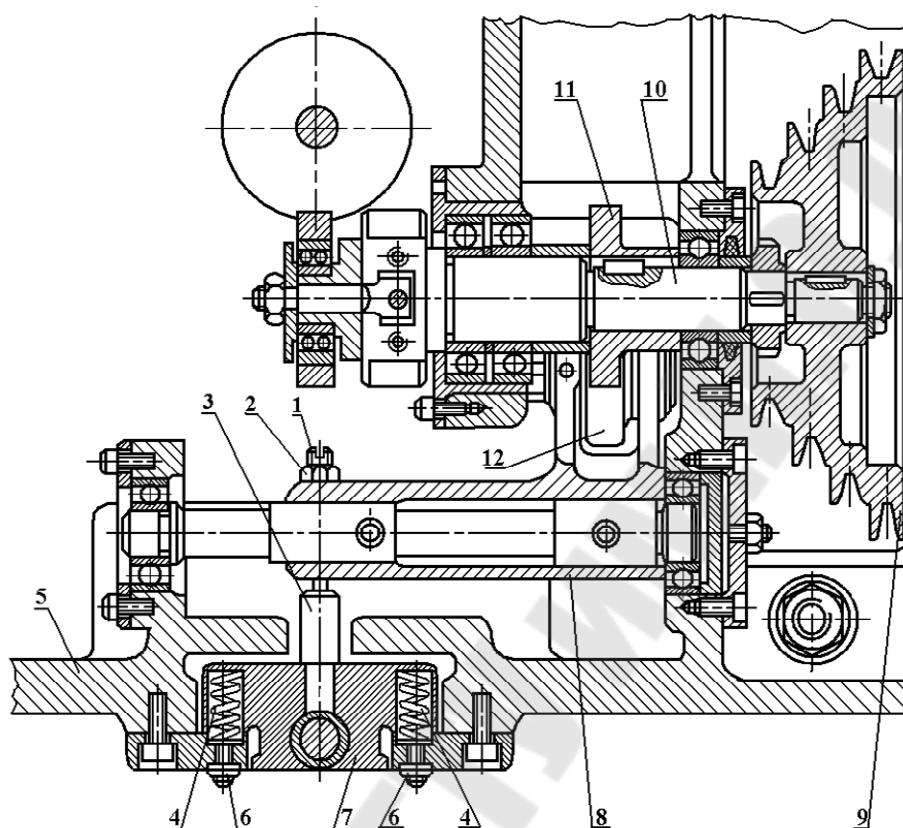


Рис. 1.11. Эскиз механизма отвода долбяка от заготовки

Во время регулировки необходимо следить за тем, чтобы ролик (подшипник) 12 (7) все время был в контакте с кулачком 11 (11). Величина отвода штосселя должна быть в пределах 0,05–0,07 мм.

После регулировки, регулирующий винт 1 (5) необходимо застопорить гайкой 2 (12).

2.5.10. Регулирование момента выключения двигателя главного движения в конце обработки нарезаемого колеса

Рабочее положение кулачков можно установить с помощью пусковой рукоятки 8 (рис. 1.6), в момент, когда электроцепь разомкнута, т. е. предыдущий цикл окончен. Вращая рукоятку по часовой стрелке, ставят нулевое положение (рис. 1.12), а затем против часовой стрелки поворачивают до заранее установленного упора 1 (рис. 1.12) на шкале 2 кронштейна. Нулевое положение на шкале 2 соответствует нулевому положению ролика 3 на кулачке 4, т. е. моменту окончания предыдущего цикла, упор 1 устанавливается на то деление шкалы 2, которое соответствует нарезаемому модулю.

При повороте рукоятки δ (рис. 1.6) по часовой стрелке кулачок 4 (рис. 1.12) не вращается.

После установки рукоятки в требуемое положение необходимо установить долбяк в крайнее положение.

2.5.11. Нарезание зубчатых колес внутреннего зацепления

Для переналадки станка с обработки колес с внешним зацеплением на обработку колес с внутренним зацеплением необходимо переместить стол с заготовкой за центр долбяка и изменить направление вращения заготовки. Это осуществляется посредством установки паразитного колеса на кронштейне червяка делительной пары стола.

Вся остальная наладка производится аналогично наладке для обработки зубчатых колес с наружными зубьями.

2.5.12. Нарезание зубчатых колес с винтовыми зубьями

В этом случае устанавливаются копиры с винтовыми направляющими, которые сообщают долбяку дополнительное вращение. В результате вращательного и возвратно-поступательного движения зубья долбяка будут перемещаться по винтовой линии, угол наклона которой должен быть равен углу наклона винтовой линии зубьев нарезаемого колеса на делительном цилиндре.

Если T и $T_{\text{кп}}$ – шаги винтовой линии нарезаемых зубьев и копира, а β – угол наклона винтовой линии зуба, то

$$\operatorname{ctg}\beta = \frac{T_{\text{кп}}}{\pi m z_{\text{д}}} = \frac{T}{\pi m z},$$

или

$$T_{\text{кп}} = T \frac{z_{\text{д}}}{z}.$$

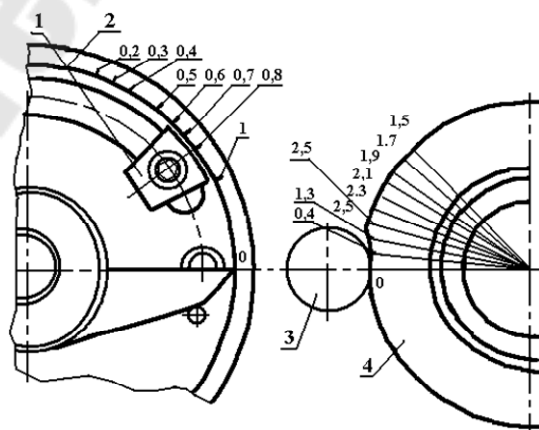


Рис. 1.12. Рабочее положение кулачка

Расчетные перемещения, установленные для нарезания прямозубых колес, остаются теми же и при нарезании косозубых колес.

2.5.13. Гидравлическая схема (рис. 1.13)

Перемещение стола с заготовкой к долбяку и зажим заготовки, а также отход стола в исходное положение производится за счет давления в гидроцилиндрах 7 и 8. Кроме этого, за счет давления в гидроцилиндре 7, в период врезания долбяка в заготовку и обкатки заготовки с долбяком, стол постоянно прижимается до упора ролика стола в кулачок радиальной подачи.

Масло подается в цилиндры от шестеренного насоса 2. Давление в сети не должно превышать 5 атмосфер и регулируется редукционным клапаном 3. При этом давлении сила прижатия стола к кулачкам радиальной подачи будет равна 540 Н.

Далее масло проходит через фильтр 4, дроссель 5, золотник с электромагнитным управлением 6 и по трубопроводам поступает в гидроцилиндры 7 и 8.

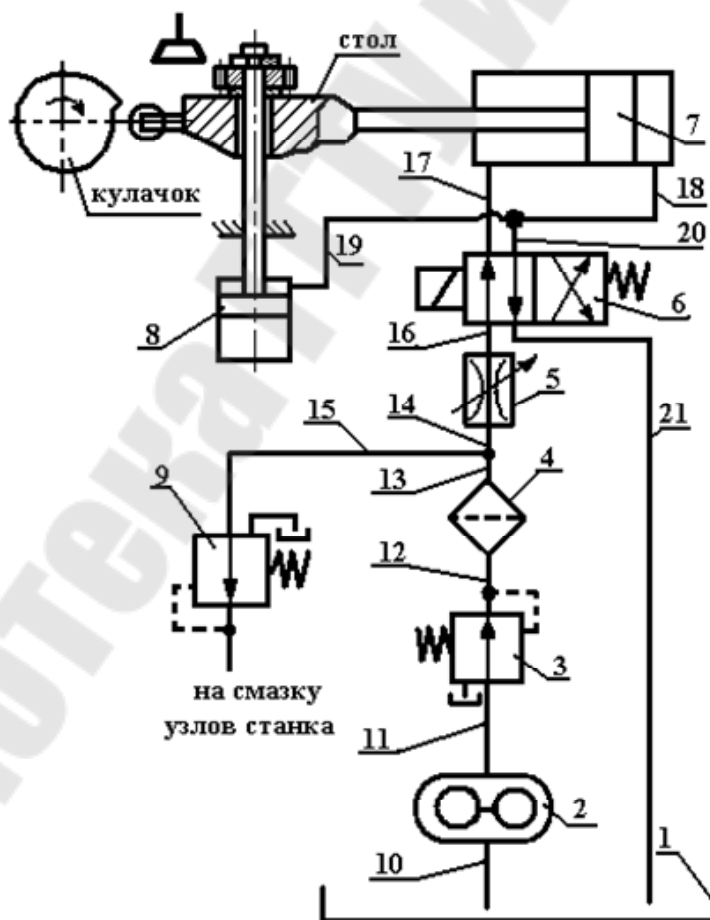


Рис. 1.13. Гидравлическая схема

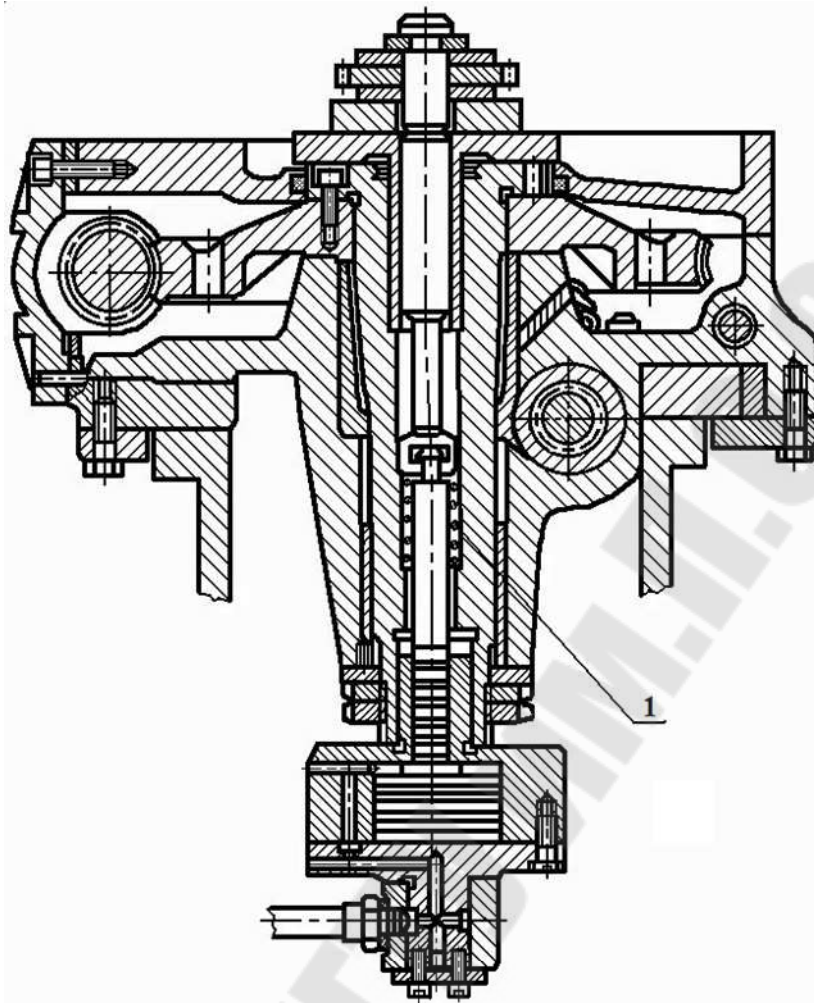


Рис. 1.14. Эскиз гидрозажима

При окончании полной обработки зубчатого колеса электродвигатель привода главного движения автоматически выключается вне зависимости от того, за сколько проходов эта обработка производилась. Выключение производится при помощи конечного выключателя, связанного через штифт с диском 26 вала радиальной подачи VIII (рис. 1.4). В это же время прерывается электрический ток в обмотке магнита золотника 6 (рис. 1.13) и под действием пружины произойдет переключение потока жидкости.

При выключенном электромагните масло подается в левую полость цилиндра 7, и стол отойдет в исходное положение, благодаря чему долбяк не мешает съему детали. Масло из правой полости цилиндра 7 и цилиндра зажима заготовки 8 по маслопроводам 18, 19 и 20 через полость корпуса золотника 6 и маслопровод 21 сольется в резервуар, а пружина 4 (рис. 1.8), 1 (рис. 1.14), смонтированная в шпинделе стола, поднимет оправку вверх и освободит заготовку.

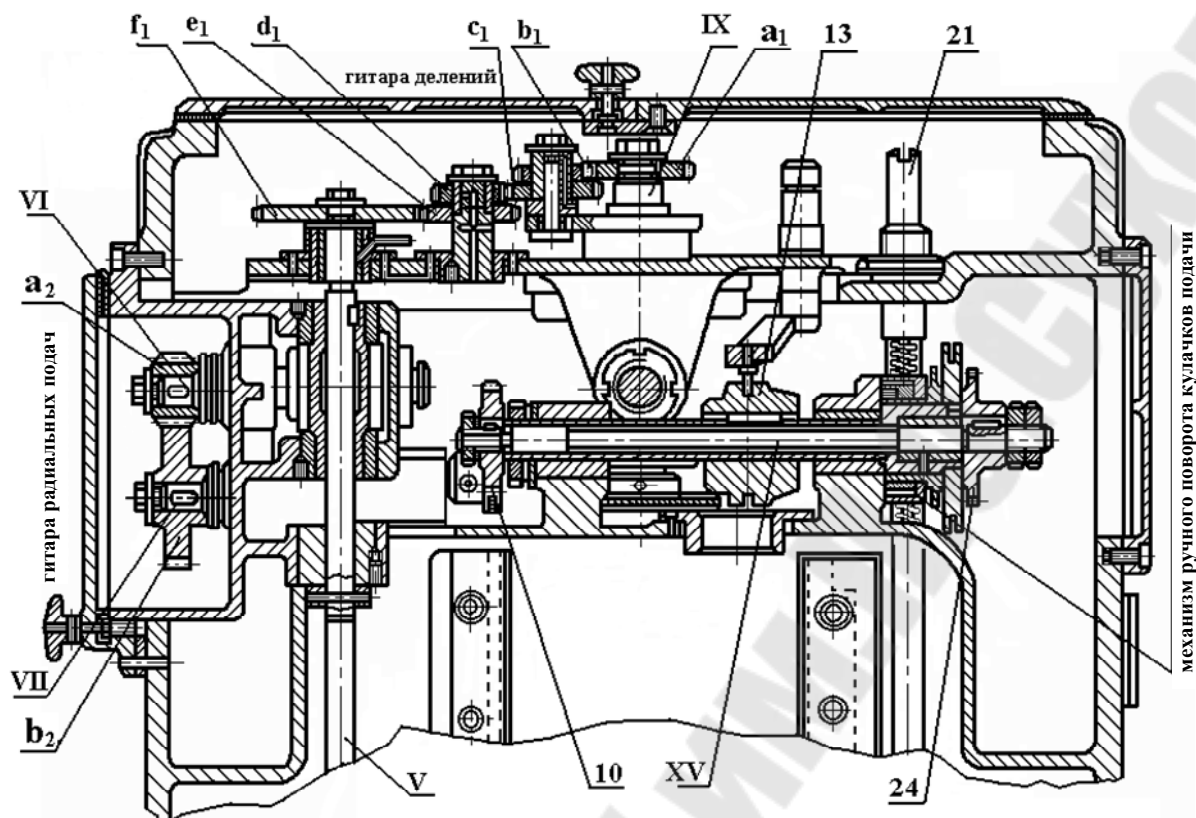


Рис. 1.15. Эскиз механизмов станины

2.5.14. Монтаж механизмов станины (рис. 1.15)

В станине смонтированы следующие механизмы: механизм радиальных подач, механизм ручного поворота кулачков радиальных подач, гитара деления, стол, перемещающийся по стальным направляющим, привинченным к станине.

Позиции на рис. 1.15 соответствуют позициям на рис. 1.4.

С целью технологичности сборки станка и обеспечения точности монтажа, ряд механизмов станины может собираться отдельными узлами и крепиться к станине на компенсаторах. Для удобства обслуживания станка при эксплуатации над всеми механизмами, которые требуют частого просмотра и регулировки, установлены на петлях легкооткрывающиеся дверки.

3. Структура отчета

- 3.1. Название лабораторной работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Эскиз детали.
- 3.4. Эскиз технологической наладки.
- 3.5. Структурная схема станка с описанием кинематических связей.

3.6. Расчет настройки станка.

3.7. Обоснованное описание последовательности использования органов управления станка.

3.8. Описание работы механизмов переключения и настройки при установке требуемых режимов обработки заготовки.

4. Техника безопасности

Запрещается студентам самостоятельно включать станок в сеть.

Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязан проверить: надежность крепления инструмента; надежность крепления заготовки; правильность наладки станка на обработку заготовки.

Перед пуском станка крышки всех гитар и механизмов должны быть закрыты.

Перед началом работы станок должен быть проверен на холостом ходу.

Во время работы станка студенты должны находиться на безопасном расстоянии от подвижных узлов станка.

5. Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод обката и каким образом он обеспечивается при обработке зубьев на зубодолбежном станке?

2. Какая область наиболее целесообразна для применения зубодолбежного станка?

3. Принцип работы станка и имеющиеся кинематические цепи.

4. Перечислить основные узлы и органы управления станка.

5. Как и в какой последовательности производится наладка станка?

6. Особенности выбора инструмента.

7. Какими способами можно установить и закрепить заготовку?

8. Особенности выбора режимов резания.

9. Как устанавливается длина хода долбяка относительно заготовки?

10. Как установить долбяк на глубину врезания?

11. Как произвести регулирование отвода инструмента от заготовки?

12. Как произвести регулирование момента выключения двигателя главного движения в конце обработки?

13. Особенности нарезания зубчатых колес с внутренними и винтовыми зубьями.

14. Назначение и работа гидравлической схемы.

15. В каких случаях применяются одно- и двухпроходные кулачки?

Литература

1. Паспорт зубодолбежного станка модели 5107.
2. Мурахвер, А. С. Наладка станков для обработки зубчатых колес : метод. указания к лаб. занятиям по курсу «Металлорежущие станки» / А. С. Мурахвер, П. М. Римков. – Гомель : ГПИ, 1982. – 54 с.
3. Сафаулин, В. Н. Наладка и эксплуатация станков для обработки зубчатых колес / В. Н. Сафаулин. – Москва : Машиностроение, 1979.

Лабораторная работа № 2

Изучение конструкции и наладка зубострогального полуавтомата для нарезания прямозубых конических колес модели 526

Цель работы: получить навыки по наладке зубострогального станка модели 526 на нарезание прямозубых конических колес.

1. Порядок выполнения работы

- 1.1. Получить задание у преподавателя.
- 1.2. Изобразить технологическую наладку.
- 1.3. Определить кинематические связи в станке и изобразить его структурную схему.
- 1.4. В соответствии с индивидуальным заданием произвести расчет настройки станка и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки.
- 1.5. Произвести наладку станка.
- 1.6. Произвести обработку детали.

Зубострогальный станок модели 526 применяется в условиях мелкосерийного и единичного производства для чернового и чистового нарезания прямозубых конических колес.

2. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

- 2.1. При выполнении п. 1.2 необходимо изобразить технологическую наладку обработки заготовки.
- 2.2. При выполнении п. 1.3 необходимо определить движения в станке и описать их кинематические связи.

При черновом нарезании методом деления резцы прорезают клиновидные впадины без обката. При чистовой обработке нарезка зуба осуществляется по методу обката. Режущим инструментом является два резца с прямолинейными режущими кромками, представляющие собой боковые грани двух зубьев плоского (воображаемого) колеса. Резцы укреплены в суппортах, совершающих возвратно-поступательное движение и смонтированных в люльке, которая поворачивается то в одну, то в другую сторону. Заготовка должна быть установлена на шпинделе делительной бабки так, чтобы вершины нарезаемого и производящего колес совпали, а образующая конуса впадин была параллельна плоскости, в которой находятся линии движений вершин резцов.

Два резца люльки совершают возвратно-поступательные движения в радиальном направлении к центру, совершая одновременно движение обката, благодаря повороту люльки вокруг своей оси то в одну, то в другую сторону. При этом сначала производится предварительная черновая обработка, а затем при обкате в другую сторону – окончательная чистовая обработка.

Структурная схема станка представлена на рис. 2.1.

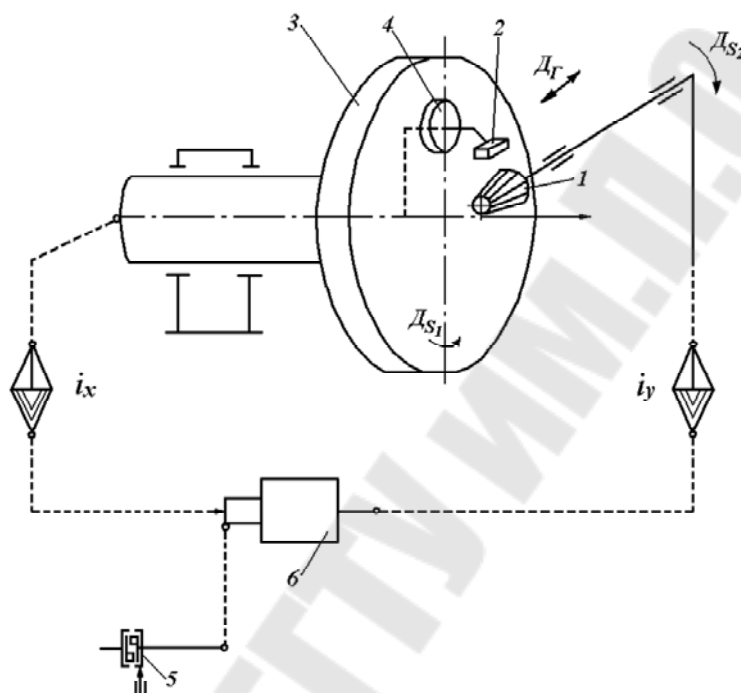


Рис. 2.1. Структурная схема станка модели 526:

D_{S_1} – качание люльки с резцами; D_{S_2} – обкаточное вращение заготовки;

D_{Γ} – главное движение резцов; 1 – заготовка; 2 – резцы; 3 – люлька;

4 – кривошип; 5 – делительный диск; 6 – дифференциал

С использованием структурной схемы необходимо записать краткие уравнения кинематического баланса.

2.3. При выполнении п. 1.4 необходимо произвести расчет настройки станка в соответствии с заданием и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки заготовки, воспользовавшись рис. 2.2–2.3.

2.3.1. Кинематическая схема станка

Для настройки станка имеется пять гитар сменных колес: гитара главного движения, обката, величины обката, деления, подачи, а также механизмы отвода и подвода стола (барaban B_2 на рис. 2.2) и механизм переключения (барaban B_1).

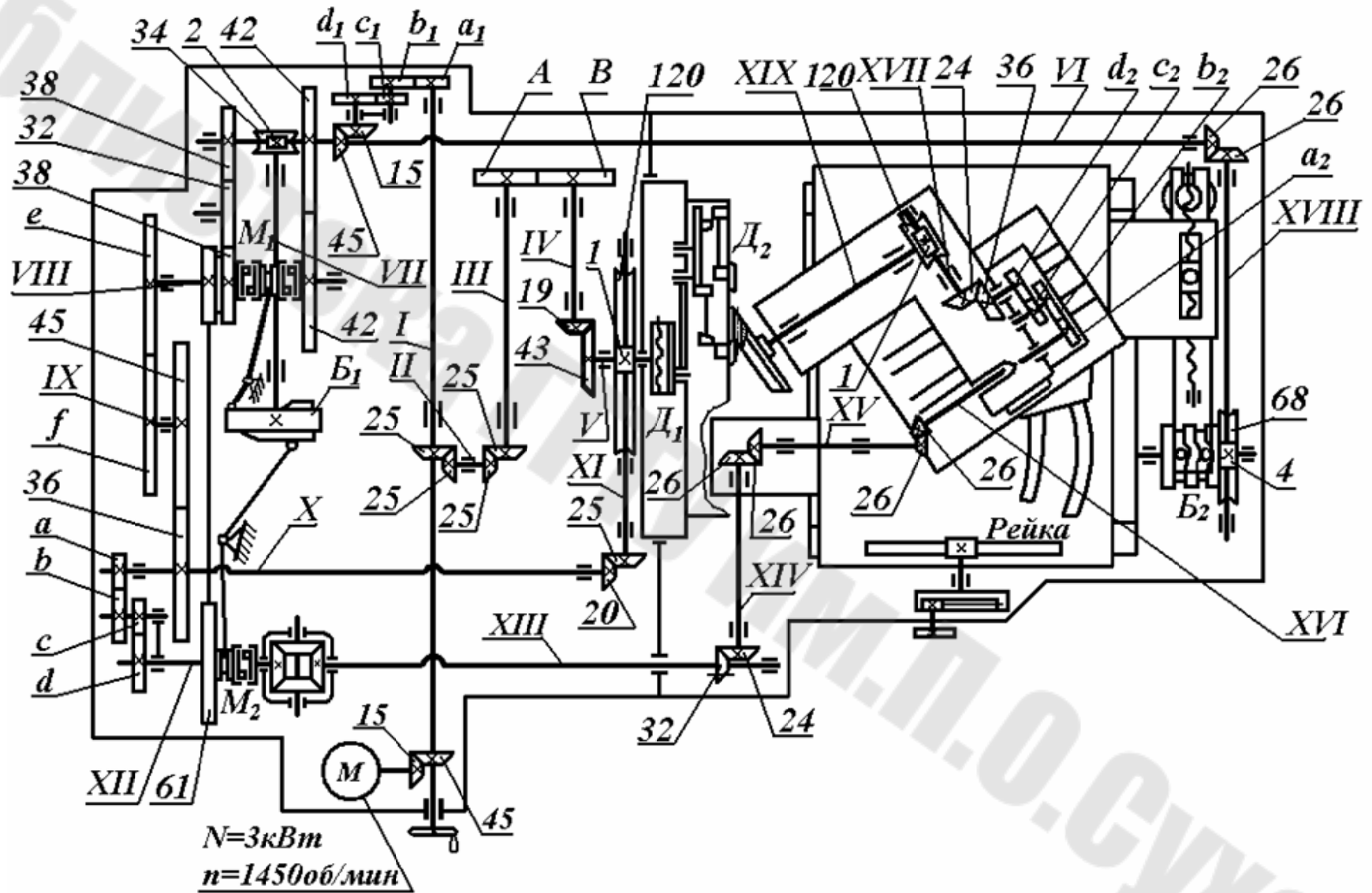


Рис. 2.2. Кинематическая схема зубострогального полуавтомата модели 526

Черновая обработка конических колес производится способом одинарного или двойного деления. При одинарном способе обрабатывается один зуб. Два резца прорезают с обеих сторон канавки, немногим более половины ширины впадины зуба. Затем заготовка отводится и происходит поворот на следующий зуб. Каждая впадина обрабатывается обоими резцами, при этом нижний резец работает в худших условиях, т. к. прорезает канавку в сплошном материале, в то время как второй резец обрабатывает частично уже прорезанную канавку (рис. 2.3). При этом способе применяются черновые резцы. Припуск на чистовую обработку распределяется равномерно по всей длине нарезаемого зуба колеса (рис. 2.3).

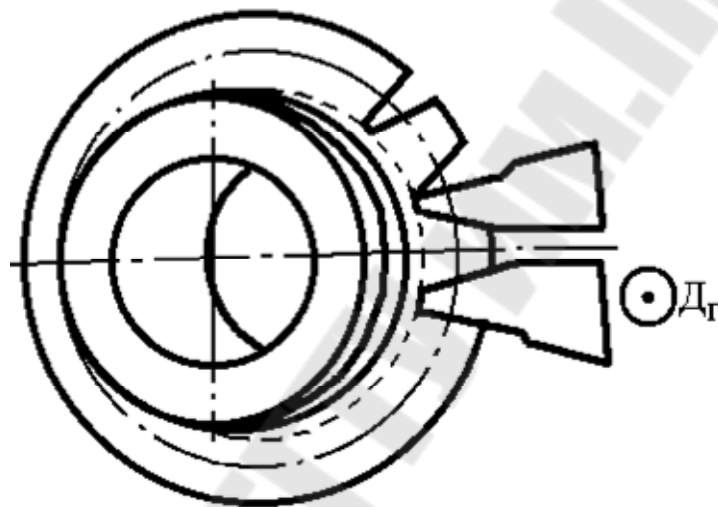


Рис. 2.3. Эскиз черного (предварительного) нарезания прямозубых конических колес

При двойном способе деления прострагиваются на всю ширину одновременно две соседние впадины. Каждый резец прорезает свою впадину в сплошном материале. Деление заготовки производится сразу на два зуба, что создает экономию времени, однако для резания необходимы специальные черновые резцы увеличенной ширины. Размеры сечения канавки по всей длине зуба получаются одинаковыми, поэтому припуск на чистовое нарезание будет неравномерным. Выбор того или иного способа черного нарезания определяется экономическими соображениями. При черновой обработке цепь обката (качания люльки) разъединяется и прорезание впадин ведется слоями за счет постепенного сближения заготовки и резцов при помощи правой канавки барабана подачи B_2 (рис. 2.2). Чистовая обработка происходит по методу обката, при включенной цепи качания люльки, за два прохода: при повороте люльки с резцами вниз, зуб обрабатывается

предварительно с припуском 0,5–0,8 мм на сторону, затем стол с заготовкой приближается к резцам до упора и при обратном повороте люльки вверх происходит окончательная обработка зуба на заданный размер. В конце подъема люльки стол с заготовкой отводится от резцов, происходит делительный поворот заготовки и затем обрабатывается следующий зуб. Перемещение стола при чистовой обработке осуществляется от левой канавки барабана подач B_2 .

Станок управляется распределительным механизмом, состоящим из барабана переключений B_1 и барабана подач B_2 . Оба барабана совершают по одному обороту за время обработки одного зуба. Барабан B_1 управляет реверсом движения люльки, движением обката нарезаемого колеса и включением муфты M_2 для поворота корпуса дифференциала (в период делительного поворота заготовки на ускоренном ходу). Барабан B_2 служит для радиальной подачи и отвода салазок с деталью при делительном повороте.

Для передвижения заготовки на глубину врезания от вала VI движение сообщается барабану радиальной подачи B_2 по цепи:

$$\text{вал VI} \rightarrow \frac{26}{26} \rightarrow \frac{4}{68} \rightarrow \text{барабан } B_2.$$

2.3.2. Настройка и наладка станка для нарезания конического зубчатого колеса с прямыми зубьями.

2.3.2.1. Цель главного движения.

Конечные звенья: электродвигатель \rightarrow резцы.

Уравнение кинематического баланса:

$$1450 \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{19}{43} = n,$$

$$\text{откуда } \frac{A}{B} = \frac{n}{214} \text{ и } A + B = 72.$$

Частота двойных ходов резцов определяется по заданной скорости резания V :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{2\ell} = \frac{1000 \cdot V}{2(b+7)},$$

где V – средняя скорость резания, м/мин; ℓ – длина хода резцов; b – длина зуба нарезаемого колеса, мм; 7 – перебеги резцов (2 мм со стороны узкого и 5 мм со стороны широкого конца зуба).

Подбор сменных колес производят по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Частота двойных ходов

| Частота двойных ходов, дв. х/мин | Ведущая А | Ведомая В | Частота двойных ходов, дв. х/мин | Ведущая А | Ведомая В |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|
| 85 | 20 | 52 | 221 | 36 | 36 |
| 97 | 22 | 50 | 247 | 38 | 34 |
| 110 | 24 | 48 | 276 | 40 | 32 |
| 125 | 26 | 46 | 309 | 42 | 30 |
| 141 | 28 | 44 | 347 | 44 | 28 |
| 158 | 30 | 42 | 391 | 46 | 26 |
| 177 | 32 | 40 | 442 | 48 | 24 |
| 198 | 34 | 38 | — | — | — |

2.3.2.2. Цепь подачи

Под подачей в станке понимается величина дуги начальной окружности производящего (воображаемого) колеса, на которую оно повернется за один двойной ход резцов.

Станок при нарезании каждого зуба работает по автоматическому циклу. Циклом станка управляют барабаны B_1 и B_2 (рис. 2.2), которые синхронно вращаются и делают по одному обороту за цикл $t_{ц}$, т. е. за время обработки одного зуба. В связи с этим настройка гитары подач обычно ориентируется на время цикла $t_{ц}$, величина которого находится в функциональной зависимости от подачи.

Уравнения кинематического баланса:

$$\frac{t_{ц}}{60} \cdot 1450 \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{2}{34} = 1 \text{ об. бараб. } B_1,$$

$$\frac{t_{ц}}{60} \cdot 1450 \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{4}{68} = 1 \text{ об. бараб. } B_2,$$

откуда $\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \approx \frac{6,33}{t_{ц}}$.

Сумма $a_1 + b_1 = 100$, сумма $c_1 + d_1$ принимается в пределах 84–109.

Для гитары подач прилагаются сменные колеса с числом зубьев 21, 22, 25, 30, 37, 42, 58, 63, 70, 79, 83.

Подбор сменных колес производят по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Подбор сменных колес гитары подачи

| Время на резания одного зуба, с | 7,6 | 9,3 | 11,2 | 13,3 | 16,0 | 19,7 | 23,7 | 27,4 | 32,9 | 39,2 | 45,0 | 53,6 | 60,5 | 76,0 | 86,5 |
|---------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| a_1 | 58 | 58 | 58 | 58 | 42 | 42 | 42 | 37 | 37 | 37 | 30 | 30 | 21 | 21 | 21 |
| b_1 | 42 | 42 | 42 | 42 | 58 | 58 | 58 | 63 | 63 | 63 | 70 | 70 | 79 | 79 | 79 |
| c_1 | 37 | 30 | 25 | 21 | 37 | 30 | 25 | 30 | 25 | 21 | 25 | 21 | 30 | 25 | 22 |
| d_1 | 63 | 63 | 63 | 63 | 70 | 70 | 70 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 83 | 83 | 83 |

2.3.2.3. Цепь деления (рис. 2.2)

Делительный механизм получает вращение от постоянно вращающейся шестерни 38 (на валу VIII), сцепленной с свободно установленной шестерней 61 (на валу XII). Эта шестерня в конце цикла нарезания после отвода детали от резцов сцепляется с корпусом дифференциала с помощью управляющего механизма от барабана Б₁. Этот механизм позволяет корпусу дифференциала совершить один оборот, после чего колесо 61 автоматически отключается. В результате заготовка повернется на один зуб. Конечные звенья цепи: корпус дифференциала → заготовка.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об. корп. } i_{\text{диф}} \cdot \frac{32}{24} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{36}{24} \cdot \frac{1}{120} = \frac{1}{Z_1},$$

здесь $i_{\text{диф}} = 2$, тогда $\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{30}{Z_1}$.

На станке имеется набор сменных зубчатых колес гитары деления с числом зубьев: 30, 32, 33, 36, 39, 41–80 (в полном диапазоне), 82, 83, 86, 89, 90, 91, 100.

2.3.2.4. Цепь обката

Конечные звенья: люлька с резцами → заготовка.

Уравнение кинематического баланса:

$$\frac{1}{Z_n} \cdot \frac{120}{1} \cdot \frac{25}{20} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{32}{24} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{36}{24} \cdot \frac{1}{120} = \frac{1}{Z_1},$$

где Z_n – число зубьев производящего колеса.

Во время нарезания зуба корпус дифференциала неподвижен, поэтому $i_{\text{диф}} = 1$.

Число зубьев производящего воображаемого колеса:

$$Z_n = \frac{Z_1}{\sin \varphi_1},$$

где φ_1 – половина угла делительного конуса нарезаемого колеса, град.

$$\left(\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \right),$$

где Z_2 – число зубьев сопряженного колеса (по указанию преподавателя) и $\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{30}{Z_1}$ (см. цепь деления).

$$\text{Тогда } \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{Z_1}{75 \cdot \sin \varphi_1}.$$

В наборе гитары обката имеются колеса с числом зубьев: 31–83 (в полном диапазоне), 86, 88, 90, 97, 100.

2.3.2.5. Цепь качания люльки (величина угла обката)

Назначением гитары величины обката является установление угла поворота люльки с резцами (вниз-вверх). Угол качания люльки складывается из двух составляющих:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2,$$

где λ_1 – угол качания люльки вниз от нуля (ниже центра), т. е. угол поворота люльки, необходимый для обкатки одного зуба нарезаемого колеса; λ_2 – угол качания люльки вверх от нуля (выше центра).

При угле зацепления $\alpha = 20^\circ$ угол качания λ_1 рассчитывается следующим образом:

$$\lambda_1 = \left(\frac{355,3 \cdot \frac{h''}{m} + 90}{Z_1} - 0,8 \right) \cdot \sin \varphi_1,$$

где $h'' = 1,25 \cdot m$ – высота ножки зуба нарезаемого колеса, мм; m – модуль нарезаемого колеса, мм; Z_1 – число зубьев нарезаемого колеса; φ_1 – половина угла начального конуса нарезаемого колеса, град.

$$\lambda_2 = 1,85\lambda_1.$$

Полный угол поворота планшайбы, т. е. угол обката равен:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 = 2,85\lambda_1.$$

В течение цикла обработки зуба планшайба должна совершить прямое и обратное движения, составляющие в сумме угол 2λ . Эти движения происходят за период одного оборота барабана B_1 , в связи с этим конечными звеньями цепи угла обката будут: барабан B_1 – планшайба с резцами.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об. бараб. } B_1 \cdot \frac{34}{2} \cdot \frac{42}{42} \left(\text{или } \frac{38}{32} \cdot \frac{32}{38} \right) \cdot K \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{20}{25} \cdot \frac{1}{120} \cdot 360^\circ = 2\lambda,$$

где $K = \frac{46}{51}$ – коэффициент, учитывающий потерю оборотов реверсивного механизма.

$$\text{Отсюда } \frac{e}{f} = \frac{\lambda}{23}.$$

Подбор сменных зубчатых колес e и f производится в зависимости от угла λ по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Набор сменных зубчатых колес гитары поворота планшайбы

| Угол качания планшайбы, град | | | Число зубьев сменных колес | |
|------------------------------|---------------|-------------|----------------------------|--------|
| вниз от нуля | вверх от нуля | сумма углов | e | f |
| 3,3 | 6,2 | 9,5 | 20 | 48 |
| 3,5 | 6,6 | 10,1 | 22 | 50 |
| 3,8 | 7,2 | 11,0 | 22 | 46 |
| 4,0 | 7,5 | 11,5 | 24 | 48 |
| 4,5 | 8,3 | 12,8 | 24 | 44 |
| 4,6 | 8,4 | 13,0 | 26 | 46 |
| 5 | 9,2 | 14,2 | 26 | 42 |
| 5,1 | 9,5 | 14,6 | 28 | 44 |
| 5,6 | 10,5 | 16,1 | 28 | 40 |
| 5,8 | 10,6 | 16,4 | 30 | 42 |
| 6,5 | 11,9 | 18,4 | 32 | 40 |
| 6,5 | 12,0 | 18,5 | 30 | 38 |
| 7,2 | 13,2 | 20,4 | 32 | 35 |
| 7,2 | 13,4 | 20,6 | 34 | 38 |
| 8,1 | 14,9 | 23,0 | 34(36) | 34(36) |

| Угол качания планшайбы, град | | | Число зубьев сменных колес | |
|------------------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------|
| вниз от нуля | вверх от нуля | вниз от нуля | вверх от нуля | вниз от нуля |
| 9,0 | 16,7 | 25,7 | 38 | 34 |
| 9,1 | 16,7 | 25,8 | 36 | 32 |
| 10,1 | 18,7 | 28,8 | 40 | 32 |
| 10,2 | 18,9 | 29,1 | 38 | 30 |
| 11,3 | 20,9 | 32,2 | 42 | 30 |
| 11,5 | 21,3 | 32,8 | 40 | 28 |
| 12,7 | 23,5 | 36,2 | 44 | 28 |
| 13,0 | 24,1 | 37,1 | 42 | 26 |
| 14,3 | 26,4 | 40,7 | 46 | 26 |
| 14,8 | 27,3 | 42,1 | 44 | 24 |
| 16,2 | 29,8 | 46 | 48 | 24 |
| 16,8 | 31,2 | 48,0 | 46 | 22 |
| 18,4 | 33,9 | 52,3 | 50 | 22 |
| 19,3 | 35,9 | 55,2 | 48 | 20 |
| 21,1 | 38,7 | 59,8 | 52 | 20 |

2.3.2.6. Установка ползунов с резцами по углу

Угол установки ползунов с резцами достигает 8° (рис. 2.4) и зависит от способа нарезания зубчатого колеса и его параметров. При чистовом нарезании с одинарным делением угол δ° определяется по формуле

$$\delta^\circ = \frac{57,296 \left(\frac{S}{2} + h'' \operatorname{tg} \alpha \right)}{L},$$

где $S = \frac{\pi \cdot m}{2}$ – толщина зуба нарезаемого колеса по хорде делительной окружности, мм; $h'' = 1,25m$ – высота ножки зуба нарезаемого колеса, мм; $L = \frac{mZ_1}{2 \sin \varphi_1}$ – длина образующей начального конуса нарезаемого колеса, мм.

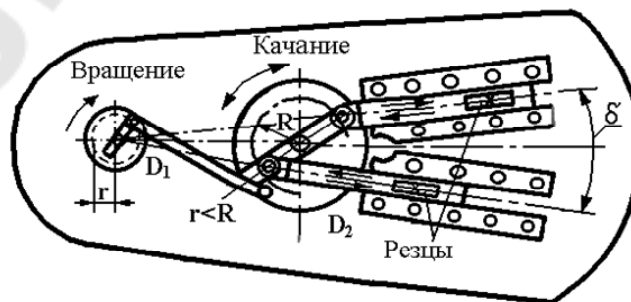


Рис. 2.4. Схема кривошипно-шатунного механизма станка модели 526

2.4. При выполнении п. 1.5 необходимо произвести наладку станка на обработку рассчитанной в п. 2.3 настройки и подробно описать в динамике работу узлов станка, воспользовавшись рис. 2.5–2.11 и табл. 2.4.

2.4.1. Техническая характеристика станка представлена на рис. 2.4.

Таблица 2.4

Техническая характеристика станка

| Наименование | Параметры |
|---|-----------|
| Наибольший модуль нарезаемых колес, мм | 8 |
| Число зубьев нарезаемых колес | 10–200 |
| Наибольшая ширина зубчатого венца, мм (длина нарезаемого зуба) | 90 |
| Частота двойных ходов резцов, дв. х/мин | 85–442 |
| Длина хода резцов, мм | 13–100 |
| Угол качания люльки, град | 10–60 |
| Время нарезания одного зуба, с | 7,6–86,5 |
| Мощность электродвигателя станка, кВт | 3 |
| Вес станка, кг | 4500 |

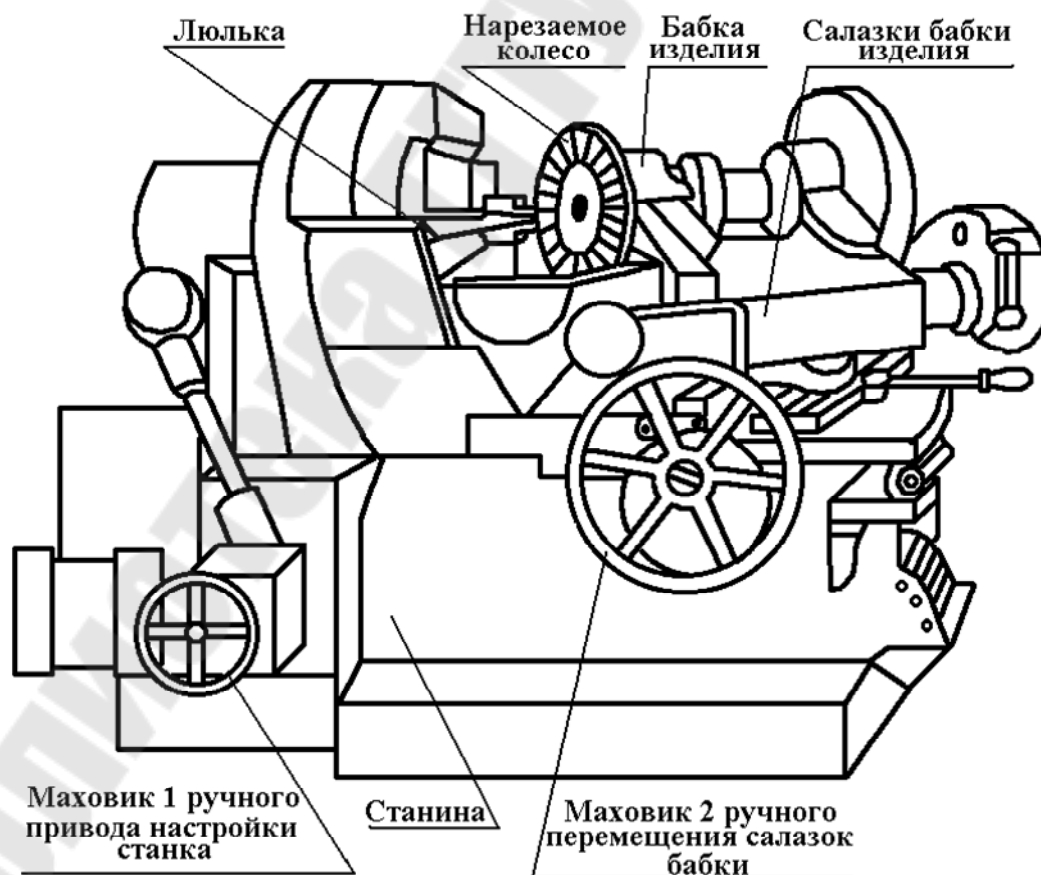


Рис. 2.5. Эскиз общего вида станка с органами управления

2.4.2. Последовательность наладки станка для обработки шестерен

В станке реализуются два режима наладки: на черновое нарезание и на чистовое. При этом черновое нарезание может выполняться двумя способами: одинарного деления и двойного деления.

Наладка на черновое нарезание способом одинарного деления производится в следующей последовательности:

1. Установка барабана подачи.

Для установки барабана подачи на черновое нарезание нужно повернуть маховик ручного привода (рис. 2.5) и остановить его в тот момент, когда кулиса 1 (рис. 2.6) находится в крайнем верхнем положении.

Отвернув гайку 2, вращая за квадрат валика 3 в направлении часовой стрелки, опустить правую ось 4, несущую ролик 5, до тех пор, пока упор 6 не коснется плотно кулисы. После этого завернуть гайку 2, это необходимо для того, чтобы ролики при работе были зафиксированы. Их оси зажимаются двумя зажимами 11 и 12 посредством шпильки 13.

2. Установка глубины подачи (хода каретки).

Отпустив клин 7, нужно вращать винт 8 до тех пор, пока черта указателя не встанет против требуемой величины хода на линейке. Величина хода выбирается равной высоте зуба, плюс зазор, необходимый для того, чтобы при повороте шестерни во время деления она не задевала за резец. Величина зазора выбирается в пределах от 0,8 до 1,5 мм, в зависимости от модуля нарезаемого колеса. Установив величину хода, необходимо снова зажать клин 7.

3. Установить набор сменных шестерен деления.

4. Установить набор сменных шестерен частоты двойных ходов резца.

5. Установить набор сменных шестерен скорости подачи.

6. Выключить движение обката.

Как было указано ранее, что при черновом нарезании станок работает без обката. Чтобы выключить движение обката, нужно вручную поворачивать маховик ручного привода до тех пор, пока люлька с резцовыми суппортами не станет в среднее положение (на нуль), т. е. когда нулевая черта на стойке расположится против нулевого деления на круговом клине люльки. Затем нужно снять сменные шестерни обкатка e и f (рис. 2.2). Вместо сменных шестерен надеть на шлицевые валы хомут 1, как показано на рис. 2.7.

Этот хомут предназначен для того, чтобы застопорить движение обката.

Гитара сменных шестерен движения обката a, b, c, d должна быть установлена.

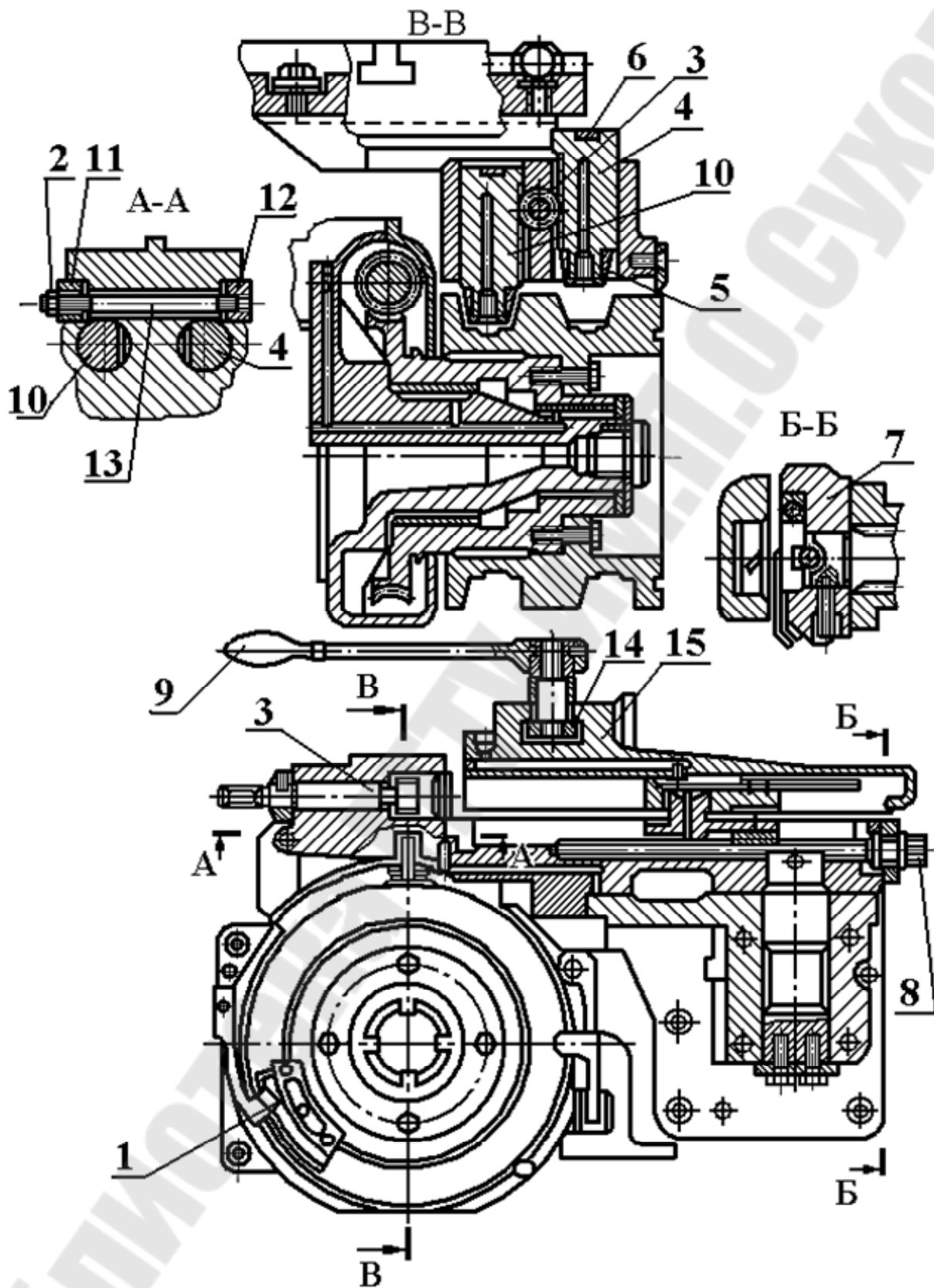


Рис. 2.6. Эскизы механизма подачи

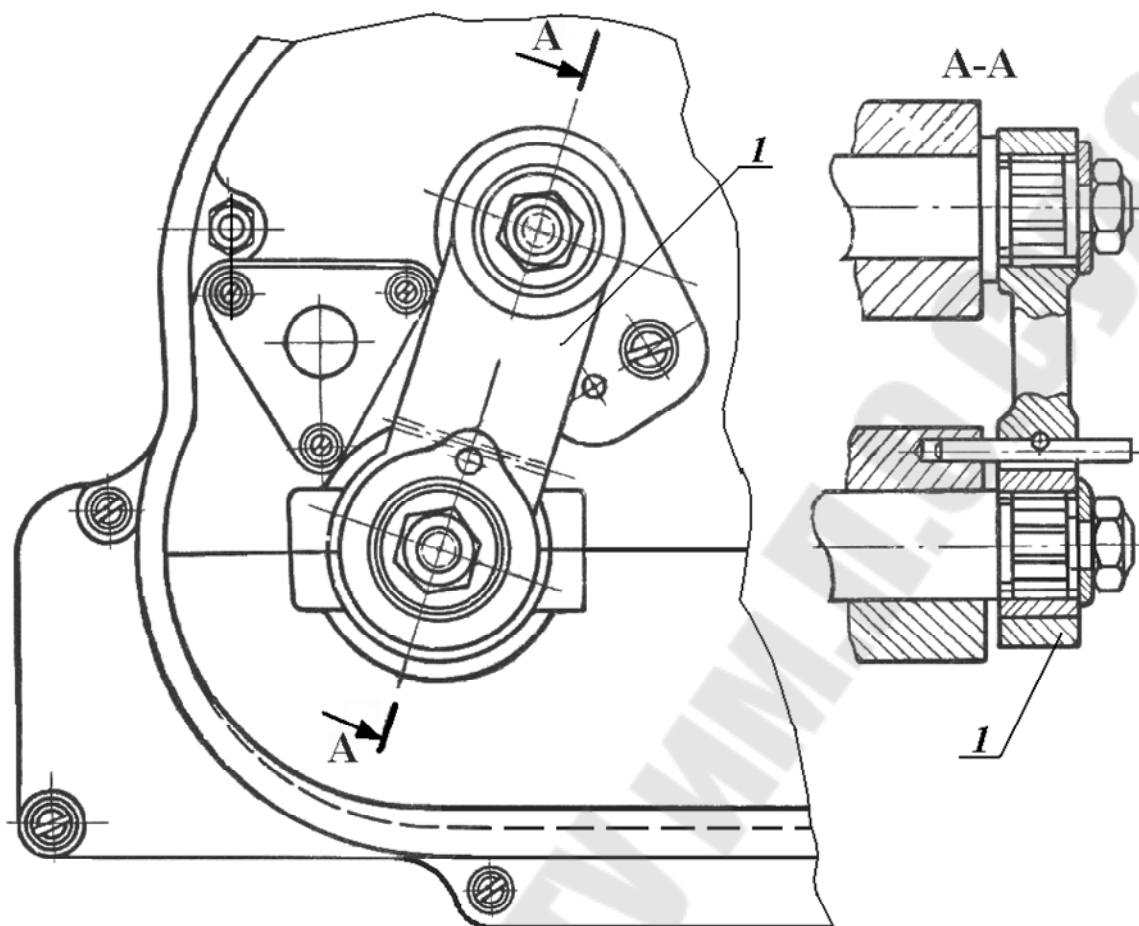


Рис. 2.7. Эскиз механизма выключения движения обката

7. Установить суппорт на угол зуба.

8. Установить заготовку.

Крепление заготовок на станке производится обычно на оправках.

Для установки заготовки на оправку нужно повернуть зажимную рукоятку 9 (рис. 2.6), в результате чего отвернется гайка 14, входящая в паз рычага 15. Отодвинуть каретку назад и закрепить заготовку на оправке.

После установки оправки в шпинделе необходимо проверить индикатором на биение ее посадочные поверхности. Заготовка после установки на станок тоже проверяется на биение по поверхности корпуса выступов.

Бабка изделия с заготовкой должна быть так установлена в осевом направлении, чтобы вершина начального конуса нарезаемого колеса совпадала с осью люльки.

После установки бабки изделия в осевом направлении необходимо установить поворотную плиту бабки изделия на угол φ_1 конуса впадин нарезаемого колеса (рис. 2.8).

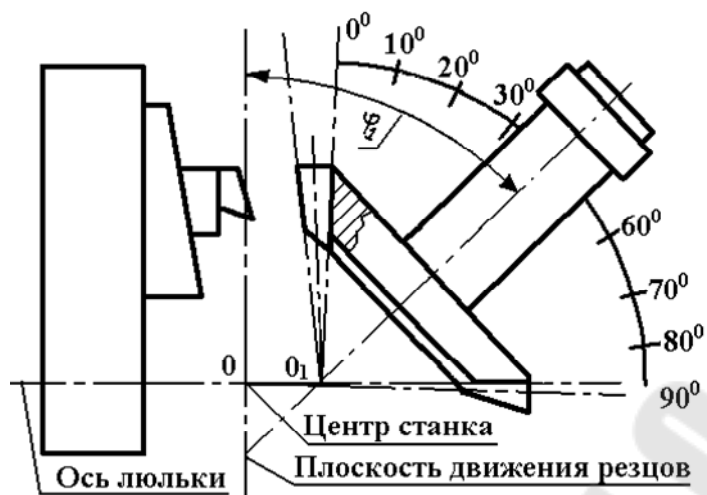


Рис. 2.8. Схема наладки станка

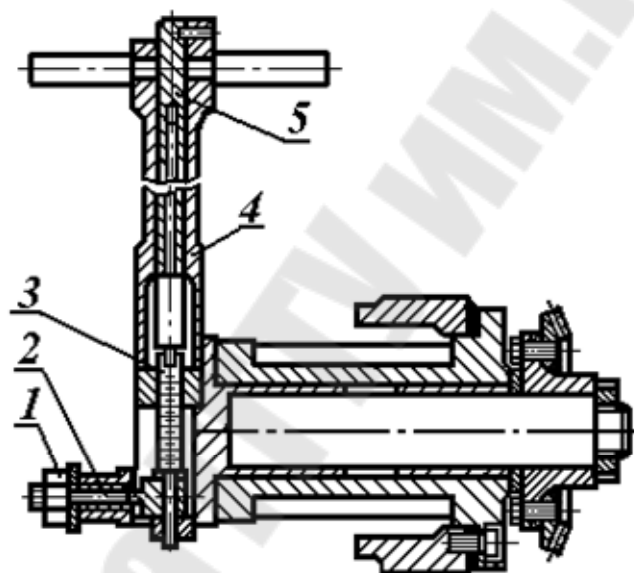


Рис. 2.9. Схема установки длины хода резцов

9. Установить длину хода резцов.

Открыв крышку на люльке, нужно отвернуть гайку 1 (рис. 2.9) кривошипа 2 специальным ключом с длинной рукояткой. Провернуть вручную маховик ручного привода до тех пор, пока головка винта 3 не станет в верхнее положение. Надеть на головку специальный градуированный ключ 4 и установить необходимую величину хода резцов, отсчитывая ее по подвижной шкале 5, находящейся внутри ключа.

Установив длину хода, снова зажать гайку 1. Длина хода должна равняться длине зуба, плюс 2 мм выхода на узком конце и 5 мм на широком конце зуба.

$$L_x = b + 2 + 5.$$

Показания ключа в зависимости от длины хода резца и угла зуба (угол установки суппортов) выбираются из таблицы, находящейся под крышкой.

10. Установка конечного выключателя.

Конечный выключатель (рис. 2.10) должен быть установлен так, чтобы после обработки последнего зуба шестерни станок автоматически был остановлен. Он устанавливается на левом конце шпинделя *1* делительной бабки, а корпус его стопорится на резьбе шпинделя тремя стопорами.

Корпус конечного выключателя *2* несет на себе полый диск *3*, закрытый крышкой, который крепится на корпусе винтом *5* через нажимную шайбу *4*. Диск *3* имеет на периферии градуировку от 0° до 360° через каждый градус. В полости диска *3* смонтированы: собачка *6*, эксцентрик *7* и пружина *12*, усилие которой передается собачке *6*, прижимая к эксцентрику *7*. На кожухе делительной червячной пары смонтированы, кроме того, конечный выключатель ВК-411, упор *9* и нониус *11*.

Установка конечного выключателя производится следующим образом: перед началом нарезания шестерни необходимо отвести каретку вправо и включить станок. В тот момент, когда люлька находится в верхнем положении и процесс деления закончился станок остановить. При помощи штифта *13* повернуть эксцентрик *7* так, чтобы собачка *6* под действием пружины *12* соприкасалась с лыской на эксцентрике, т. е. собачка была бы «утоплена» в окне диска. Затем отвернуть винт *5* и, повернув диск *3*, совместить нулевую риску диска с нулевой рисккой на нониусе *11*. В процессе работы шпиндель делительной бабки с изделием и конечным выключателем, поворачиваясь штифтом *10* на эксцентрике, коснется упора *9* и, повернувшись, выведет собачку *6* в окно диска *3*, т. е. собачка будет поставлена в рабочее положение.

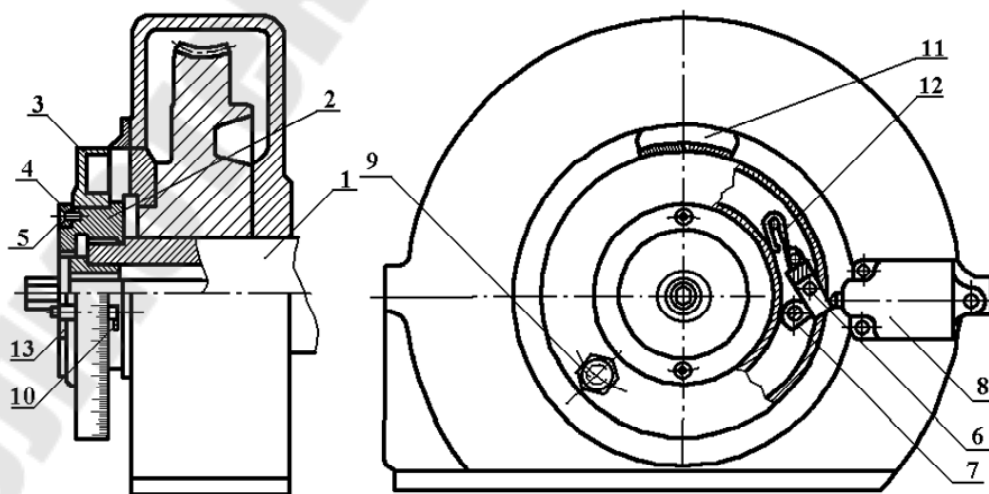


Рис. 2.10. Эскизы конечного выключателя

Продолжая вращение, собачка *б* конечного выключателя придет в соприкосновение с плунжером конечного выключателя ВК-411, произойдет размыкание цепи электрического тока, и станок автоматически будет остановлен.

Наладка станка на черновое нарезание способом двойного деления производится так же, как при одинарном делении, но все наладочные расчеты другие. Они приведены ранее.

Наладка станка для чистового нарезания шестерен производится по методикам, которые были приведены выше, за исключением следующих пунктов:

1. Установка барабана подачи.

Если станок был налажен на черновое нарезание, то наладка его на чистовое производится следующим образом: включить станок и остановить его в тот момент, когда кулиса механизма подачи находится в крайнем верхнем положении. Отвернув гайку *2* (рис. 2.6) необходимо вращать валик *3* за квадрат против часовой стрелки до тех пор, пока упор левого ролика *10* не коснется кулисы. Затем снова зажать гайку *2*.

2. Установка глубины подачи (хода каретки).

Если станок был налажен для чернового нарезания этой же шестерни, то установку менять не следует. Если же на станке нарезается шестерня с другой высотой зуба, то новая установка производится также, как при черновом нарезании.

3. Установка сменных шестерен величины угла обкатки.

Вместо хомута *1* (рис. 2.7), который был установлен для чернового нарезания, нужно установить ранее рассчитанную гитару сменных шестерен *e* и *f* величины угла обката.

2.4.3. Механизм обката (рис. 2.11)

Механизм обката производит поворот люльки, поворот заготовки и деление. Так как обкатка производится в обе стороны, то для изменения направления вращения обкатки служит реверсивная гидравлическая муфта. От главного вала *I* через гитару подачи, вал *XX* и коническую пару *11–12* (*15–45* рис. 2.2) вращение передается валу *VI*. Вал *VI* передает вращение валу *VIII* либо через шестерни *13–14* (*42–42* рис. 2.2), либо через шестерни *15–16–17* (*38–32–38* рис. 2.2). Шестерни *14* и *17* установлены свободно на валу *VIII* и передают вращение валу посредством гидравлической муфты и двух собачек *18–19*, установленных на одной оси *20* этой муфты.

Собачки закреплены неподвижно на оси, а ось свободно может поворачиваться в гидравлической муфте. Гидравлическая муфта так-

же свободно установлена на валу VIII. Шестерни 14 и 17 на своих втулках имеют выступы, которые зацепляют собачки.

Когда в зацеплении находится собачка 18 с шестерней 14, то происходит опускание люльки, когда же в зацеплении находится собачка 19 с шестерней 17, то благодаря паразитной шестерне 16 направление вращения изменяется и происходит подъем люльки. Гидравлическая муфта передает вращение валу VIII через лопасть 21, запрессованную в вал. Эта лопасть разделяет внутреннюю полую часть муфты на две камеры «А» и «Б», заполненные маслом. На валу имеется эксцентричная канавка, сечение которой уменьшается у лопасти. В зависимости от того, в какую сторону поворачивается муфта, масло попеременно вытесняется то из камеры «А» в камеру «Б», то наоборот, через канал «С».

Благодаря сужающемуся сечению эксцентричной канавки внутри вала VIII, давление в камере, из которой вытесняется масло, постепенно повышается, и перемена направления вращения происходит плавно, без толчков.

Заполнение камер маслом происходит непосредственно от масляного насоса. От вала VIII (рис. 2.2), через гитару величины угла качания $e-f$, вращение передается на валы X и XI (рис. 2.2) и затем на червяк 1, и червячный сегмент $Z = 120$ (рис. 2.2) на люльке, поворачивая ее попеременно то в одну, то в другую сторону.

Таким образом совершается качание люльки.

От вала X через гитару обката a, b, c, d вращение передается на вал XII (рис. 2.2) и дифференциал 4, а затем коническим шестерням 32–24, 26–26, 26–26, гитару деления a_2, b_2, c_2, d_2 , коническую пару 36–24, вращение передается червяку, а затем червячному колесу 120 и шпинделю бабки XIX (рис. 2.2). Таким образом, совершается качание шпинделя бабки изделия.

Для переключения собачек 18 и 19 (рис. 2.11) служит реверсивный механизм, который работает следующим образом.

Вал VI посредством червяка 27 (2 рис. 2.2) и червячной шестерни 28 (34 рис. 2.2) передает вращение барабану переключения 29 (Б₁ рис. 2.2), который вращается всегда в одну сторону. Этот барабан управляет как реверсированием, так и делением на зуб. Он вращается синхронно с барабаном подачи, т. е. делает одинаковое с ним число оборотов в минуту, и каждый оборот его соответствует одному циклу.

Барабан переключения представляет из себя диск, который имеет паз. Концентричный паз с боковой внутренней поверхности барабана имеет с одной стороны выступ, с другой, под углом 180° , впадину.

2.4.4. Резцовые суппорты (рис. 2.12)

Резцовые суппорты приводятся в движение от кривошипно-кулисного механизма, смонтированного в люльке 1. Кулисный диск 2, качаясь относительно своей оси, сообщает посредством сухарей 3 и пальцев 4 суппортам возвратно-поступательное движение. К резцовым суппортам крепятся ползуны 5, которые могут передвигаться по суппортам, направляясь пазом и боковой стенкой суппортов.

Через ползун 5 и планку 6, привернутой к ползуну, проходит ось 7, относительно которой качается резцовая колодка 8, которая направляется боковыми стенками ползуна и планки. К резцовой колодке прикрепляется резцедержка 9 двумя винтами 10. Резцедержка направляется шпонкой в пазу резцовой колодки и в целях регулировки может регулироваться по высоте винтом 16. Резец 12 прикрепляется к резцедержке двумя винтами 13. Под головками винтов 13 подложена конусная планка 14 для того, чтобы резец во время резания не сдвигался назад.

Регулировка угла зацепления резцов производится клиньями 15. Передвинув клин на одно деление, изменяем угол давления на $5'$.

Для того, чтобы режущая кромка резца при обратном холостом ходе не царапала профиль зуба, он отходит от заготовки.

В резцовой колодке установлен кулачок 16. Нижней цилиндрической частью кулачок входит в тягу 17, прикрепленную штифтом 18 к тормозной колодке 19. Тормозная колодка 19 охватывает двумя пластинками 20 тормозную планку 21, прикрепленную к основанию суппорта. При рабочем движении резца вперед тормозная колодка и тяга 17, благодаря тормозящему действию пластинок, отстают от движения резцовой колодки, и кулачок из наклонного положения стремится встать в вертикальное положение, поднимая тем самым колодку до тех пор, пока она не упрется нижней частью выемки в пластинку 22, привернутую к ползуну.

При холостом движении резца назад тяга 17 опять отстает от движения резцовой колодки до тех пор, пока не упрется в винт 23, который служит для регулировки величины опускания резца, кулачок 16 опять займет наклонное положение, и резец будет опущен.

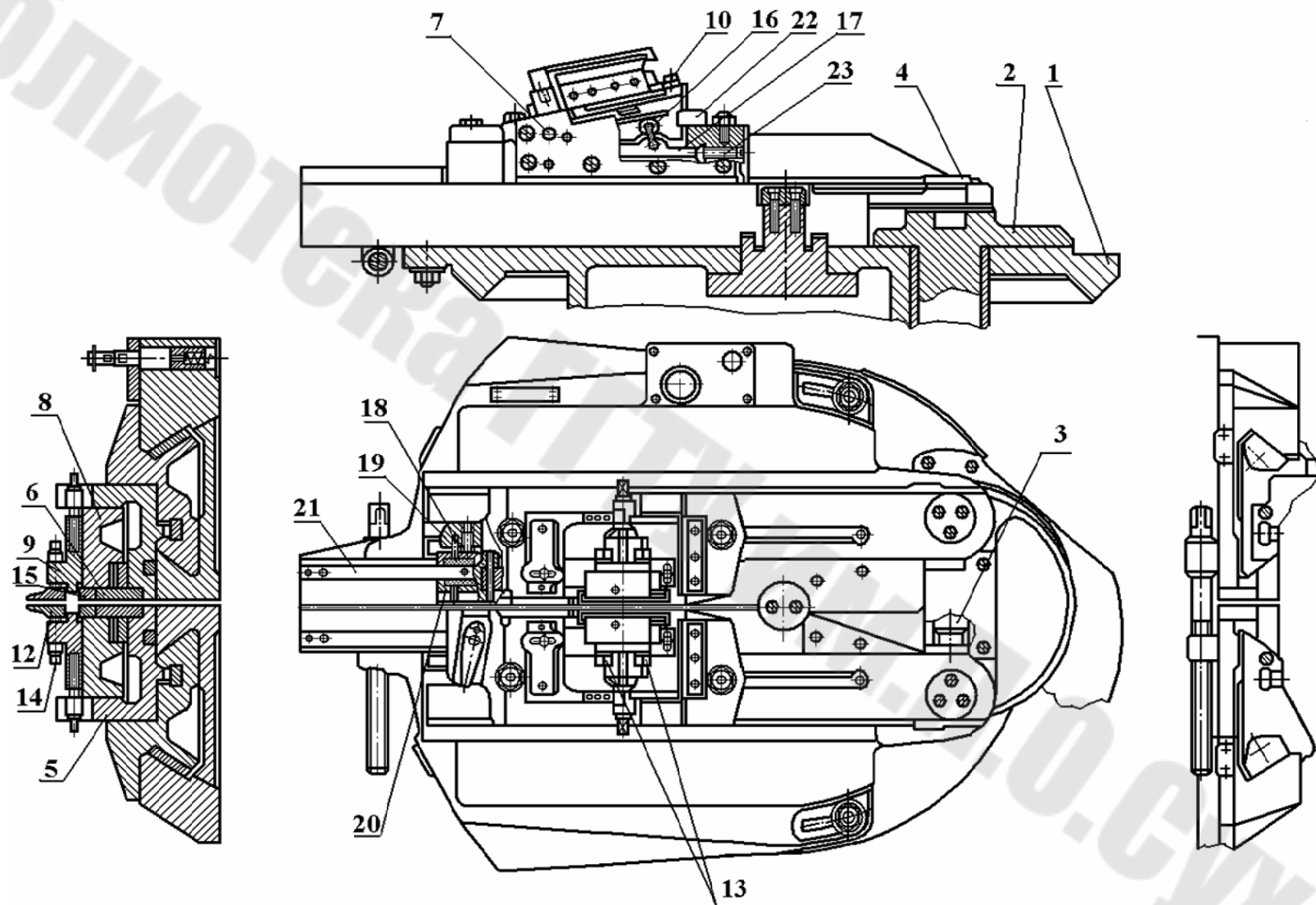


Рис. 2.12. Эскизы резцовых суппортов

3. Структура отчета

- 3.1. Название лабораторной работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Эскиз детали.
- 3.4. Структурная схема станка с описанием кинематических связей.
- 3.5. Описание кинематической схемы.
- 3.6. Расчет настройки станка.
- 3.7. Описание последовательности настройки.

4. Техника безопасности

1. Запрещается студентам самостоятельно включать станок в сеть.
2. Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязан проверить:
 - надежность крепления инструмента;
 - надежность крепления заготовки;
 - надежность установки гитар сменных колес;
 - правильность наладки станка на обработку заготовки.
3. Перед пуском станка крышки всех гитар и механизмов должны быть закрыты.
4. Перед началом работы станок должен быть опробован мастером производственного обучения.
5. Во время работы станка студенты должны находиться на безопасном расстоянии от подвижных узлов станка.

5. Контрольные вопросы

1. Какими методами нарезаются зубчатые колеса на станке?
2. В чем суть метода обката?
3. Принцип работы станка и какие кинематические цепи имеются на станке?
4. Изобразите структурную схему станка.
5. Назовите основные узлы станка.
6. Укажите порядок настройки цепи главного движения.
7. Укажите порядок настройки цепи подачи.
8. Укажите порядок настройки цепи деления.
9. Укажите порядок настройки цепи обката.
10. Укажите порядок настройки цепи качания люльки.
11. Как установить ползуны с резцами по углу?
12. Укажите порядок установки барабана подачи.
13. Укажите порядок установки глубины подачи.
14. Укажите порядок выключения движения обкатки.
15. Укажите порядок установки заготовки и делительной бабки.

16. Укажите порядок установки длины хода резцов.
17. Укажите порядок установки конечного выключателя.
18. Работа механизма обката.
19. Укажите порядок настройки резцовых суппортов.

Литература

1. Паспорт зубострогального станка модели 526.
2. Мурахвер, А. С. Наладка станков для обработки зубчатых колес : метод. указания к лаб. занятиям по курсу «Металлорежущие станки» / А. С. Мурахвер, П. М. Римков. – Гомель : ГПИ, 1982. – 54 с.
3. Тепинкичиев, В. М. Metallорежущие станки / В. М. Тепинкичиев. – Москва : Машиностроение, 1973.

Лабораторная работа № 3

Изучение конструкции и наладка зубофрезерного станка модели 5312

Цель работы: получить навыки по наладке зубофрезерного станка модели 5312.

1. Порядок выполнения лабораторной работы

1.1. Получить задание у преподавателя.

1.2. Изобразите технологическую наладку.

1.3. Определить кинематические связи в станке и изобразить его структурную схему.

1.4. В соответствии с индивидуальным заданием произвести расчет настройки станка и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки.

1.5. Описать последовательность использования органов управления станка.

1.6. Произвести наладку станка.

1.7. Произвести обработку детали.

Зубофрезерный станок модели 5312 предназначен для обработки цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями, а также червячных колес в условиях серийного и крупносерийного производства.

Наиболее целесообразно применять станок для полуставовой обработки колес (под последующее шевингование).

На станке возможна обработка колес модулем от 2 до 6 мм и диаметром до 320 мм. Станок работает по автоматическому циклу и может быть встроен в автоматическую линию по производству зубчатых колес.

Зубофрезерный станок работает по методу обката, обработка производится червячной фрезой, которая обеспечивает одновременно главное движение и согласованное с вращением заготовки обкаточное движение.

2. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

2.1. При выполнении п. 1.2 необходимо изобразить технологическую наладку обработки заготовки.

2.2. При выполнении п. 1.3 необходимо определить движения в станке и записать их кинематические связи.

Станок работает по методу обката, т. е. вращения инструмента и изделия кинематически связаны.

При обработке косозубых колес дополнительно осуществляется связь между осевой подачей заготовки и ее вращением, посредством кинематической цепи дифференциала. Дифференциал включен в кинематическую схему станка параллельно цепи деления и при обработке прямозубых колес отключается. Привод подач и ускоренных перемещений стола работает от отдельного электродвигателя.

Отвод фрезы от изделия, перемещение изделия в исходное положение в полуавтоматическом цикле и при наладке происходят ускоренно. На станке имеется гидравлический цилиндр для зажима изделия.

2.3. Режимы обработки зубчатых колес на станке назначаются в зависимости от конструкций и материала инструмента, материала изделия и числа зубьев нарезаемого колеса. Получистовую обработку зубчатых колес на станке рекомендуется производить на следующих режимах:

– инструмент из быстрорежущей стали, скорость 30–45 м/мин; подача 3–6 мм/об изделия;

– инструмент при обработке стали с пластинами из твердого сплава: скорость 150–180 м/мин; подача 3–5 мм/об изделия.

Нарезание колес может производиться с радиальной и осевой подачей, или только с осевой подачей. Радиальная подача фрезы или ускоренный подвод фрезы к изделию производится до жесткого упора.

Фрезерование может производиться против подачи и по подаче. Рекомендуется производить обработку прямозубых колес по подаче.

Структурная схема станка представлена на рис. 3.1.

Для работы на станке могут быть использованы стандартные червячные фрезы.

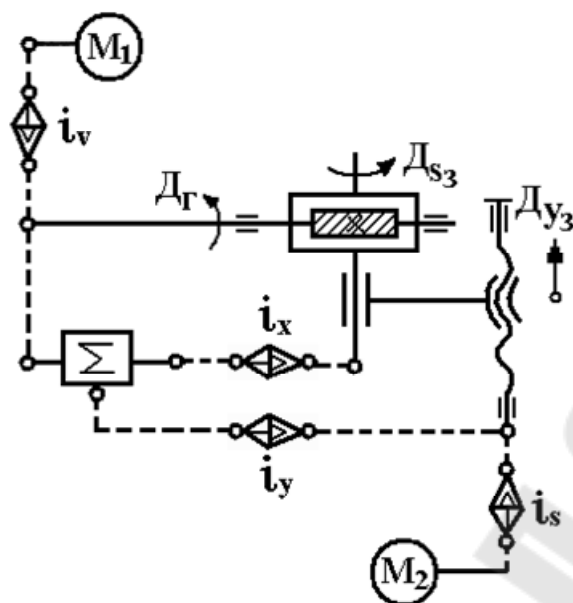


Рис. 3.1. Структурная схема станка модели 5312:

D_{Γ} – вращательное движение фрезы; D_{S_3} – вращательное движение заготовки;

D_{y_3} – установочное вертикальное перемещение стола с заготовкой;

M_1 – двигатель привода вращения фрезы; M_2 – двигатель привода вертикальной подачи; Σ – суммирующий механизм (дифференциал);

i_v, i_x, i_y, i_s – органы регулирования (гитары сменных колес и шкивы)

Используя структурную схему необходимо записать краткие уравнения кинематического баланса.

2.4. При выполнении п. 1.4 необходимо произвести расчет настройки станка в соответствии с заданием и записать уравнения кинематического баланса для требуемых режимов обработки заготовки, воспользовавшись рис. 3.2–3.4.

2.4.1. Кинематическая схема станка (рис. 3.2).

Зубофрезерный станок модели 5312 имеет следующие кинематические цепи:

- Цепь главного движения: движение от электродвигателя посредством сменных шкивов D_1 и D_2 , конической пары 24–24 и шестерни 18–72 передается на фрезерный шпиндель станка. Скорость вращения фрезы настраивается сменными шкивами.

- Цепь обката: цепь обката осуществляет кинематическую связь между шпинделем инструмента и шпинделем изделия.

При нарезании прямозубых колес эта связь осуществляется посредством зубчатых передач 72–18, 24–24, 40–56–64, 24–24–24, 24–24, 24–24, сменные шестерни деления и червячную пару 1–60. При этом необходимо следить, чтобы при нарезании прямозубых колес, гитара деления была выключена, т. е. гитара дифференциала не была установлена на станке и вал гитары дифференциала был закреплен хомутом.

Настройка цепи деления на необходимое число зубьев осуществляется гитарой деления.

- Цепь подач: цепь подач имеет независимый привод. Движение от электродвигателя M_2 на винт передается посредством шкивов 94–149, червячную передачу 1–30, сменные шестерни подач, червячную пару 1–20 на винт с шагом t_1 . При этом муфта M_3 включена, M_2 – выключена.

При ускоренном перемещении стола движение от электродвигателя посредством шкивов 94–149, шестерни 23–42 передается на вал V , червячную пару 1–20 и на винт с шагом t_1 .

Настройка величины подачи производится сменными шестернями гитары подачи:

- Цепь дифференциала: цепь дифференциала осуществляет дополнительный поворот изделия в зависимости от подачи при обработке косоугольного зуба. Эта кинематическая связь осуществляется посредством передачи от винта t_1 через червячную пару 20, 1, шестерни 50–50–50 через гитару дифференциала, конические колеса 30, 32, червячную пару 1–30 движение передается на корпус дифференциала посредством зубчатых передач 24–24, 24–24, 24–24, гитару деления, червячную пару 1–60 на изделие.

Настройка цепи дифференциала производится сменными шестернями гитары дифференциала.

2.4.2. Расчет настройки станка

2.4.2.1. Цель главного движения

Конечные звенья: электродвигатель – шпиндель с фрезой.

Для настройки цепи главного движения в станке имеется набор сменных шкивов. Средние диаметры шкивов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Ступени и диаметры сменных шкивов

| Номер ступени | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ведущий | 100 | 112 | 125 | 140 | 160 | 160 | 210 | 230 | 200 | 160 | 230 | 290 | 290 | 290 |
| Ведомый | 345 | 345 | 345 | 345 | 345 | 290 | 290 | 290 | 230 | 160 | 200 | 230 | 200 | 160 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 105 | 118 | 132 | 150 | 170 | 200 | 250 | 285 | 315 | 360 | 415 | 455 | 525 | 650 |

2.4.2.2. Цепь обката

Конечные звенья: шпиндель с фрезой – заготовка.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об. фрезы} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{40}{56} \cdot \frac{56}{64} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{60} = \frac{K}{Z}.$$

$$\text{Учитывая, что } i_{\text{диф}} = 1 : \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot K}{Z}.$$

Для настройки цепей обката, подачи и дифференциала имеется один набор сменных колес с числом зубьев: 24, 24, 24, 25, 30, 30, 32, 33, 34, 37, 40, 41, 43, 45, 48, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 60, 60, 62, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 96, 97, 98, 99, 100.

2.4.2.3. Цепь вертикальной подачи

Под вертикальной подачей понимается величина перемещения стола по вертикали за один оборот заготовки.

Конечные звенья: заготовка – фрезерная головка.

Уравнения кинематического баланса цепи скорости подачи (минутной вертикальной подачи) S_M (мм/мин).

Конечные звенья: электродвигатель – стол.

$$3000 \cdot \frac{94}{149} \cdot \frac{1}{30} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{1}{20} \cdot t_1 = S_M,$$

$$\text{откуда } \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{S_M}{30}.$$

Поскольку при выборе оптимальных режимов резания в зависимости от материала обрабатываемого колеса, его твердости и необходимой шероховатости зубьев задают вертикальную подачу S_M в мм/об, то необходимо связать минутную подачу S_M с подачей S_B на оборот заготовки. За один оборот фрезы заготовка поворачивается на $\frac{K}{Z}$ часть оборота, а за n_ϕ оборотов фрезы в минуту заготовка повернется на $n_\phi \cdot \frac{K}{Z}$ оборотов, т. е. в минуту заготовка повернется на $n_\phi \cdot \frac{K}{Z}$ оборотов. Поскольку за каждый оборот заготовки стол должен перемещаться в вертикальном направлении на величину S_B , то за минуту стол переместится на величину $S_0 \cdot n_\phi \cdot \frac{K}{Z}$, мм.

$$\text{Таким образом, } S_M = S_0 \cdot \frac{n_\phi \cdot K}{Z}.$$

$$\text{Следовательно, } \frac{a_1 \cdot c_1}{b_1 \cdot d_1} = \frac{S_M}{30} = S_0 \cdot n_\phi \cdot \frac{K}{30 \cdot Z}.$$

2.4.2.4. Цепь дифференциала

Для нарезания винтового зуба необходимо выполнить условие, при котором за время перемещения стола с заготовкой на шаг нарезаемой спирали T (рис. 3.3) заготовка должна совершить один дополнительный оборот. Это движение является дополнительным к обкаточному и обеспечивается при помощи дифференциала.

Конечные звенья: стол – заготовка.

Уравнение кинематического баланса:

$$\frac{T}{t_1} \cdot \frac{20}{1} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{30}{32} \cdot \frac{1}{30} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{60} = 1 \text{ об. заг.}$$

Шаг нарезаемой спирали:

$$T = \frac{\pi \cdot m_n \cdot z}{\sin \beta},$$

где m_n – нормальный модуль нарезаемого колеса, мм; β – угол наклона зуба и оси заготовки, град.

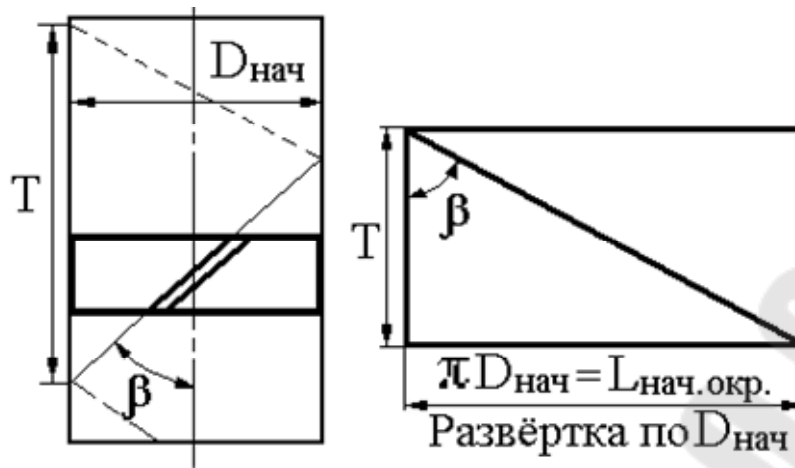


Рис. 3.3. Схема образования винтового зуба

Учитывая, что $i_{\text{диф}} = 2$:

$$\frac{a_2 \cdot c_2}{b_2 \cdot d_2} = \frac{6 \cdot \sin \beta}{m_n \cdot K}$$

Угол поворота фрезы относительно оси заготовки при нарезании винтового зуба (рис. 3.4) определяется по формуле

$$\varphi = \beta \pm \omega,$$

где β – угол наклона зуба к оси заготовки, град; ω – угол подъема винтовой спирали фрезы, град.

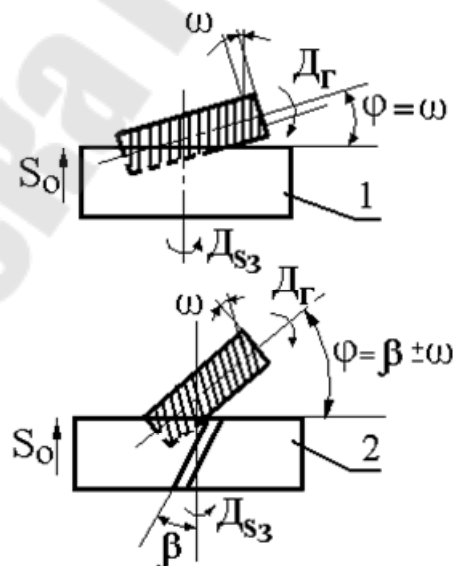


Рис. 3.4. Схема установки фрезы

Знак «+» берется при разноименных направлениях винтовых линий у нарезаемого колеса и фрезы. Знак «-» – при одноименных направлениях винтовых линий.

2.5. При выполнении п. 1.5 необходимо описать последовательность использования органов управления, воспользовавшись рис. 3.5 и табл. 3.2.

2.5.1. Органы управления и элементы станка (рис. 3.5)

Таблица 3.2

Органы управления и элементы станка

| Номер позиции | Наименование |
|---------------|---|
| 1 | Винт крепления суппорта |
| 2 | Винты зажима контрподдержки |
| 3 | Нониус и шкала установки угла поворота суппорта |
| 4 | Рукоятка осевого перемещения фрезы |
| 5 | Механизм осевого перемещения фрезы |
| 6 | Упор и шкала установки величины радиальной подачи |
| 7 | Гитара деления |
| 8 | Крышка |
| 9 | Упоры установки перемещения стола |
| 10 | Цилиндр |
| 11 | Крышки |
| 12 | Пульт управления циклом при наладке |
| 13 | Винт зажима плиты главного электродвигателя |
| 14 | Рукоятка поворота суппорта |
| 15 | Сменные шкивы |
| 16 | Рукоятка натяжения ремней главного электродвигателя |
| 17 | Гидрораспределитель |
| 18 | Гитара дифференциала |
| 19 | Рукоятка и лимб установки межосевого расстояния |
| 20 | Дроссель установки скорости радиальной подачи |
| 21 | Счетчик циклов |
| 22 | Крышка |
| 23 | Крышка |
| 24 | Рубильник и пакетники реверса главного электродвигателя и подач |
| 25 | Гитара подач |
| 26 | Шкив электродвигателя подач |
| 27 | Кран регулирования подачи охлаждения |
| 28 | Винт затяжки оправки фрезы |
| 29 | Шпиндель изделия |
| 30 | Упоры длины фрезерования |
| 31 | Гидроцилиндр зажима заготовки |
| 32 | Кнопочная станция |

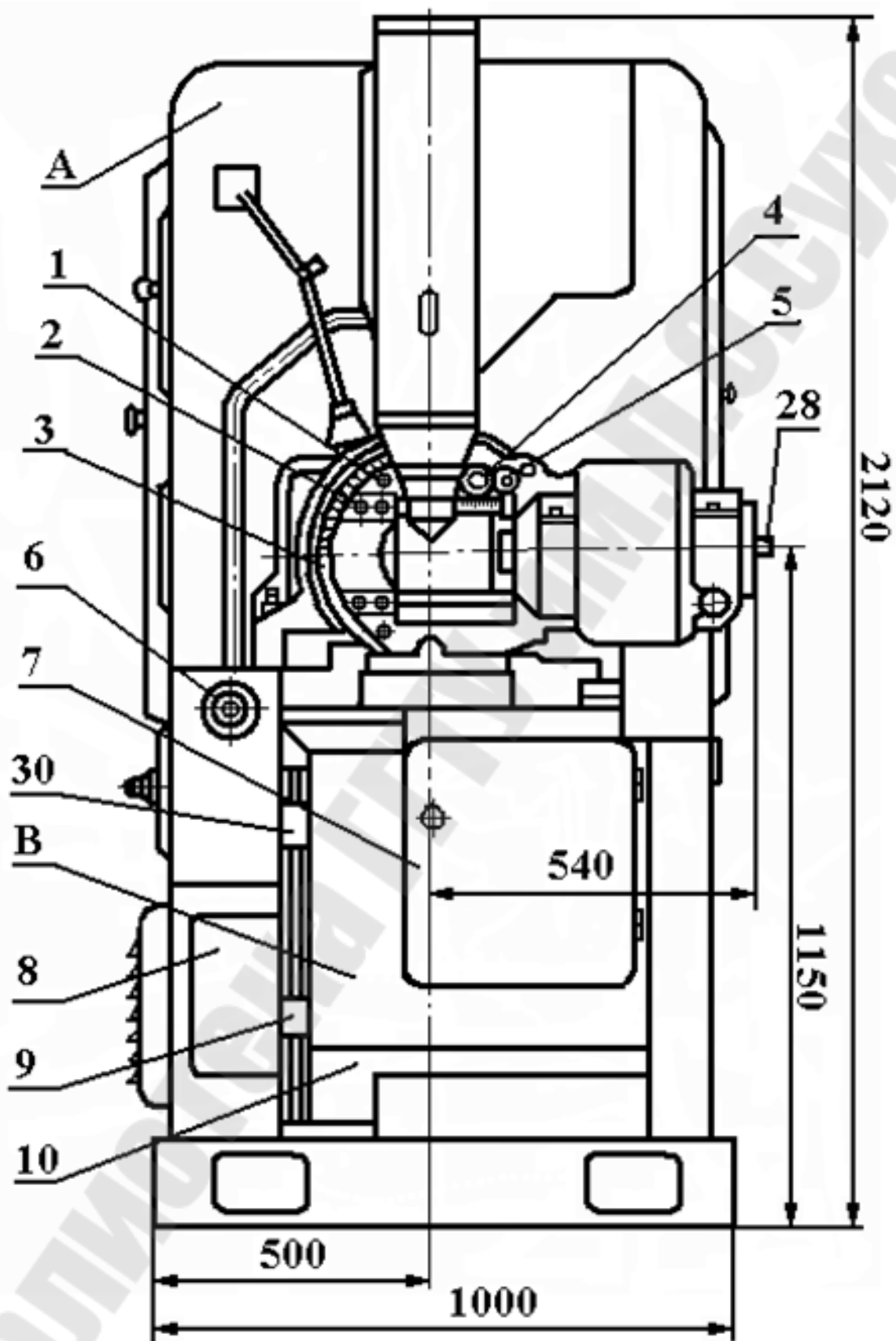


Рис. 3.5. Общий вид станка

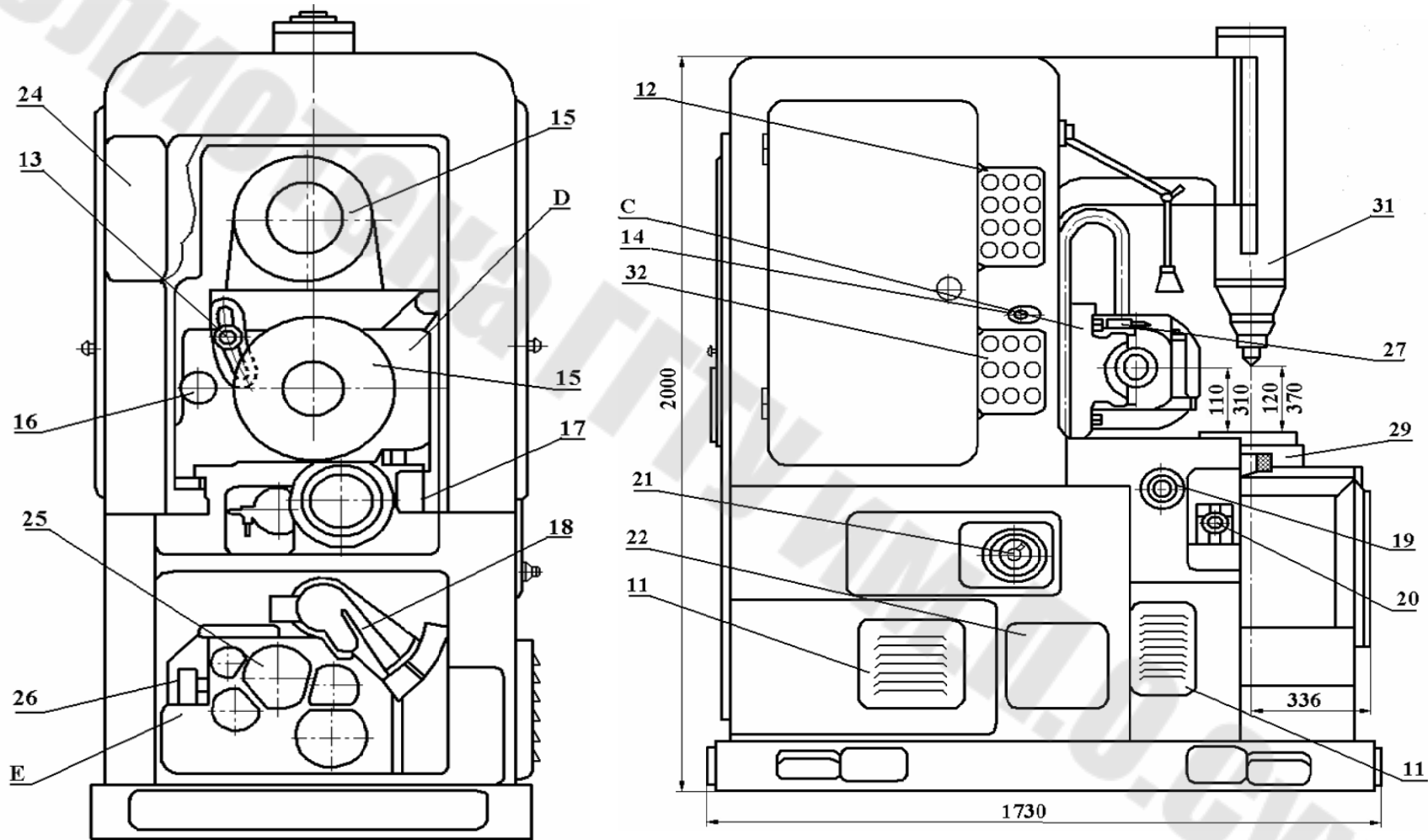


Рис. 3.5. Общий вид станка (окончание)

Основные узлы станка (рис. 3.5):

A – станина; *B* – стол; *C* – суппорт; *D* – фрезерная стойка; *E* – приводная коробка.

2.6. При выполнении п. 1.6 необходимо произвести наладку станка на обработку заданной заготовки в соответствии с расчетами произведенными в п. 2.4.

2.6.1. Техническая характеристика представлена в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Техническая характеристика станка

| Наименование | Параметры |
|---|-----------|
| Наибольший модуль нарезаемых зубчатых колес, мм | 6 |
| Наибольший диаметр нарезаемых колес с прямым зубом, мм | 320 |
| Наибольшая ширина нарезаемых колес, мм | 180 |
| Наибольший диаметр фрезы, мм | 160 |
| Осевое перемещение фрезы, мм | 55 |
| Радиальная подача, мм/мин | 3–50 |
| Пределы частот вращения шпинделя фрезы, об/мин | 105–650 |
| Наибольший наружный диаметр нарезаемых зубчатых колес с косым зубом, мм | 200 |
| Наибольшее перемещение стола при нарезании колес, мм: с прямым зубом | 200 |
| с косым зубом | 150 |
| Перемещение фрезерной каретки, мм | 200 |

2.6.2. Наладка станка

Наладка зубофрезерного станка включает настройку кинематических цепей по параметрам нарезаемого колеса и режимам резания; установку инструмента, приспособления и заготовки; установку в начальное положение узлов станка; обработку пробной детали с последующей корректировкой наладки станка.

2.6.2.1. Установка инструмента

Эскиз установки инструмента на фрезерном суппорте показан на рис. 3.6.

Для установки инструмента снимается задняя поддержка 1, для чего освобождается винт 2 (рис. 3.5), вставляется оправка 2 (рис. 3.6) в конусное отверстие шпинделя и закрепляется винтом затяжки оправки 3 или 28 (рис. 3.5). В зависимости от ширины фрезы и диаметра изделия подбираются приставочные кольца 4, 5, 6 (рис. 3.6), одевает-

ся фреза на оправку, устанавливается наместо поддержка 1 и посредством гайки 7 закрепляется на оправке 2. После этого винтами 2 (рис. 3.5) закрепляется поддержка 1 (рис. 3.6). По отношению к заготовке, фрезы устанавливают под некоторым углом в зависимости от угла наклона линии зубьев нарезаемого колеса.

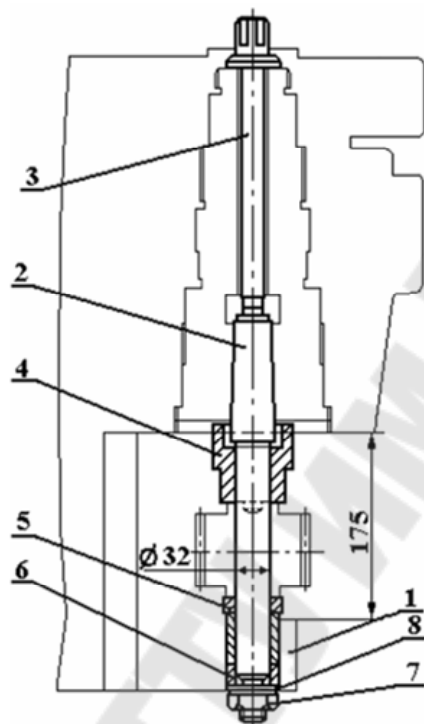


Рис. 3.6. Эскиз установки инструмента

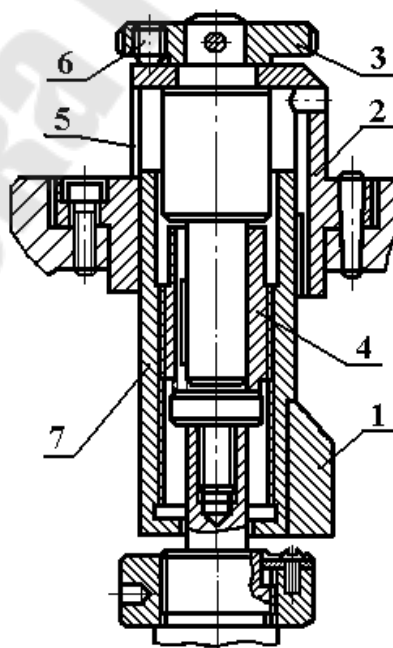


Рис. 3.7. Эскиз механизма радиальной подачи

2.6.2.2. Установка заготовки

Заготовка, в зависимости от ее формы и размеров устанавливается на шпиндель изделия 29 (рис. 3.5) либо на тумбе, либо на оправке. Через центральное отверстие в шпинделе проходит тяга гидрозажима, к которой крепится посредством резьбы через переходную муфту тяга для зажима заготовки.

2.6.2.3. Направление подачи

В зависимости от направления подачи, движение стола может производиться вверх или вниз. Для изменения направления подачи служит пакетный выключатель 24, помещенный сзади станка (рис. 3.5).

2.6.2.4. Наладка механизма радиального врезания

Посредством механизма радиальной подачи осуществляется управление перемещением фрезерной стойки с инструментом при обработке изделия. Перемещение фрезерной стойки осуществляется от гидроцилиндра 10 (рис. 3.5) в следующей последовательности:

- ускоренный подвод;
- подача врезания.

Ускоренный подвод происходит до тех пор, пока упор 1 (рис. 3.7) не нажимает на упор гидравлического золотника, перекрывающего поступление масла в цилиндр подвода фрезерной стойки.

Скорость подачи врезания изменяется при помощи дросселя 20 (рис. 3.5).

Наладка механизма радиального врезания осуществляется в следующей последовательности:

- включается гидропривод станка, устанавливается и закрепляется заготовка на оправке шпинделя изделия, поворотом переключателя на пульте управления подводится фреза к заготовке;
- поворотом квадрата 19 (рис. 3.5) подводится инструмент до касания с заготовкой, при этом необходимо чтобы упор 1 (рис. 3.7) не нажимал на упор золотника;
- вращая маховичок 3, приводится во вращение резьбовая втулка 4, которая перемещает в нужном направлении втулку 7 с упором 1 и устанавливает ее в определенном положении, тем самым достигается глубина радиального врезания, соответствующая высоте зуба нарезаемого колеса. Величина врезания отсчитывается по шкале 5 (рис. 3.7);
- для фиксации упора служит винт 6 (рис. 3.7);
- поворотом переключателя на пульте управления отводится фрезерная стойка с инструментом в исходное положение;

– устанавливается нониус на «0» и поворотом квадрата 10 (рис. 3.5) подводится фрезерная стойка на величину, соответствующую высоте зуба обрабатываемого колеса;

– при работе в наладочном режиме подвод фрезерной стойки с инструментом осуществляется поворотом переключателя на пульте управления, при этом обрабатываемая заготовка должна быть заранее установлена и закреплена на оправке;

– установка межцентрового расстояния: межцентровое расстояние устанавливается по лимбам 1 и 2 (рис. 3.8).

Для подвода инструмента на нужное межцентровое расстояние необходимо:

1. Включить гидропривод кнопкой на пульте 12 (рис. 3.5).
2. Переключателем подвести фрезерную стойку к заготовке.
3. Установить заготовку и закрепить ее поворотом переключателя.
4. Включить главный привод кнопкой на пульте 12 и подвести инструмент до касания с заготовкой.
5. Установить лимб 1 (рис. 3.8) на нулевое деление и переключателем 2 отвести фрезерную стойку от заготовки.
6. Поворотом квадрата 3 (рис. 3.8) подвести фрезерную стойку на нужную глубину врезания.

Установить упоры длины фрезерования 30 (рис. 3.5).

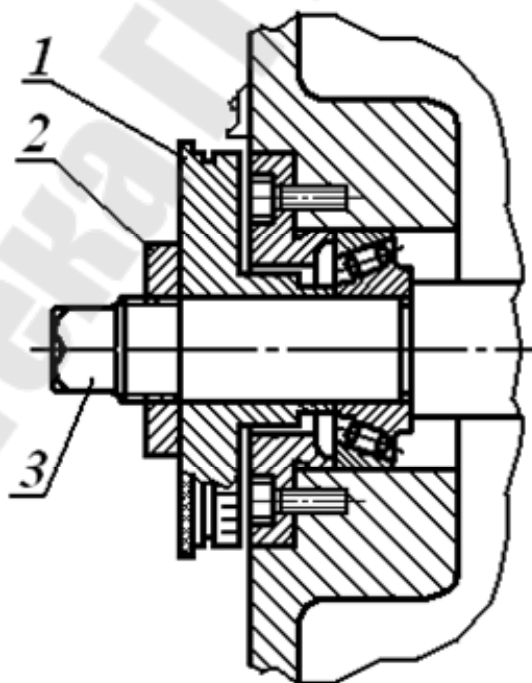


Рис. 3.8. Механизм подвода фрезерной каретки

При работе на станке с радиальным врезанием упоры 9 и 30 (рис. 3.5) устанавливаются таким образом, чтобы при нижнем положении стола, когда торец заготовки находится ниже оси инструмента на 2–3 мм, упор 30 нажимал бы на конечный переключатель, расположенный под крышкой 8 (рис. 3.5). При верхнем положении стола, когда торец заготовки выше на 2–3 мм оси инструмента, упор 9 (рис. 3.5) нажимает на путевой переключатель под той же крышкой.

При работе только с осевой подачей упоры 9 и 30 устанавливаются в зависимости от направления подачи:

а) *стол движется вверх*. Подводится фрезерная стойка к заготовке, ускоренно поднимается стол до тех пор, пока расстояние между осью инструмента и торцом заготовки станет равным 2–3 мм, при этом упор 9 должен нажимать на путевой переключатель;

б) *стол движется вниз*. Подводится фрезерная стойка к заготовке, ускоренно опускается стол до тех пор, пока расстояние между осью инструмента и торцом заготовки станет 2–3 мм, при этом упор 30 должен нажимать на путевой переключатель.

2.6.2.5. Осевое перемещение фрезы

Перемещение фрезы вдоль оси осуществляется посредством гидроцилиндра и происходит после нарезания партии деталей, количество которых устанавливается на счетчике циклов станка 21 (рис. 3.5).

Величина передвижки на каждую партию деталей (шаг передвижки) устанавливается по лимбу 12 (рис. 3.9).

После полной передвижки фрезы, что соответствует ее износу, шпиндель фрезы выставляется в исходном положении для начала резания, фреза смещена влево до упора поворотом квадрата 8 (рис. 3.9).

Для осуществления ручной передвижки пиноли фрезерного шпинделя необходимо включить гидравлику и нажать кнопку «передвижка фрезы» на пульте управления.

Перемещение шпинделя фрезы вдоль оси возможно только при разжатой детали. После замены фрезы необходимо зажать заготовку и подвести фрезерную стойку к оправке заготовки. Сбросить число циклов на счетчике и приступить к дальнейшей работе на станке.

Осевая переустановка фрезы может осуществляться как в наладочном режиме (от кнопки на пульте управления), так и в автоматическом цикле.

Переустановка фрезы в автоматическом цикле происходит в следующей последовательности:

– после обработки партии зубчатых колес, когда фрезерная стойка с инструментом отходит от изделия и происходит отжим дета-

ли, счетчик циклов нажимает на конечный переключатель и дает команду электромагниту управления, который переводит золотник и соединяет полость цилиндра отжима и перемещения пиноли.

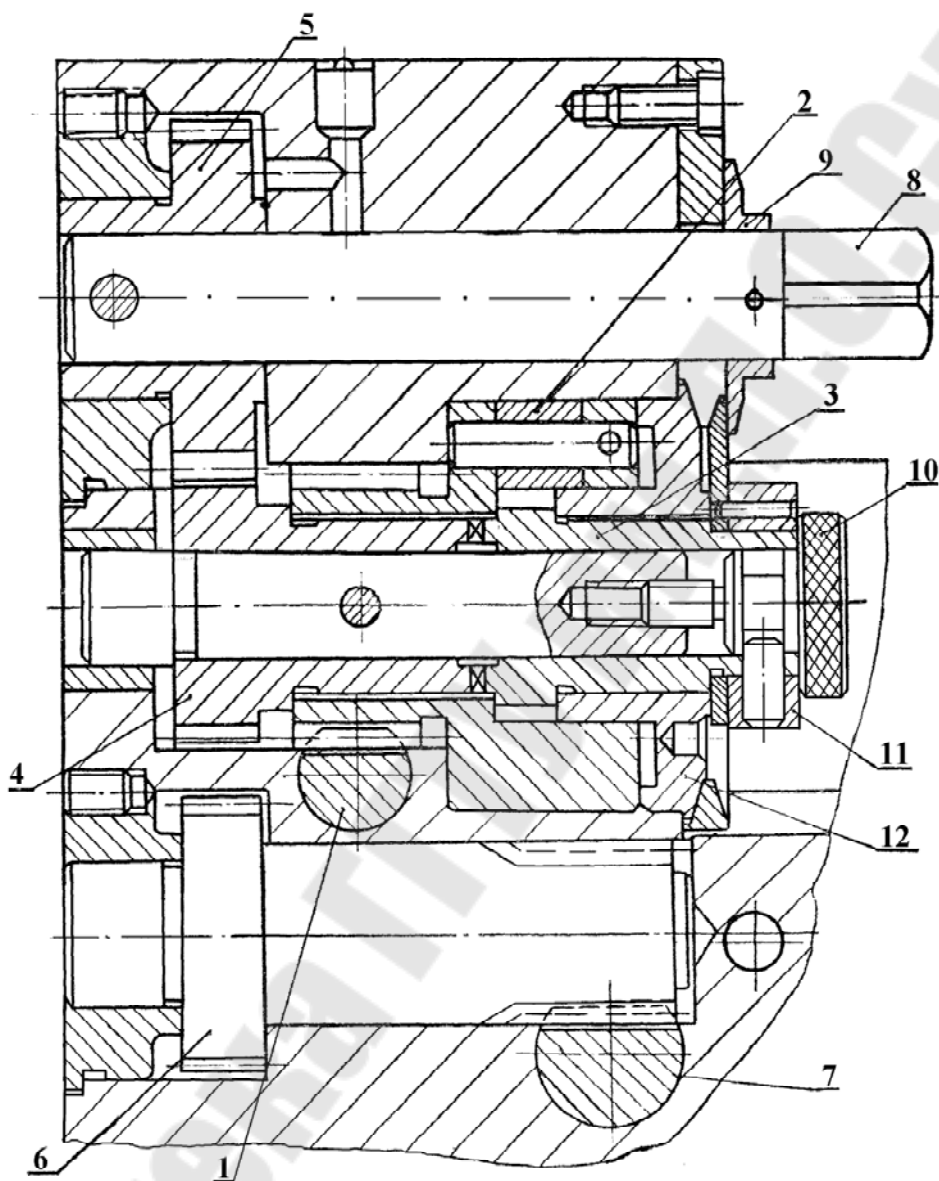


Рис. 3.9. Механизм осевого перемещения фрезы

За один ход цилиндра происходит перемещение пиноли на величину, установленную на лимбе 12 (рис. 3.9). После зажима на оправке следующей детали происходит зажим пиноли шпинделя фрезы и при перемещении фрезерной стойки с инструментом вперед счетчик циклов сбрасывает на установленное на нем количество обрабатываемых колес.

Передвижка фрезы будет происходить до тех пор, пока вся длина фрезы не будет использована.

2.6.2.6. Наладка осевого перемещения фрезы:

1. Установка величины перемещения.

Для установки величины перемещения пиноли шпинделя фрезы необходимо:

- а) включить гидростанцию;
- б) нажать кнопку «перемещение фрезы», при этом центр, поддерживающий деталь (31, рис. 3.5), должен быть отведен вверх;
- в) рукояткой 8 (рис. 3.9) перемещается пиноль со шпинделем в правое положение, соответствующее положению фрезы в конце передвижки. Установка положения фрезы определяется по шкале 9 (рис. 3.9);
- г) повернуть кнопку 10 против часовой стрелки так, чтобы зубчатая муфта храпового колеса 3 вышла из зацепления и поворотом кольца 11 устанавливается указатель в нулевое положение. Затем ввести в зацепление зубчатую муфту 3 с поворотом кнопки 10 (рис. 3.9) по часовой стрелке;
- д) повернуть квадрат 8 (рис. 3.9) и переместить пиноль со шпинделем фрезы в левое положение (рис. 3.5), соответствующее началу установки фрезы. Подвести до упора пиноль шпинделя фрезы и закрепить винтом;
- е) переключателем на пульте управления опустить верхний центр зажима оправки при этом произойдет зажим пиноли шпинделя фрезы.

2. Установка величины периодического осевого перемещения шпинделя фрезы.

Для установки величины периодического осевого перемещения шпинделя фрезы освобождаются винты и поворачивается лимб 12 (рис. 3.9) так, чтобы указанная на нем величина осевого перемещения фрезы совпала с указателем. Затем лимб обратно закрепляется винтами.

Количество передвижек и величина их устанавливается в зависимости от режимов обработки, длины фрезы и диаметра заготовки.

3. Установка числа обрабатываемых колес между передвижками фрезерного шпинделя.

Количество обрабатываемых колес между передвижками фрезерного шпинделя устанавливается на счетчике циклов 21 (рис. 3.5).

После наладки счетчика можно приступать к работе по циклу. Механизм осевой передвижки инструмента будет работать по циклу до полного использования инструмента.

Наладка станка для обработки косозубых колес проходит также как и наладка для нарезания прямозубых колес.

2.6.3. Станина

На рис. 3.10 показан продольный разрез станины по дифференциалу с валом цепи деления.

Движение с широкой шестерни стойки *D* (рис. 3.5) передается на шестерню *1* (рис. 3.10).

В зависимости от типа нарезаемых колес движение распределяется следующим образом (рис. 3.10):

– при нарезании прямозубых и косозубых колес гитара дифференциала расцеплена и движение с шестерни *1* передается валу *2* через конические колеса дифференциала на вал *6*, а с него через конические колеса на вертикальный вал *5*, с которого движение передается на стол станка *B* (рис. 3.5).

Движение на корпус дифференциала передается с ведомого вала гитары дифференциала *7* через пару конических шестерен *8*, червяк и червячное колесо *9*.

Смазка деталей станины осуществляется от маслораспределителя, расположенного на задней стенке.

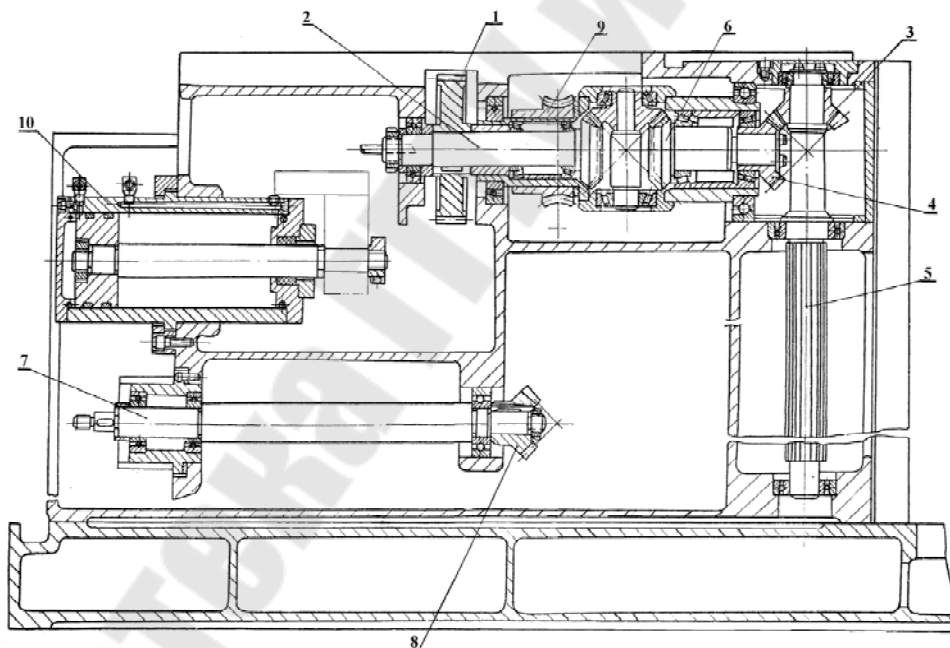


Рис. 3.10. Эскиз продольного разреза станины по дифференциалу

2.6.4. Стол

В столе расположены: шпindelь изделия, гитара деления и привод на шпindelь изделия.

На рис. 3.11 показан разрез вдоль оси шпинделя изделия *1*. Верхняя опора шпинделя выполнена в виде роликового подшипника, зазор которого регулируется затяжкой гайки *2* после подшлифовки полуколец *3*.

Осевые нагрузки воспринимаются подшипником скольжения 4, червячное делительное колесо 5 закреплено на конической шейке шпинделя изделия 1 и одновременно прижато к торцу кольца 6.

К верхнему корпусу станины крепится колонка, посредством которой перемещается контрподдержка с центром (рис. 3.5).

Перемещение контрподдержки осуществляется гидравлической системой, для чего в колонне встроен гидроцилиндр. Движение на шпиндель изделия передается с вала 5 (рис. 3.10) коническим шестерням 7, ведущему валу гитары скоростей 8, посредством колес гитары (на рис. 3.11 условно не показаны) и червяка на колесо 5 (рис. 3.11). Стол перемещается вдоль вертикальных направляющих станины винтом 9.

На рис. 3.12 показана передняя опора делительного червяка 2. Для компенсации зазора в делительной паре необходимо снять два полукольца 1, установить нужную величину зазора и профлифовать полукольца 1 на необходимый размер.

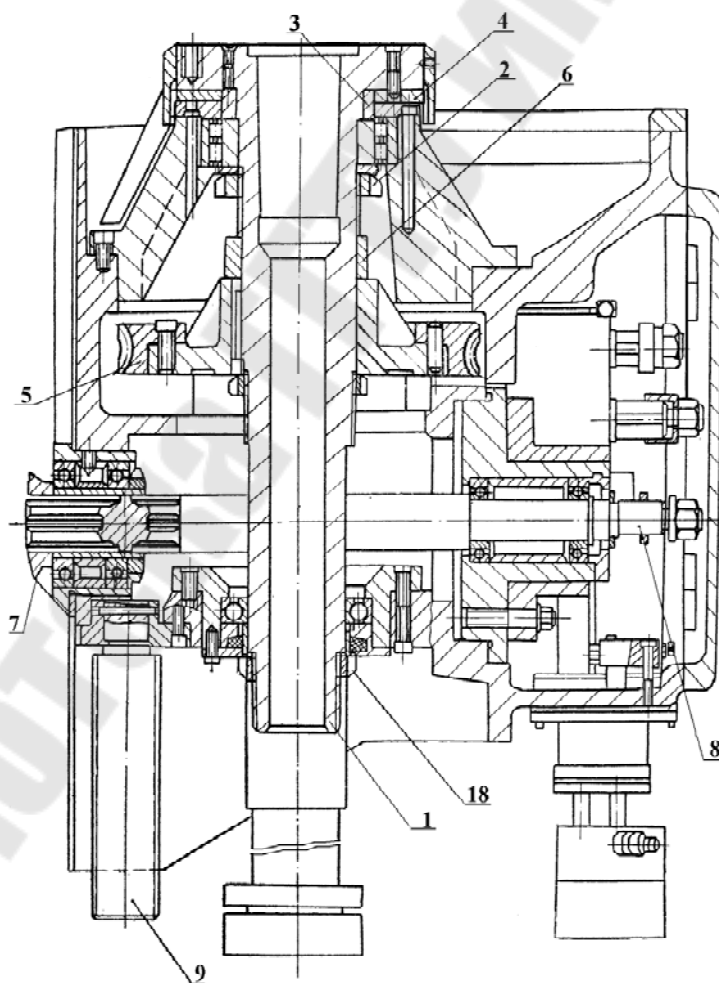


Рис. 3.11. Эскиз стола

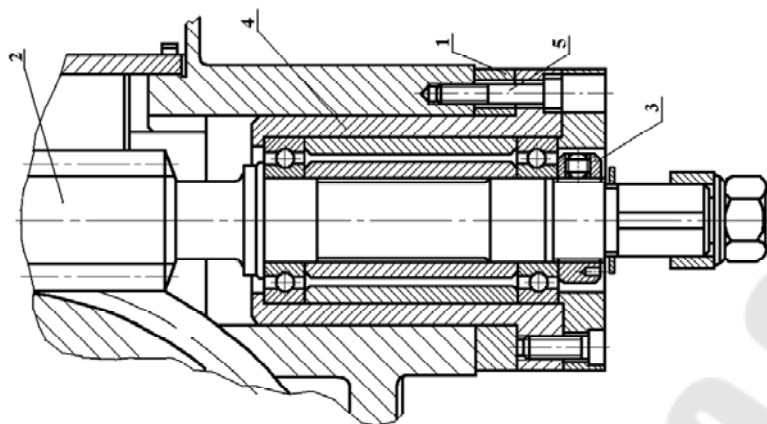


Рис. 3.12. Эскиз опоры делительного червяка

2.6.5. Фрезерная стойка

На рис. 3.13 показан продольный разрез фрезерной стойки. Снизу фрезерной стойки имеются направляющие, на которых она перемещается по верхним направляющим станины, для установки межцентрового расстояния и радиальной подачи инструмента. С торца фрезерная стойка имеет круговой Т-образный паз 4, с помощью которого крепится фрезерный суппорт. Движение от электродвигателя 2 через сменные шкивы 1 и 3, которые крепятся посредством винтов 10 и 9, передается на центральный вал 5, откуда через конические колеса на привод инструмента и через шестерни 6 и 7 на шестерню горизонтального вала станины (рис. 3.10).

Для установки суппорта на требуемый угол служит червяк 8 (рис. 3.13), который оканчивается квадратом 24 (рис. 3.14). Смазка опор центрального вала 5 (рис. 3.13) и цилиндрической пары 6 и 7 производится из ванночки 11.

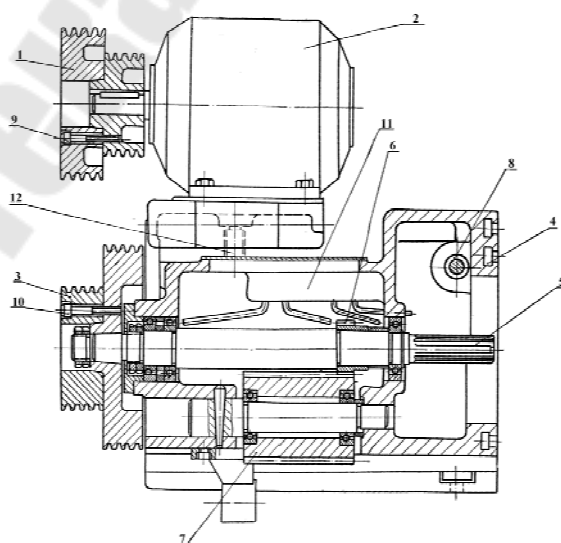


Рис. 3.13. Эскиз фрезерной стойки

На рис. 3.16 показан вид с торца на фрезерную стойку.

Электродвигатель 2 закреплен на поворотной плите 14, которая служит для натяжения ремней. Для поворота плиты имеется квадрат 15 винтовая пара 25 и 26 (рис. 3.15) и винт 12. Гайкой 13 (рис. 3.16) плита 14 прижимается к стойке.

Для установки межцентрового расстояния служит гайка 17, которая крепится в кронштейне 18 (рис. 3.16).

Через кронштейн 16 проходит шток цилиндра перемещения стойки в радиальном направлении.

Зажим фрезерной стойки на направляющих станины производится двумя гидроцилиндрами 19 через рычаги 20 тяги 21 и захваты 22 (рис. 3.14). Отжим производится посредством пружин 23 (рис. 3.14).

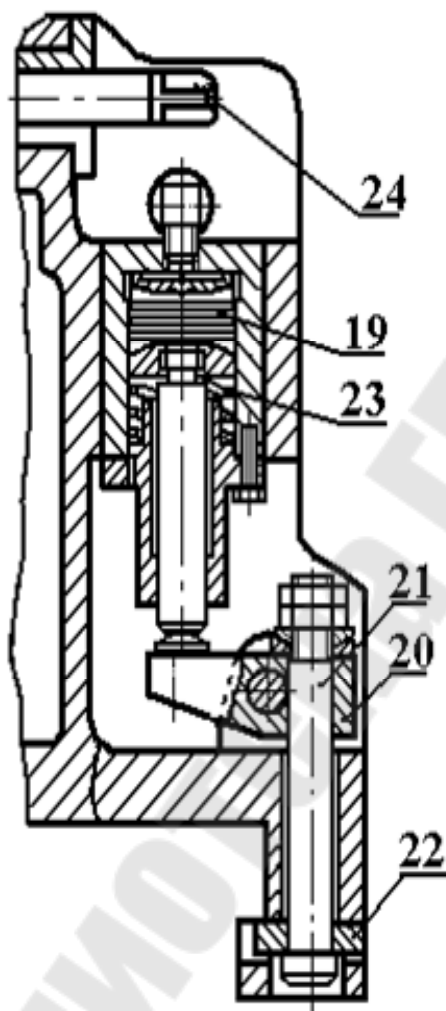


Рис. 3.14. Эскиз зажима фрезерной каретки

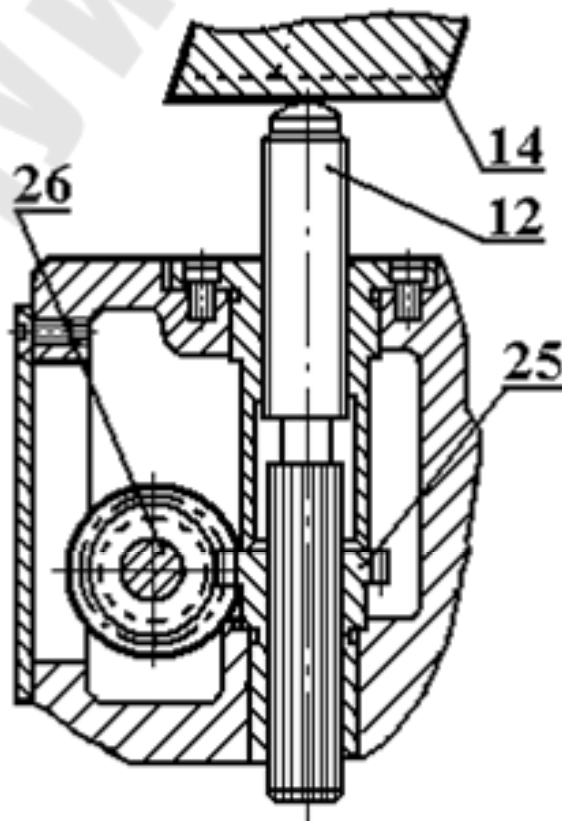


Рис. 3.15. Эскиз механизма натяжения ремня

Подвод масла к гидроцилиндрам зажима стойки и для смазки производится через гибкие шланги 27 (рис. 3.16).

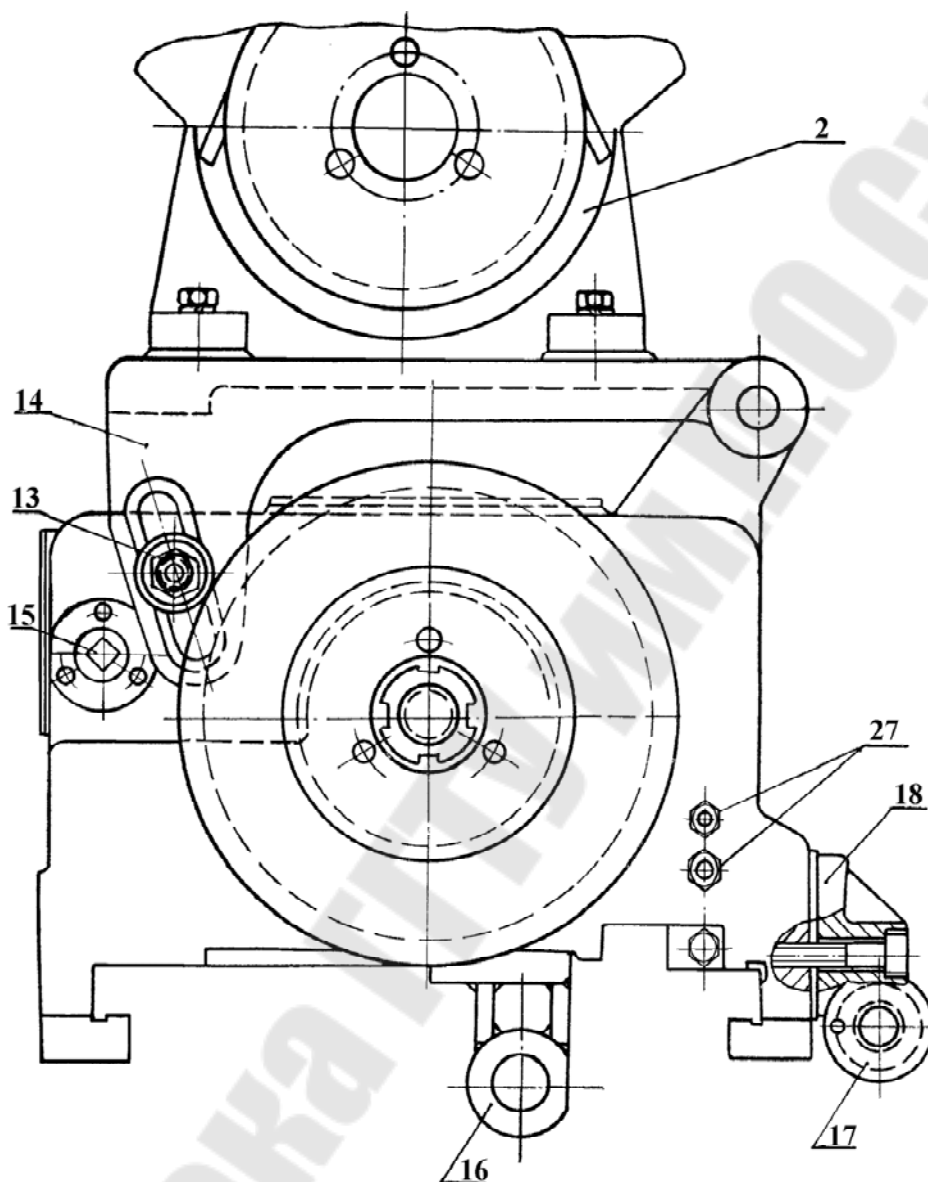


Рис. 3.16. Эскиз общего вида фрезерной стойки

2.6.6. Фрезерный суппорт

Фрезерный суппорт С (рис. 3.5) с инструментом крепится на торце фрезерной стойки и может поворачиваться на 180° с помощью червячного колеса 5 (рис. 3.17).

Привод на шпиндель фрезы осуществляется от приводного вала 5 стойки (рис. 3.13) через пару конических колес 1 и 2 (рис. 3.17), вал-шестерню 3 и колесо 4 шпинделю инструмента 6.

Шпиндель инструмента 6 смонтирован на подшипниках качения 7, 8 и 9. Зазор в переднем подшипнике 7 с цилиндрическими ролика-

ми регулируется за счет перешлифовки кольца 10 и зажима гаек 11. Подшипник 9 с разрезным наружным кольцом должен быть отрегулирован за счет доводки разрезного осевого кольца так, чтобы зазор не превышал 0,005 мм. Шестерня 4 плотно закреплена на конусе и упирается в промежуточное кольцо.

Для поддержки конца оправки инструмента служит контрподдержка 12. Радиальноупорные подшипники 14 контрподдержки собираются с предварительным натягом.

Шпиндель 6 с инструментом перемещается вдоль оси совместно с пинолью 15. Для перемещения пиноли 15 служит гидроцилиндр. При перемещении штока 1 (рис. 3.9) поворачивается собачка 2, которая ведет храповое колесо 3, соединенное посредством кулачковой муфты с шестерней 4 (рис. 3.9). Движение от колеса 5 и 6 передается на рейку 7 (рис. 3.9), которая связана с пинолью 15 (рис. 3.17). Для ручного перемещения пиноли служит квадрат 8 (рис. 3.9). Для зажима пиноли 15 (рис. 3.17) служит гидроцилиндр.

При перемещении штока, на котором нарезана рейка, поворачивается шестерня 2 (рис. 3.18), на конце которой нарезана правая и левая резьба. При повороте шестерни 2, сухари 5 и 9 сходятся и зажимают гильзу 4. Для регулировки зажима пиноли служит гайка 6, которая стопорится планкой 7.

Для отжима пиноли шестерня 2 (рис. 3.18) поворачивается в обратном направлении, один из сухарей отходит до упора в крышку и при дальнейшем повороте шестерни 2 освобождается второй сухарь. Отжим пиноли происходит одновременно с передвижкой инструмента, а зажим с зажимом изделия.

Зажим пиноли заблокирован с зажимом изделия таким образом, что при зажатом изделии отжим пиноли не произойдет.

2.6.7. Приводная коробка (рис. 3.19, 3.20)

Приводная коробка выполнена в виде отдельного узла и устанавливается в нишу станины сзади станка. С приводной коробки осуществляется привод на винт вертикального перемещения стола и на дифференциал. Для включения подачи и ускоренного хода имеются фрикционные муфты, включающиеся гидроцилиндрами (рис. 3.19).

Движение от электродвигателя подач 12, который установлен на регулировочной плите 14, посредством ременной передачи (регулировка натяжения которой осуществляется винтом 1) передается на вал червяка, а с него – на червячное колесо 4 (рис. 3.20), сменные шестерни гитары подачи, валы 12, 13, 15 (рис. 3.20), фрикционную муфту 3, шестерню вала 14, на вал 10 (рис. 3.20), который является приводом на червячную пару перемещения стола.

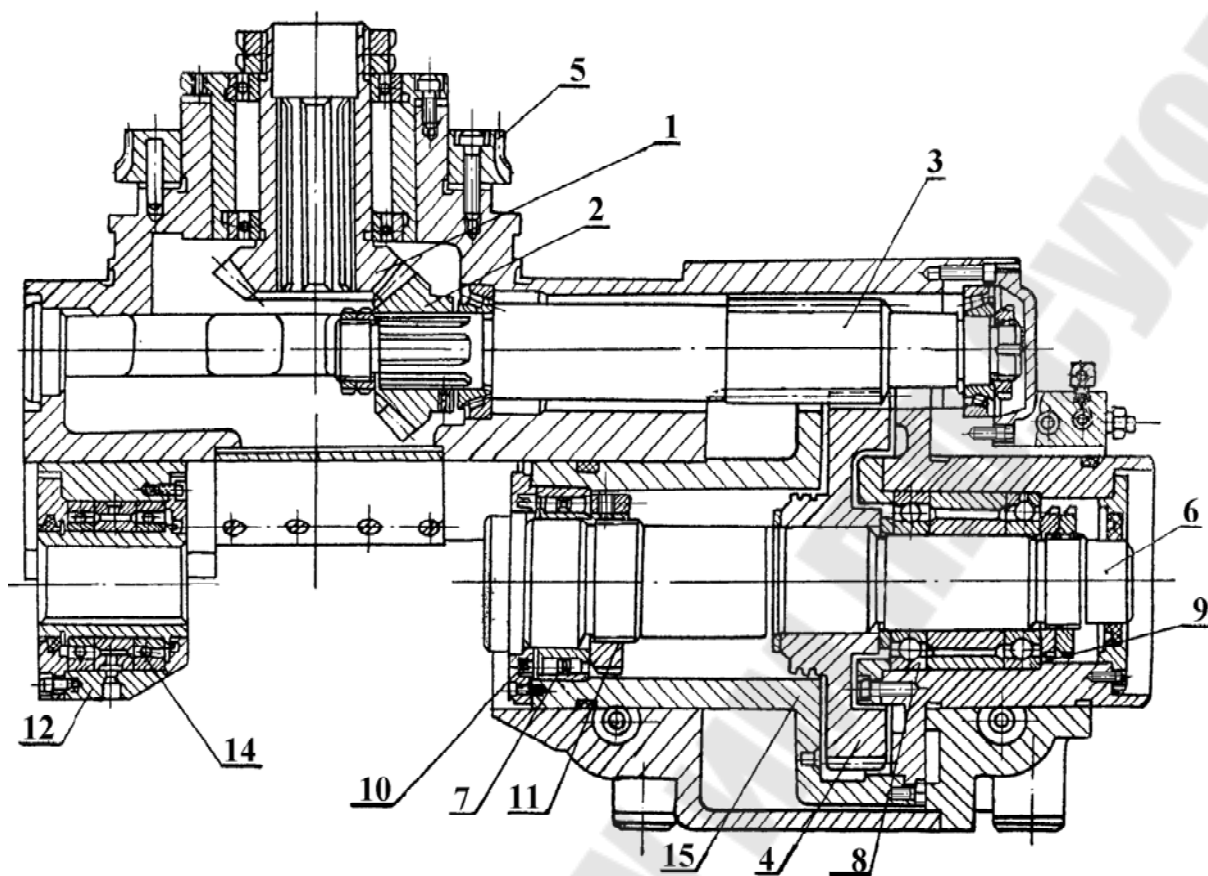


Рис. 3.17. Эскиз фрезерного суппорта

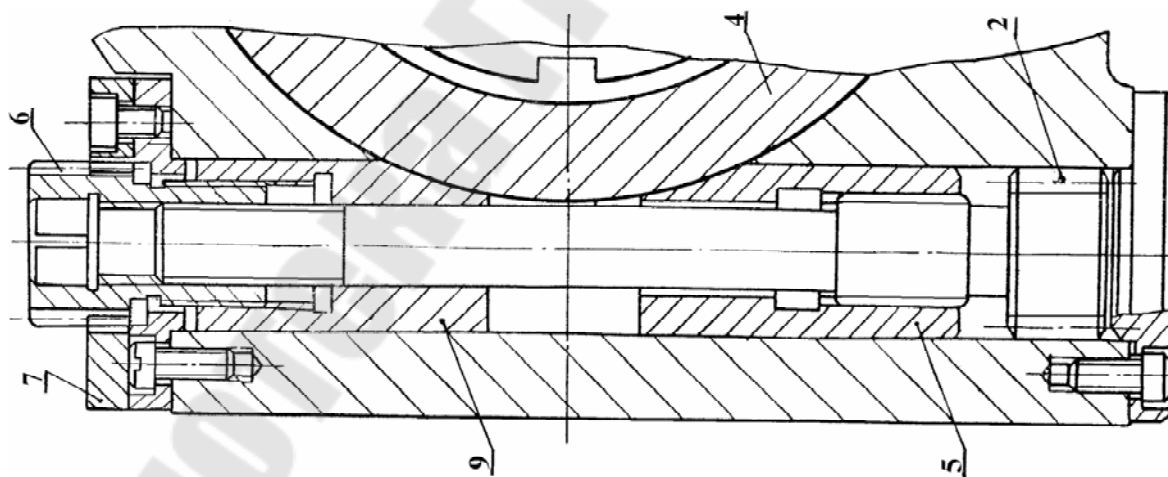


Рис. 3.18. Эскиз механизма регулировки зажима пиноли

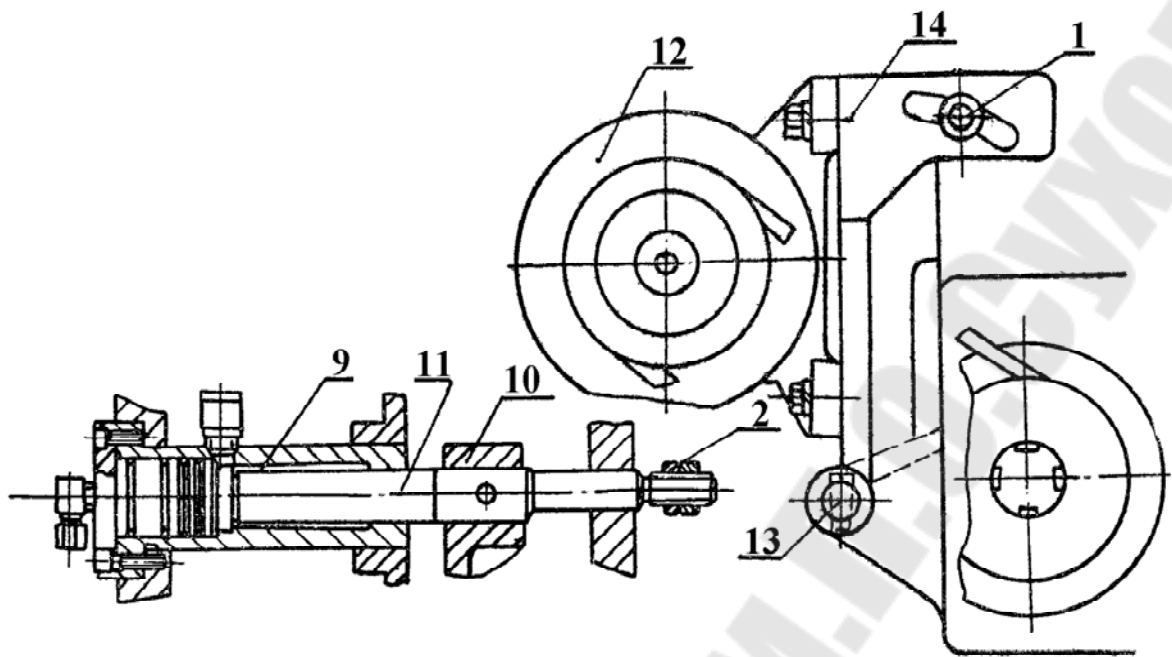


Рис. 3.19. Эскиз приводной коробки

Вал 14 (рис. 3.20) является ведущим валом дифференциала.

Фрикционная муфта 9 (рис. 3.9) служит для включения ускоренного перемещения стола. Муфта 3 служит для включения рабочих подач.

Винты 5 и 8 служат для регулировки фрикционных муфт.

Для включения муфты 9 (рис. 3.20) служит рычаг 10 (рис. 3.19), который крепится на штоке 11 гидроцилиндра 9 (рис. 3.19). Муфта 3 переключается вилкой 18, которая крепится на штоке гидроцилиндра 17 (рис. 3.20).

3. Структура отчета

- 3.1. Название лабораторной работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Эскиз детали.
- 3.4. Маршрут обработки с эскизами технологических наладок.
- 3.5. Структурная схема станка с описанием кинематических связей.
- 3.6. Расчет настройки станка.
- 3.7. Обоснованное описание последовательности использования органов управления станка.
- 3.8. Описание работы механизмов переключения и настройки при установке требуемых режимов обработки заготовки.

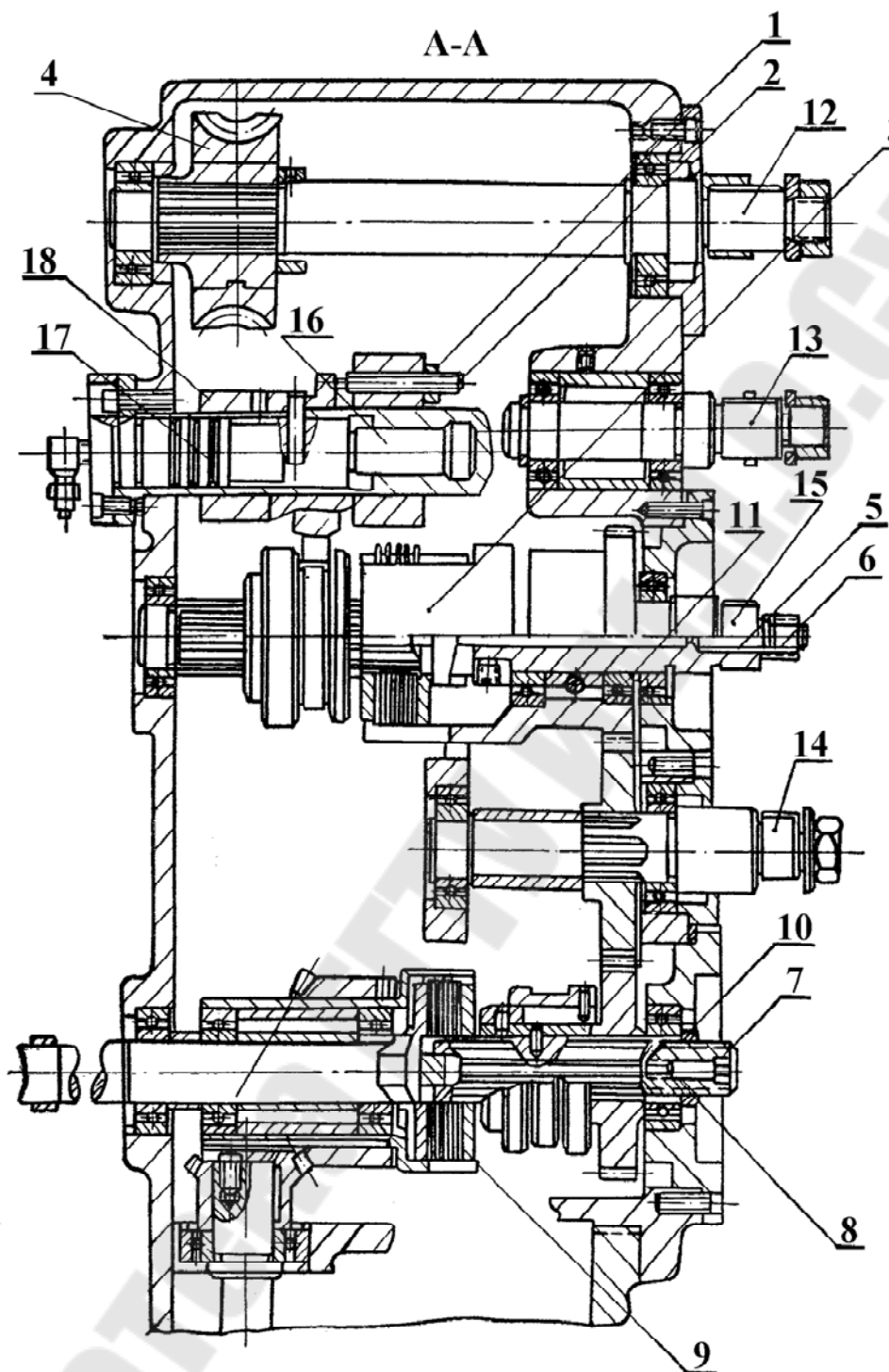


Рис. 3.20. Эскиз развертки приводной коробки

4. Техника безопасности

Запрещается студентам самостоятельно включать станок в сеть.

Перед включением станка в сеть мастер производственного обучения или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязан проверить надежность крепления инструмента; надежность крепления заготовки; правильность настройки станка на обработку заготовки.

Перед пуском станка крышки всех гитар и механизмов должны быть закрыты.

Перед началом работы станок должен быть проверен на холостом ходу.

Во время работы станка студенты должны находиться на безопасном расстоянии от подвижных узлов станка.

5. Контрольные вопросы

1. Область применения и возможности зубофрезерного станка модели 5312.

2. В чем заключается метод обката при обработке зубчатых колес на зубофрезерном станке?

3. Принцип работы станка и какие кинематические связи существуют в станке?

4. В какой последовательности осуществляется наладка станка?

5. Перечислить основные узлы и органы управления станка.

6. Какими способами можно установить и закрепить заготовку?

7. В чем отличие наладки станка на обработку прямозубых колес и колес с косым зубом.

8. Какими способами устанавливается режущий инструмент?

9. Как устанавливается изделие на станке?

10. В чем заключается особенность наладки механизма радиального врезания?

11. В чем заключается особенность наладки осевого перемещения фрезы?

12. Конструкция станины.

13. Конструкция стола.

14. Конструкция и работа фрезерной стойки.

15. Конструкция и работа фрезерного суппорта.

16. Конструкция и работа приводной коробки.

Литература

1. Паспорт зубофрезерного станка модели 5312.

2. Мурахвер, А. С. Наладка станков для обработки зубчатых колес : метод. указания к лаб. занятиям по курсу «Металлорежущие станки» / А. С. Мурахвер, П. М. Римков. – Гомель : ГПИ, 1982. – 54 с.

3. Петруха, П. Г. Руководство к лабораторным работам по курсу «Металлорежущие станки» / П. Г. Петруха. – Москва, 1973.

4. Металлорежущие станки / Н. С. Колев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1980.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Индивидуальное задание к лабораторной работе № 1

| Номер варианта | Число зубьев нарезаемого колеса, Z | Модуль, мм, m | Длина зуба колеса, мм, b | Скорость резания, м/мин, v | Круговая подача, мм/дв. ход, $S_{кр}$ | Число зубьев долбяка, Z_d | Число проходов |
|----------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | 140 | 0,2 | 10 | 20 | 0,1 | 100 | 1 |
| 2 | 110 | 0,3 | 10 | 25 | 0,08 | 90 | 1 |
| 3 | 100 | 0,4 | 15 | 20 | 0,11 | 75 | 1 |
| 4 | 90 | 0,5 | 20 | 30 | 0,12 | 60 | 1 |
| 5 | 80 | 0,6 | 15 | 22 | 0,13 | 50 | 1 |
| 6 | 80 | 0,7 | 10 | 21 | 0,1 | 40 | 2 |
| 7 | 90 | 0,8 | 10 | 23 | 0,14 | 35 | 2 |
| 8 | 60 | 1 | 20 | 24 | 0,15 | 30 | 2 |
| 9 | 140 | 0,2 | 20 | 20 | 0,12 | 100 | 1 |
| 10 | 110 | 0,3 | 15 | 26 | 0,12 | 90 | 1 |
| 11 | 100 | 0,4 | 15 | 27 | 0,11 | 75 | 1 |
| 12 | 80 | 0,5 | 20 | 28 | 0,1 | 60 | 1 |
| 13 | 80 | 0,6 | 10 | 30 | 0,13 | 50 | 1 |
| 14 | 50 | 0,7 | 10 | 20 | 0,13 | 40 | 2 |
| 15 | 50 | 0,8 | 15 | 24 | 0,14 | 35 | 2 |
| 16 | 40 | 1 | 15 | 22 | 0,15 | 30 | 2 |
| 17 | 130 | 0,2 | 20 | 25 | 0,16 | 100 | 1 |
| 18 | 120 | 0,3 | 20 | 30 | 0,12 | 90 | 1 |
| 19 | 80 | 0,4 | 10 | 20 | 0,12 | 75 | 1 |
| 20 | 70 | 0,5 | 10 | 25 | 0,13 | 60 | 1 |
| 21 | 60 | 0,6 | 15 | 24 | 0,1 | 50 | 1 |
| 22 | 50 | 0,7 | 15 | 26 | 0,08 | 40 | 2 |
| 23 | 40 | 0,8 | 20 | 20 | 0,11 | 35 | 2 |
| 24 | 40 | 1 | 20 | 28 | 0,12 | 30 | 2 |
| 25 | 120 | 0,2 | 10 | 30 | 0,13 | 100 | 1 |
| 26 | 140 | 0,3 | 20 | 25 | 0,1 | 100 | 2 |
| 27 | 110 | 0,4 | 18 | 20 | 0,11 | 90 | 1 |
| 28 | 100 | 0,5 | 17 | 30 | 0,13 | 80 | 2 |
| 29 | 90 | 0,6 | 15 | 22 | 0,12 | 70 | 1 |
| 30 | 80 | 0,7 | 14 | 24 | 0,1 | 60 | 2 |

Приложение 2

Таблица П.2.1

Индивидуальное задание к лабораторной работе № 2

| № п/п | Число зубьев нарезаемого колеса, Z | Угол зацепления X , град | Модуль m , мм | Длина зуба b , мм | Скорость резания V , м/мин | Время обработки одного зуба t , с | Меж-осевой угол ϕ , град |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 98 | 20 | 3 | 20 | 20 | 23,9 | 90° |
| 2 | 92 | 20 | 2,5 | 24 | 15 | 18,4 | 90° |
| 3 | 80 | 20 | 3 | 22 | 13 | 23,5 | 90° |
| 4 | 75 | 20 | 3,5 | 17 | 26 | 25 | 90° |
| 5 | 65 | 20 | 3,5 | 25 | 25 | 26 | 90° |
| 6 | 52 | 20 | 6 | 50 | 15 | 20 | 90° |
| 7 | 49 | 20 | 4 | 45 | 14 | 18 | 90° |
| 8 | 51 | 20 | 4 | 45 | 13 | 17 | 90° |
| 9 | 53 | 20 | 4 | 40 | 20 | 16 | 90° |
| 10 | 59 | 20 | 3 | 35 | 20 | 21 | 90° |
| 11 | 61 | 20 | 3 | 35 | 22 | 25 | 90° |
| 12 | 69 | 20 | 3 | 32 | 24 | 15 | 90° |
| 13 | 58 | 20 | 4 | 50 | 20 | 30 | 90° |
| 14 | 62 | 20 | 3 | 35 | 12 | 28 | 90° |
| 15 | 30 | 20 | 7 | 80 | 22 | 27 | 90° |
| 16 | 27 | 20 | 8 | 90 | 20 | 26 | 90° |
| 17 | 24 | 20 | 7 | 60 | 17 | 17 | 90° |
| 18 | 21 | 20 | 6 | 50 | 15 | 14 | 90° |
| 19 | 19 | 20 | 7 | 80 | 15 | 18 | 90° |
| 20 | 17 | 20 | 7 | 95 | 21 | 19 | 90° |
| 21 | 15 | 20 | 7 | 80 | 18 | 20 | 90° |
| 22 | 13 | 20 | 8 | 95 | 23 | 21 | 90° |
| 23 | 12 | 20 | 8 | 84 | 20 | 25 | 90° |
| 24 | 11 | 20 | 8 | 90 | 21 | 22 | 90° |
| 25 | 20 | 20 | 4 | 40 | 15 | 23 | 90° |

Приложение 3

Таблица П.3.1

Индивидуальное задание к лабораторной работе № 3

| № п/п | Колесо | | | | Фреза | | | | Режимы резания | |
|-------|------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|---|---------------------------|------------------------------|--|
| | Число зубьев Z | Модуль m_v , мм | Угол наклона зуба β , град | Направление наклона зубьев | Диаметр фрезы D , мм | Число заходов K | Угол подъема винтовой линии ω , град | Направление подъема винта | Скорость резания v , м/мин | Вертикальная подача S_0 , мм/об.заг. |
| 1 | 60 | 2 | 22° | правое | 90 | 1 | 1°22' | правое | 54 | 0,8 |
| 2 | 60 | 3 | 24° | правое | 112 | 1 | 1°40' | правое | 44 | 1,0 |
| 3 | 50 | 4 | 26° | правое | 125 | 1 | 2°01' | правое | 28 | 3,2 |
| 4 | 30 | 5 | 31°15' | правое | 140 | 1 | 2°16' | правое | 27 | 2,8 |
| 5 | 30 | 6 | 44°15' | правое | 160 | 1 | 2°24' | правое | 38 | 1,2 |
| 6 | 90 | 2 | 45° | левое | 70 | 1 | 1°48' | левое | 55 | 0,7 |
| 7 | 60 | 3 | 30°20' | левое | 90 | 1 | 2°08' | левое | 46 | 0,9 |
| 8 | 24 | 4 | 32° | левое | 100 | 1 | 2°36' | левое | 29 | 3,1 |
| 9 | 24 | 5 | 20° | левое | 112 | 1 | 2°57' | левое | 28 | 2,9 |
| 10 | 24 | 6 | 24° | левое | 125 | 1 | 3°12' | левое | 39 | 1,2 |
| 11 | 72 | 2,5 | 22° | правое | 100 | 1 | 1°33' | левое | 56 | 0,6 |
| 12 | 52 | 3,5 | 18°30' | правое | 112 | 1 | 1°58' | левое | 48 | 0,9 |
| 13 | 40 | 4,5 | 25°20' | правое | 125 | 1 | 2°18' | левое | 30 | 3,0 |
| 14 | 30 | 5,5 | 27° | правое | 140 | 1 | 2°32' | левое | 29 | 3,0 |
| 15 | 24 | 6 | 30° | правое | 125 | 1 | 3°12' | левое | 40 | 1,1 |
| 16 | 75 | 2,5 | 30° | левое | 80 | 1 | 1°59' | правое | 58 | 0,5 |
| 17 | 42 | 3,5 | 22° | левое | 90 | 1 | 2°32' | правое | 50 | 0,8 |
| 18 | 42 | 4,5 | 24° | левое | 100 | 1 | 2°58' | правое | 28 | 2,9 |

Окончание табл. П.3.1

| № п/п | Колесо | | | | Фреза | | | | Режимы резания | |
|-------|------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|---|---------------------------|------------------------------|--|
| | Число зубьев Z | Модуль m_v , мм | Угол наклона зуба β , град | Направление наклона зубьев | Диаметр фрезы D , мм | Число заходов K | Угол подъема винтовой линии ω , град | Направление подъема винта | Скорость резания v , м/мин | Вертикальная подача S_0 , мм/об.заг. |
| 19 | 24 | 5,5 | 32° | левое | 112 | 1 | 3°17' | правое | 30 | 3,1 |
| 20 | 24 | 6 | 20° | левое | 160 | 1 | 2°24' | правое | 41 | 1,1 |
| 21 | 32 | 2,5 | 27° | правое | 65 | 1 | 2°28' | левое | 60 | 0,5 |
| 22 | 32 | 3,5 | 20° | левое | 75 | 1 | 3°5' | правое | 54 | 0,8 |
| 23 | 32 | 4,25 | 32° | левое | 100 | 1 | 2°47' | левое | 30 | 2,8 |
| 24 | 32 | 5 | 30° | правое | 90 | 1 | 3°46' | правое | 28 | 3,2 |
| 25 | 32 | 6 | 24° | левое | 125 | 1 | 3°12' | правое | 42 | 1,2 |

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции и наладка зубодолбежного станка модели 5107 | 4 |
| Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции и наладка зубострогального полуавтомата для нарезания прямозубых конических колес модели 526 | 25 |
| Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции и наладка зубофрезерного станка модели 5312 | 48 |
| Приложения | 76 |

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Михайлов Михаил Иванович
Калашников Виктор Евгеньевич

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
И НАЛАДКА ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩИХ
СТАНКОВ МОДЕЛЕЙ 5107, 526, 5312**

**Лабораторный практикум
по одноименной дисциплине для студентов
машиностроительных специальностей**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 26.03.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 5,1.

Изд. № 139.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.