

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

М. И. Михайлов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовой работе по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2011

УДК 621.9.06.001.63(075.8)
ББК 34.63-5я73
М69

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 27.09.2010 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Детали машин» ГГТУ им. П. О. Сухого
А.Т. Бельский

Михайлов, М. И.

М69 Технологическое оборудование : метод. указания к курсовой работе по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» днев. и заоч. форм обучения / М. И. Михайлов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 33 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.

Содержит практические рекомендации по написанию, а также основные требования, предъявляемые к оформлению и защите курсовой работы.

Для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.9.06.001.63(075.8)
ББК 34.63-5я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2011

ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы состоит в получении навыков наладки технологического оборудования.

Тематика работ:

а) комплексная работа по наладке станочного оборудования для изготовления группы деталей на металлорежущих станках, автоматической линии, гибкого производственного модуля (выполняется группой студентов по заданию КБ или предприятия);

б) индивидуальная работа наладки привода оборудования, ячейки автоматической линии, узла ГПМ;

в) исследовательская работа посвященная исследованию различных устройств наладки движений оборудования на показатели работоспособности узла или станка.

Графическая часть работы:

а) комплексной – состоит из чертежа общего вида, схем (кинематической, гидравлической или принципиальной), сборочных узлов настройки движений оборудования;

б) индивидуальной – чертежа общего вида с элементами управления, схемы, сборочного чертежа узлов настройки.

Требования к оформлению пояснительной записки.

Пояснительная записка выполняется в соответствии с ГОСТом 2.105 – 95.

Текст записки при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точками. В конце номера подраздела точки не ставятся. Если записка имеет подразделы и пункты, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или строчную букву, после которой ставится скобка.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке.

В тексте записки, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- применять математические знаки минус (–) перед отрицательными значениями величин, \emptyset – следует писать слово «диаметр». При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертеже, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак « \emptyset »;
- применять без числовых значений математические знаки, например $>$ (больше), $<$ (меньше), \geq (больше или равно), \leq (меньше или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

В тексте документа числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до десяти – словами.

Если в тексте записки приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры:

1. От 1 до 5 мм.
2. От 10 до 100 кг.
3. От плюс 10 до минус 40° С.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы).

Приводя наибольшие или наименьшие значения величин следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее).

Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований следует применять словосочетание «не должно быть более (менее)».

Например, массовая доля углекислого натрия в технической кальцинированной соде должна быть не менее 99,4 %.

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

В формулах в качестве символов следует применять, обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример. Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, кг;
 V – объём образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующие строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

Формулы за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры

Примечание _____

Примечания

1 _____

2 _____

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например:

– Рис. 1.1

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рис. 1 – Эскиз устройства коррекции подачи.

При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовков граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, её делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменить соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы. Рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной $2s$.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее» и др. Должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя после обозначения его единицы физической величины, если они относятся ко всей строке или графе. При этом после наименования показателя перед ограничительными словами ставится запятая.

Текст, повторяющийся в строке одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире. Интервалы чисел в тексте записывают со словами «от» и «до» (имея в виду «от...

до... включительно»), если после чисел указана единица физической величины или числа, если числа представляют порядковые номера, то через дефис.

Примеры.

1... толщина слоя должна быть от 1, 5 до 20 мм.

2 7 - 12, рисунок 1 - 14.

Введение

Обзор конструкций устройств, обеспечивающих согласованность движений оборудования заданного типа.

1. Определение технических показателей привода

1.1. Изобразить схемы обработки поверхностей заготовки в соответствии с заданием.

1.2. Изобразить эскиз рабочей зоны оборудования

1.3. Обосновать выбор применяемого режущего инструмента и привести его эскиз с размерами и техническими требованиями.

1.4. Определить припуски для обработки указанных поверхностей.

1.5. Рассчитать режимы резания по эмпирическим формулам и скорректировать их по паспорту.

1.6. Изобразить структурную схему оборудования, с указанием движений и кратких формул кинематических связей.

1.7. Произвести расчеты (кинематические, геометрические или др.) обеспечивающие наладку движений оборудования.

1.8. Изобразить схему оборудования (кинематическую, гидравлическую, пневматическую, принципиальную и т. д.), на которой элементы наладки или управления должны соответствовать предельным расчетным значениям по п. 1.5.

1.9. Изобразить эскизы элементов привода оборудования или узлов, обеспечивающих согласованность отдельных движений.

1.10. Произвести проверку по прочности наиболее нагруженных элементов наладки оборудования.

1.11. Описать последовательность наладки оборудования. Изобразить общий вид оборудования.

2. Стандартизация и контроль качества

2.1. Составление таблицы примененных при проектировании и оформлении расчетно-пояснительной записки стандартов.

3. Охрана труда. Привести схемы и описать блокировочные устройства, а также элементы, обеспечивающие безопасную работу на станке и места присоединения заземлений.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КАЖДОГО ПУНКТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение должно отражать актуальность наладки станков. Описание основных решённых в работе задач.

Обзор конструкций устройств, обеспечивающих согласованность движений оборудования заданного типа. состоит из аналитически изложенного описания достижений в области конструкций устройств управляющих движений. Этот материал базируется на анализе представленных на международных выставках и производится по периодической литературе [1 – 3].

1. Определение основных технических показателей привода

Для специальных и специализированных станков применяемых в крупносерийном производстве техническая характеристика определяется из условий обработки заданных конкретных поверхностей деталей.

Для условий единичного и серийного производства вначале составляют перечень деталей, подлежащих обработке с указанием их материала, физико-механических свойств и вида заготовки, припусков, характера обработки и предельных размеров обрабатываемых поверхностей. Затем устанавливаются возможные виды обработки на проектируемом станке.

При малом числе выполняемых операций упрощается конструкция станка, снижаются его стоимость и расходы на эксплуатацию. Однако при этом возникают дополнительные затраты на транспортировку и установку деталей для выполнения дополнительных операций на других станках.

При рассмотрении выполнения пунктов работы используем пример нарезания зубьев на зубодолбежном станке.

При выполнении пункта 1.1, если не указаны в задании виды выполняемых работ на станке, то необходимо составить полный перечень возможных схем обработок [4 – 6].

Для нашего примера

Нарезание зубчатых колес производится по методу обката (рис.1) долбяками. Долбяк совершает возвратно-поступательное движение параллельно оси заготовки (главное) и вращается вокруг своей оси (движение круговой подачи), заготовка получает вращательное движение в строгом соответствии с вращательным движением инструмента (движение обката).

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.

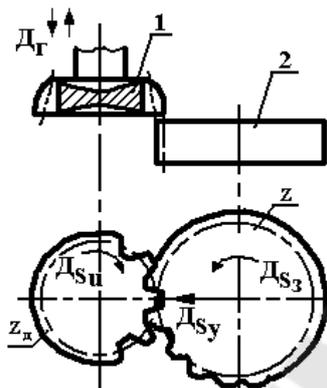


Рис. 1. Схема обработки при нарезании зубьев долбяком

При выполнении пункта 1.2 можно воспользоваться [4 – 6]. Для нашего примера эскиз рабочей зоны приведен на рис. 2.

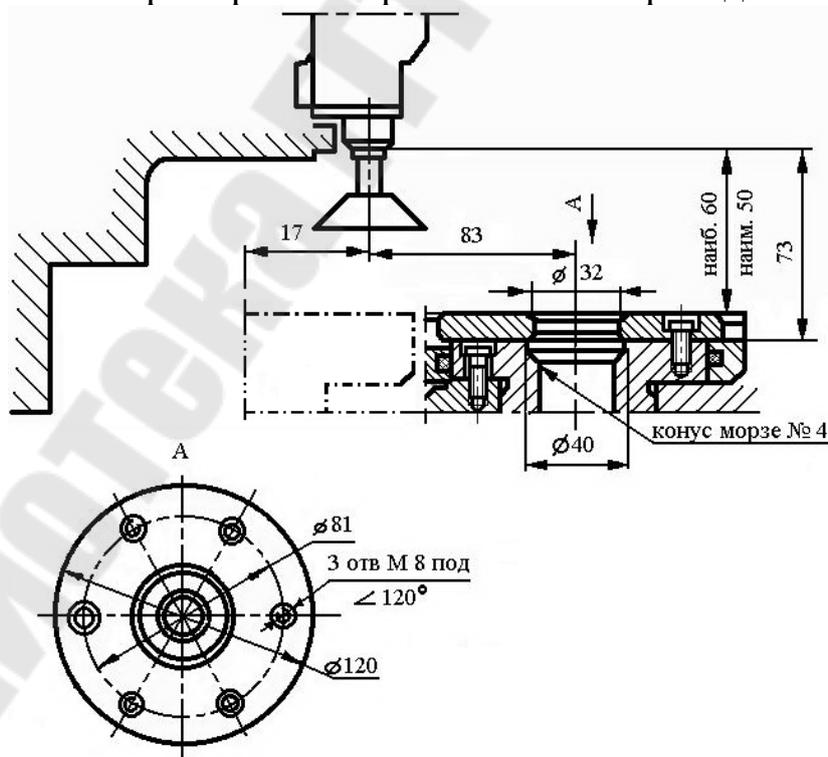


Рис. 2. Эскиз рабочей зоны станка

При выполнении пункта 1.3 необходимо выбрать инструмент, обеспечивающий наибольшую производительность [4,8]. Для этого черновые переходы необходимо выполнять инструментом, изготовленным из наиболее прочных (быстрорежущих сталей или твёрдых сплавов) и износостойких материалов, а чистовые – из наиболее износостойких (твёрдых сплавов и сверхтвёрдых материалов).

При выполнении пункта 1.4 необходимо выбрать вид заготовки и способ её получения (литьё, ковка, штамповка, прокатка и т. д.) в зависимости от типа производства. Затем выбрать припуски по справочникам [5, 6] для черновой и чистовой обработки.

При выполнении пункта 1.5. Для всех видов работ и размеров инструмента необходимо рассчитать режимы обработки по справочникам [7 – 10].

Составить таблицу режимов.

Таблица 1

Обрабатываемый материал	Инструмент. материал	Вид обработки	Показатели режима резания							
			t , мм	S_z , мм/зуб	S_0 , мм/об	S_m , мм/мин	v , м/мин	n , об/мин	N , кВт	P_z x,y, Н
		черновая								
		чистовая								

Анализируя таблицу режимов, необходимо определить предельные значения частот или подач и скорректировать их по паспортным данным. Для рассматриваемого примера по табл.2

Таблица 2

Техническая характеристика станка

Наименование	Параметры
Наибольший модуль нарезаемых зубчатых колёс, мм	1
Наибольший наружный диаметр нарезаемых колёс, мм	75
Наибольший наружный диаметр изделия при нарезании зубьев внутреннего зацепления, мм	100

Наименование	Параметры
Наибольшая ширина обработки зубчатых колёс, мм	20
Наибольший ход долбяка, мм	25
Наибольший отход инструмента от заготовки во время обратного хода, мм	0,07
Частоты двойных ходов долбяка в мин.	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

При выполнении п. 1.6. можно воспользоваться литературой [11]
Для нашего примера.

Главное движение. Конечные звенья: электродвигатель – долбяк.

$$n_{дв} - n_{д}$$

Цепь круговых подач.

Конечные звенья: шпиндель с долбяком и штоссель с долбяком.

$$1_{дв.ход} - S_{кр}$$

Цепь обката

Конечные звенья: вращение долбяка и вращение стола с заготовкой.

$$\frac{1}{Z_{д}} \rightarrow \frac{1}{Z}$$

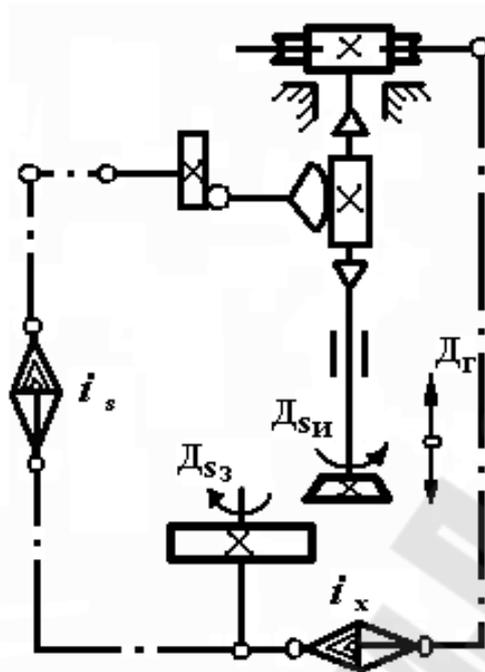


Рис. 3. Структурная схема

При выполнении п. 1.7 и 1.8 необходимо воспользоваться базовой схемой станка [11].

Для нашего примера.

1.7.1 Расчет настройки станка

1.7.1.1 Цепь главного движения

Возвратно-поступательное движение долбяка осуществляется кривошипно-шатунным механизмом, заимствующим движение от вала I,

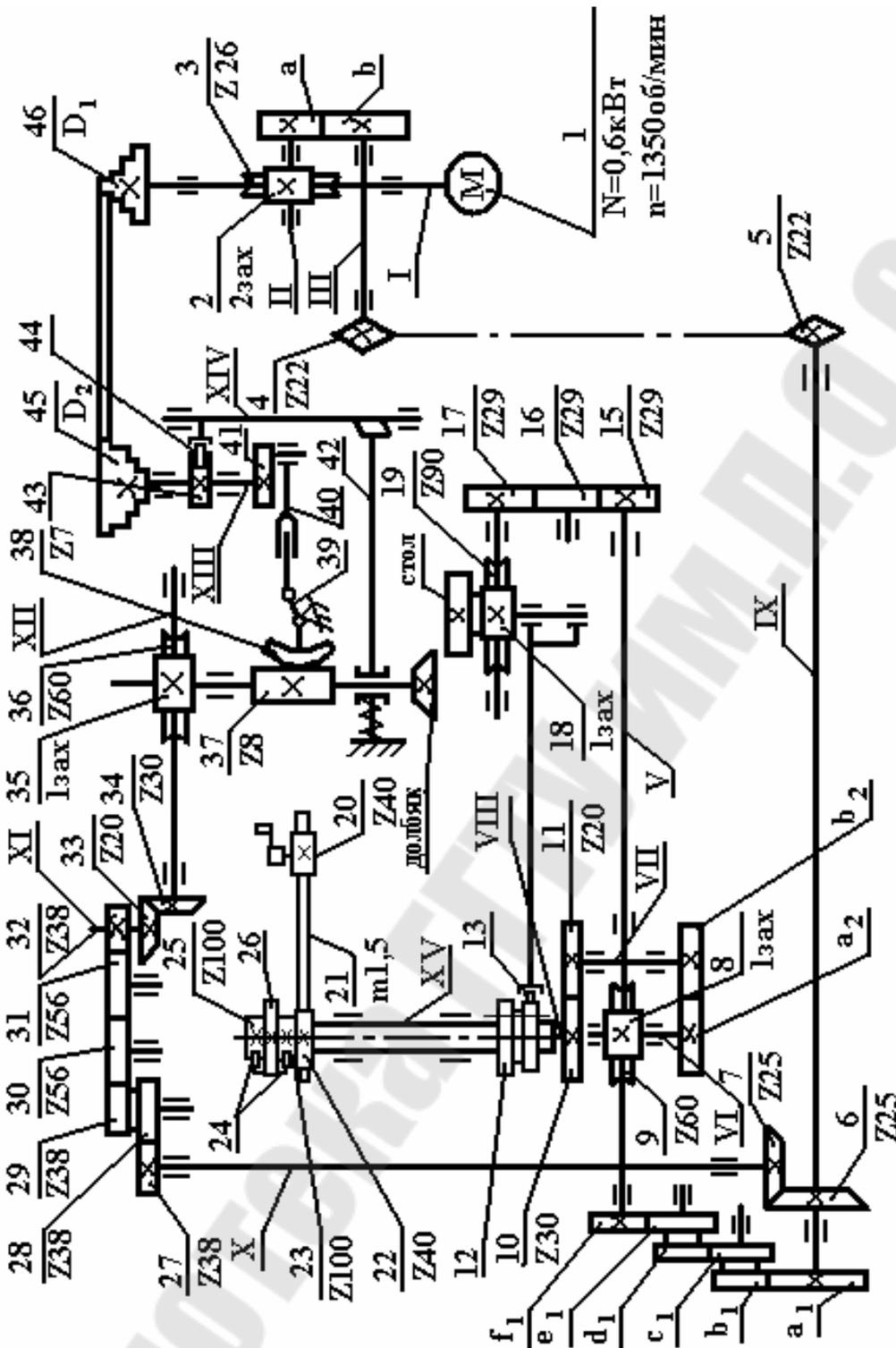


Рис. 4. Кинематическая схема станка модели 5107

через четырёхступенчатые шкивы 46 и 45 (рис.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 двойных ходов долбяка равна частоте вращения кривошипного диска.

Уравнение кинематического баланса:

$$1350 \cdot \frac{D_1}{D_2} = n_\partial$$

Частота двойных ходов долбяка определяется в зависимости от выбранной скорости резания V (м/мин) и величины хода долбяка L по следующей формуле:

$$n_\partial = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot L},$$

здесь $L = v + k$,

где v – длина нарезаемого зуба;

$k = 3 - 4$ – суммарная величина перебега долбяка, мм.

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

На станке имеются следующая частота двойных ходов долбяка: 400; 700; 1200; 2000.

Передаточное отношение клиноременной передачи:

$$i = \frac{n_\partial}{1350} \cdot n_\partial = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot V},$$

где $L = v + k$,

v – длина нарезаемого зуба;

$k = 3 - 4$ – суммарная величина перебега долбяка, мм.

Подбираем из имеющихся на станке блока шкивов главного привода соответствующую ступень:

Таблица 3

Диаметры шкивов главного привода

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

1.7.1.2. 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:

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

откуда

$$\frac{a}{b} = \frac{373 \cdot S_{кр} \cdot i_{pn}}{m \cdot Z_\partial},$$

где m – модуль нарезаемого колеса;

Z_∂ – число зубьев долбяка,

причём необходимо, чтобы, $a + b = 108$, так как межосевое расстояние этих зубчатых колес постоянно.

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

1.7.1.3. Цепь обката

Цепь обката связывает вращение долбяка с вращением стола с заготовкой.

Уравнение кинематического баланса:

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

откуда
$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{Z_\partial}{Z},$$

или при значении $\frac{e_1}{f_1} = 1$, расчетная формула для определения сменных

колес цепи обката будет:

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

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.

1.7.1.4. Радиальная подача

Радиальная подача осуществляется только в процессе врезания долбяка в заготовку и обеспечивается кулачками (рис. 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. 5, а и б показаны схемы профиля кулачков врезания. Угол соответствующий участку врезания 1–2 на кулачках составляет 75° , причём уменьшение радиуса от точки 1 до точки 2 происходит равномерно (рис. 5). Окончание врезания происходит в точке 2, если нарезание зубчатого колеса происходит за один проход, кулачок поворачивается ещё на угол 270° (участок 2–4). Если обработка ведётся 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 рисунке 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 определённое положение на участке 1 – 2.

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

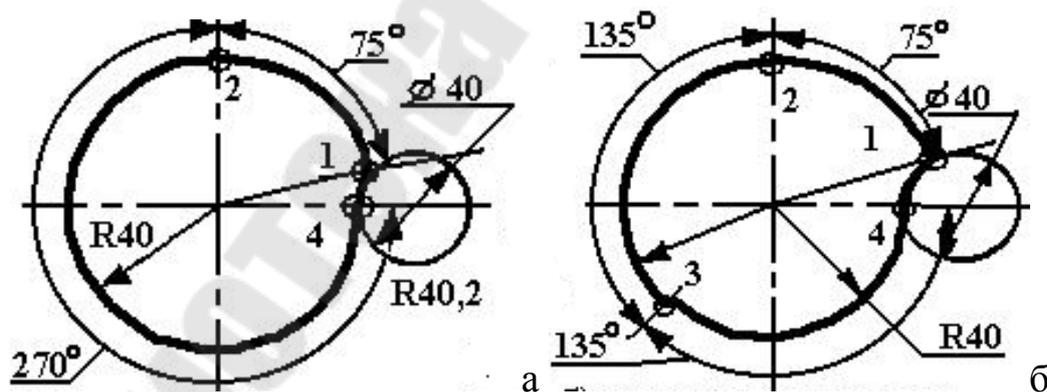


Рис. 5. Эскизы кулачков врезания долбяка

Уравнение кинематической цепи будет иметь вид

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

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 $\frac{a_2}{b_2} = \frac{18}{48}$.

1.7.2. Гидравлическая схема (рис. 6)

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 50 МПа 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.

При выполнении п.1.9. необходимо воспользоваться руководством по эксплуатации или литературными источниками [11].

Для нашего примера

1.9.1. Установка длины хода долбяка

Длину хода устанавливают путем перемещения пальца 1 кривошипа (рис.7). 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.

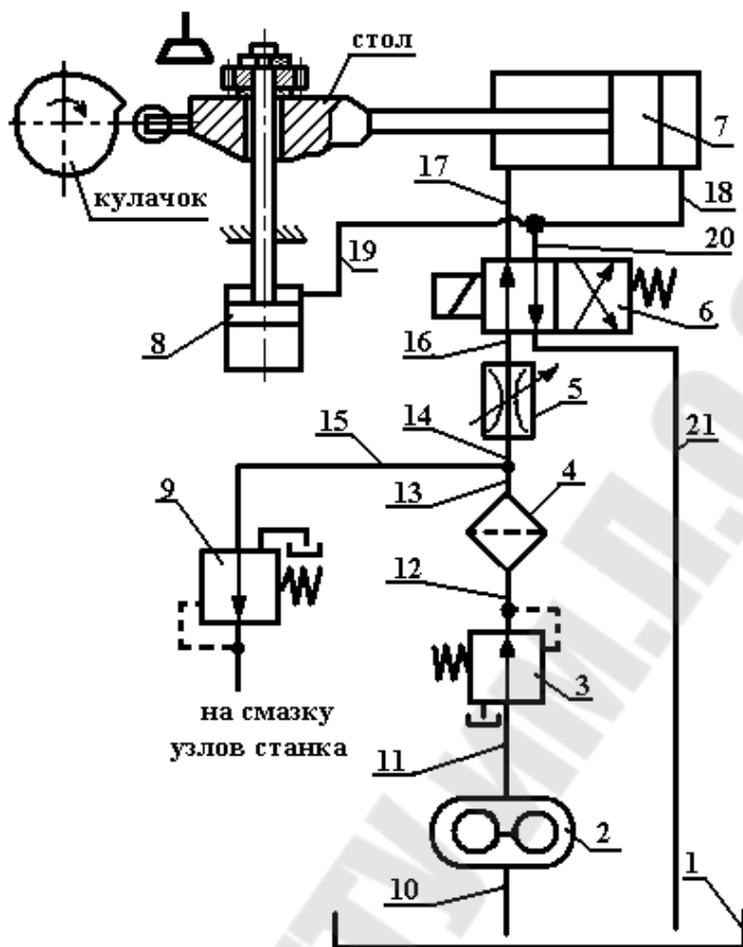


Рис. 6. Гидравлическая схема

1.9.2. 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. 7) и вращать вал-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 надёжно закрепить.

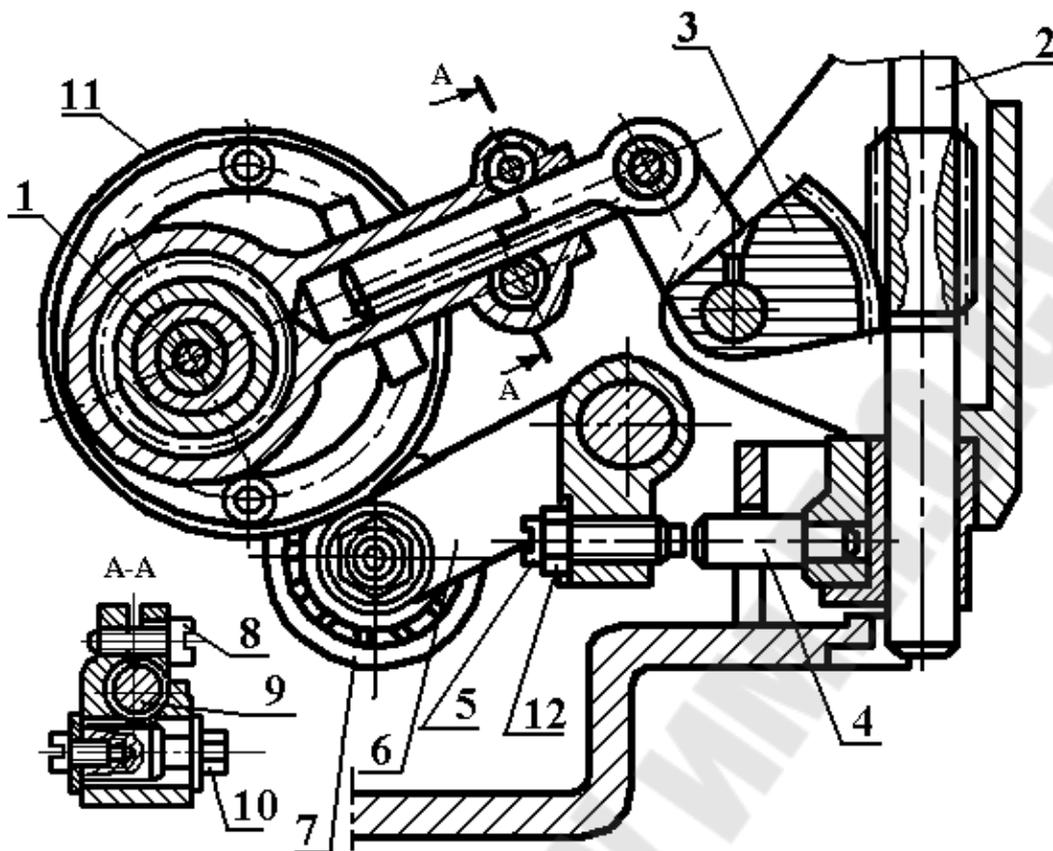


Рис. 7. Эскиз кривошипно-шатунного механизма

1.9.4. Установка долбяка на глубину врезания (рис. 8)

Глубина врезания в зависимости от модуля, обеспечивается за счёт вращения кулачков подачи. На станке смонтированы в блоке два кулачка подачи: однопроходной и двухпроходной (рис. 4 позиции 12 и 13; рис. 5 а, б). При относительно высокой твёрдости материала, максимальном модуле и низкой шероховатости обработки применяется двухпроходной кулачок.

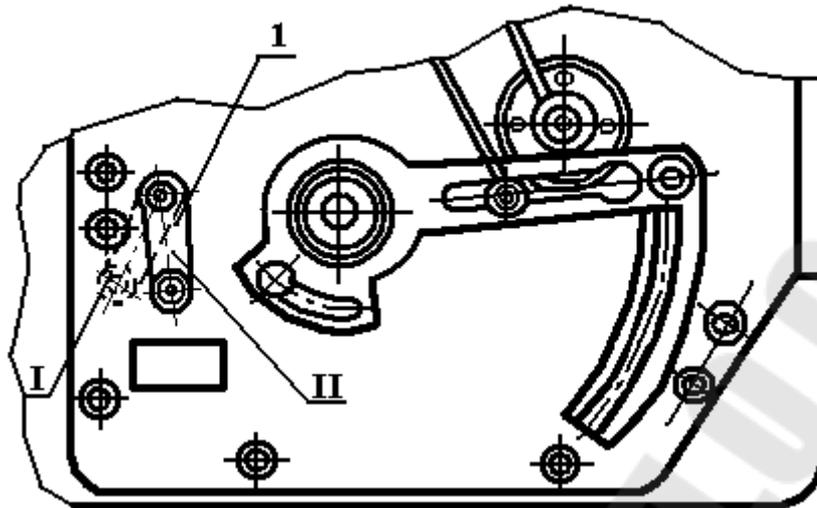


Рис. 8. Эскиз механизмов переключения кулачков подачи и натяжения ремня

Для установки одно- или двухпроходного кулачка необходимо повернуть рукоятку 1 (рис. 8) и зафиксировать в необходимом положении. Таким образом, ролик стола может быть в контакте только с одним кулачком подачи.

1.9.4. Регулирование отвода инструмента от заготовки (рис. 9)

Отвод долбяка от заготовки в период обратного хода долбяка осуществляется кулачком 43 (рис. 4) закрепленным на валу кривошипно-шатунного механизма XIII. В контакте с кулачком находится ролик 44 закрепленный на двухплечем рычаге XIV (рис. 4).

Устанавливаем штоссель в положение соответствующее началу резания и подтягиваем винт 1 (5) (в скобках позиция на рис. 7) 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.

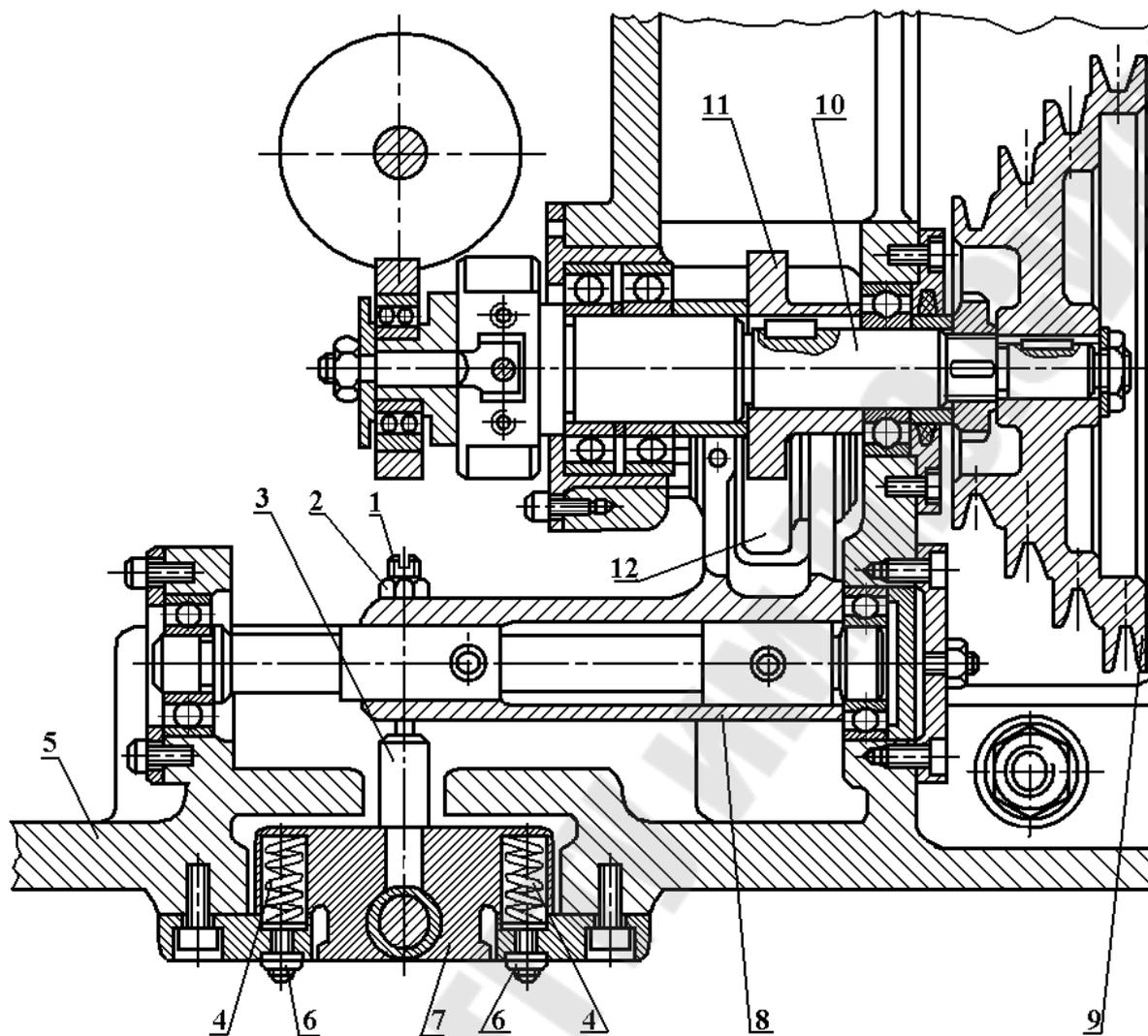


Рис. 9. Эскиз механизма отвода долбяка от заготовки

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).

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

Рабочее положение кулачков можно установить с помощью пусковой рукоятки 8 (рис.10), в момент, когда электроцепь разомкнута, т. е. предыдущий цикл окончен. Вращая рукоятку по часовой стрелке, ставят нулевое положение (рис.11), а затем против часовой стрелки поворачивают до заранее установленного упора 1 (рис.11) 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 8 (рис. 10) по часовой стрелке кулачок 4 (рис. 11) не вращается.

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

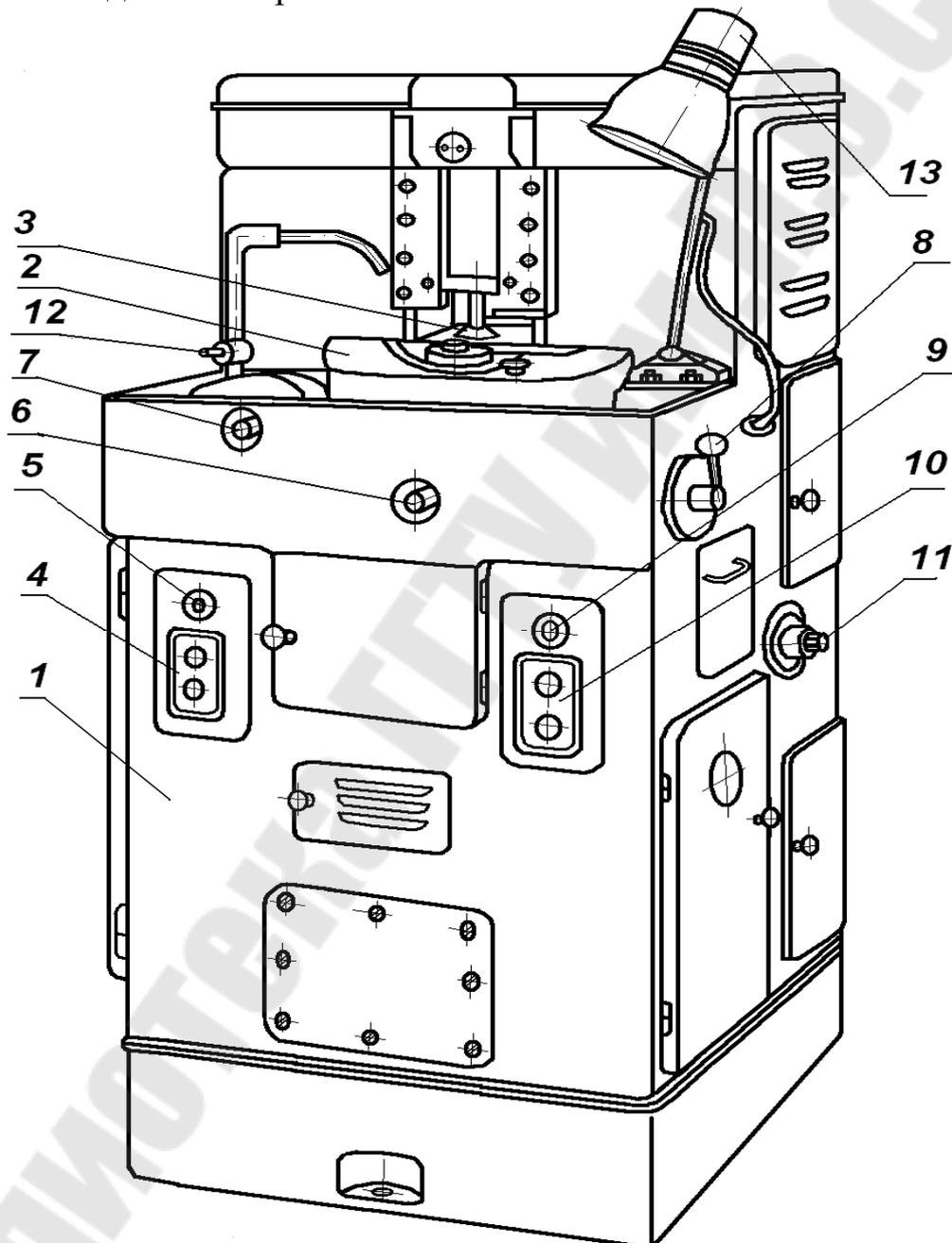


Рис.10. Эскиз общего вида станка

При выполнении пункта 1.11 необходимо привести описание последовательности наладки оборудования.

1.11.1. Описать последовательность использования органов управления станком для обеспечения его рабочего состояния, воспользовавшись рис. 10 и табл. 4.

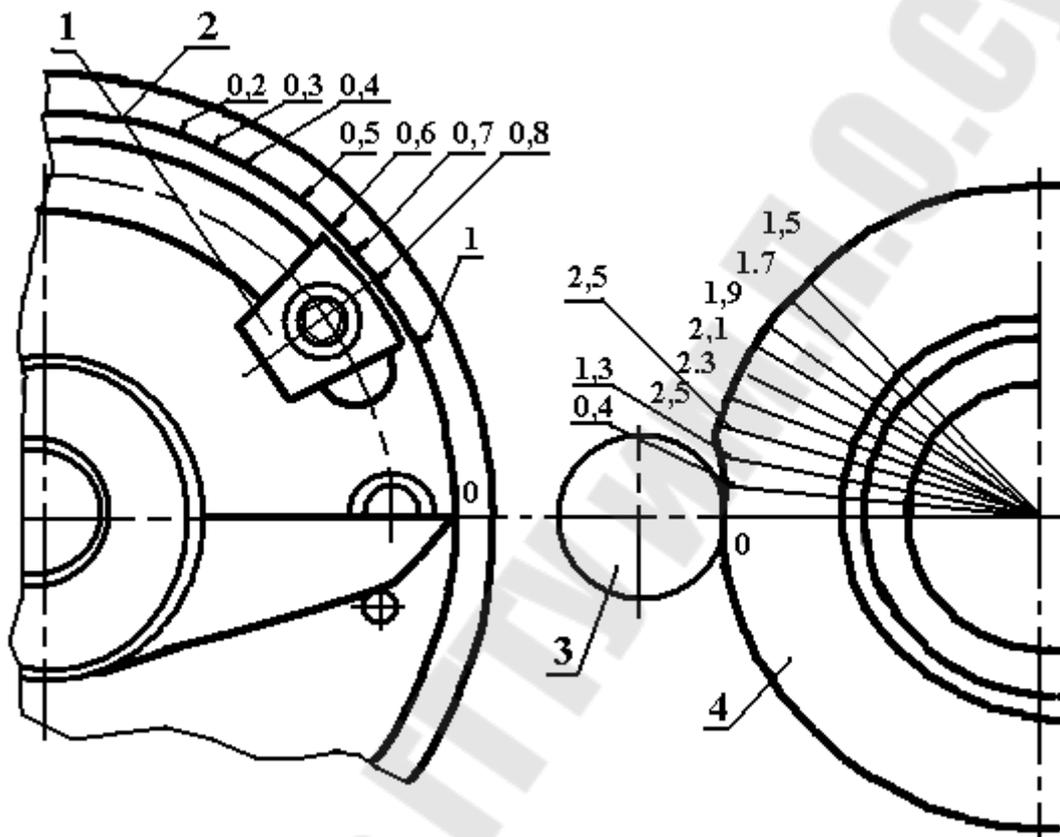


Рис. 11. Рабочее положение кулачка

1.11.2. Последовательность наладки станка по руководству к станку.

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 колёс с внутренним зацеплением;
- нарезание зубчатых колёс с винтовыми зубьями.

Таблица 4

Перечень органов управления станком

№ позиции	Наименование
1	2
1	Станина
2	Стол
3	Долбьяк
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

1.11.2.1. Выбор и установка долбьяка

При выборе типа долбьяка нужно руководствоваться следующим:

Дисковые долбьяки применяют тогда, когда диаметр бурта закрытого венца не превышает 4–5 модулей, а при большем диаметре бурта используют чашечные долбьяки. Желательно выбирать долбьяк 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 зубодобления, 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.12, а), а насадные долбяки 4 устанавливаются на специальной оправке 2 (рис.12, б). Оправка и долбяк имеют хвостовик с размерами конуса Морзе № 1. Посадочное место оправки под насадку долбяка имеет диаметр 12,7 – 0,003 мм.

1.11.2.2. 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.

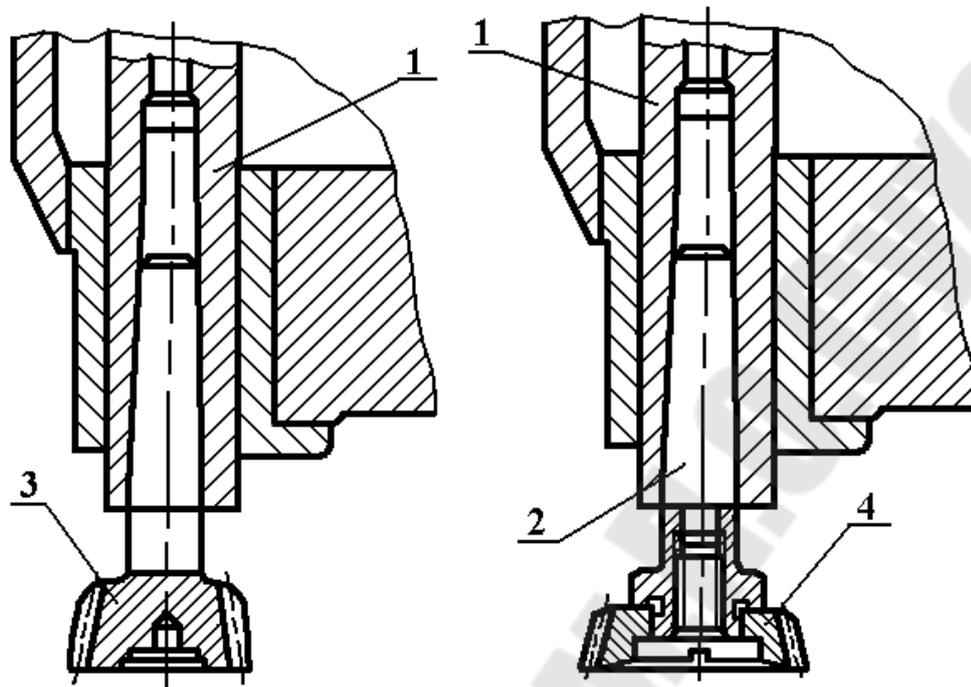


Рис. 12. Установка долбяка (инструмента)

Заготовка центрируется оправкой 2 с гидравлическим зажимом (рис.13 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.13, а). При гидравлическом зажиме изготавливается специальная подставка 1, оправка 2 и быстросъемная шайба 3 (рис.13, б).

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

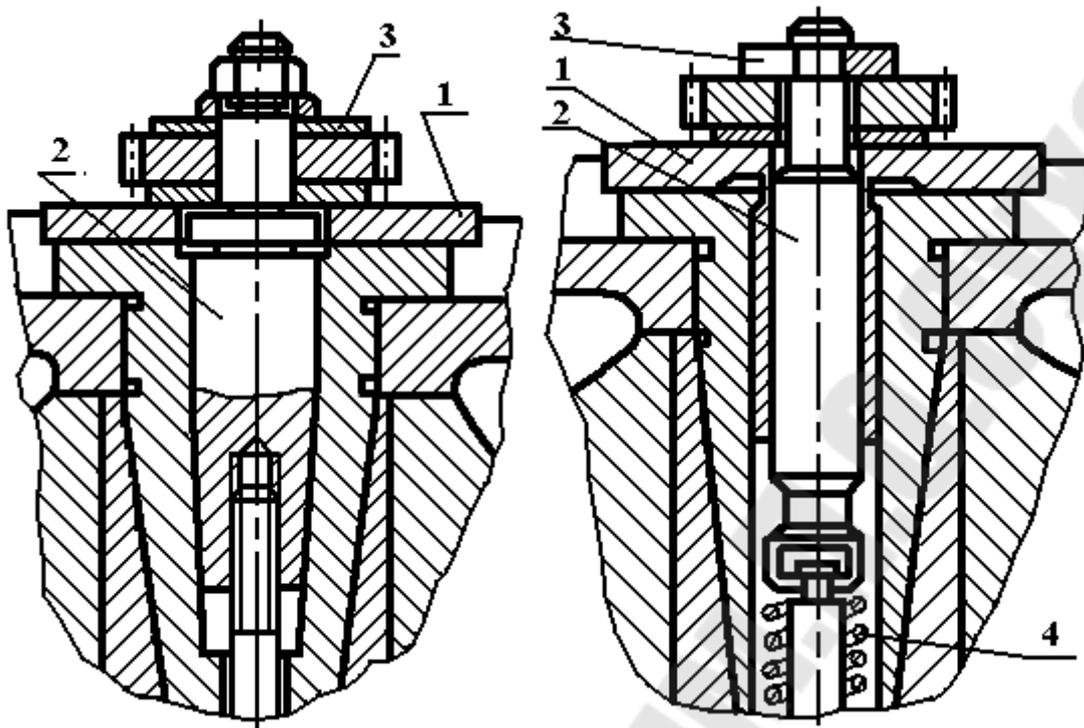


Рис. 13. Эскизы установки и закрепления заготовки

1.11.2.3. 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.

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

1.11.2.4. Нарезание зубчатых колес внутреннего зацепления

Для переналадки станка с обработки колес с внешним зацеплением на обработку колёс 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.

1.11.2.5. Нарезание зубчатых колес с винтовыми зубьями

В этом случае устанавливают 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 $T_{кп}$ – шаги винтовой линии нарезаемых зубьев и копира, а β – угол наклона винтовой линии зуба, то:

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

или

$$T_{кп} = T \frac{z_{\delta}}{z}.$$

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

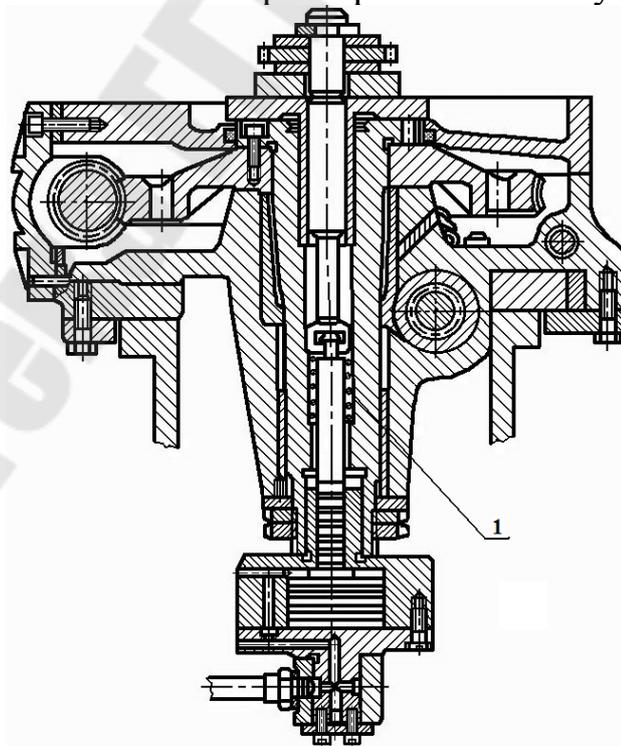


Рис. 14. Эскиз гидрокопира

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. 4). В это же время прерывается электрический ток в обмотке магнита золотника 6 (рис. 6) 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. 8), 1 (рис. 14), смонтированная в шпинделе стола, поднимает оправку вверх и освободит заготовку.

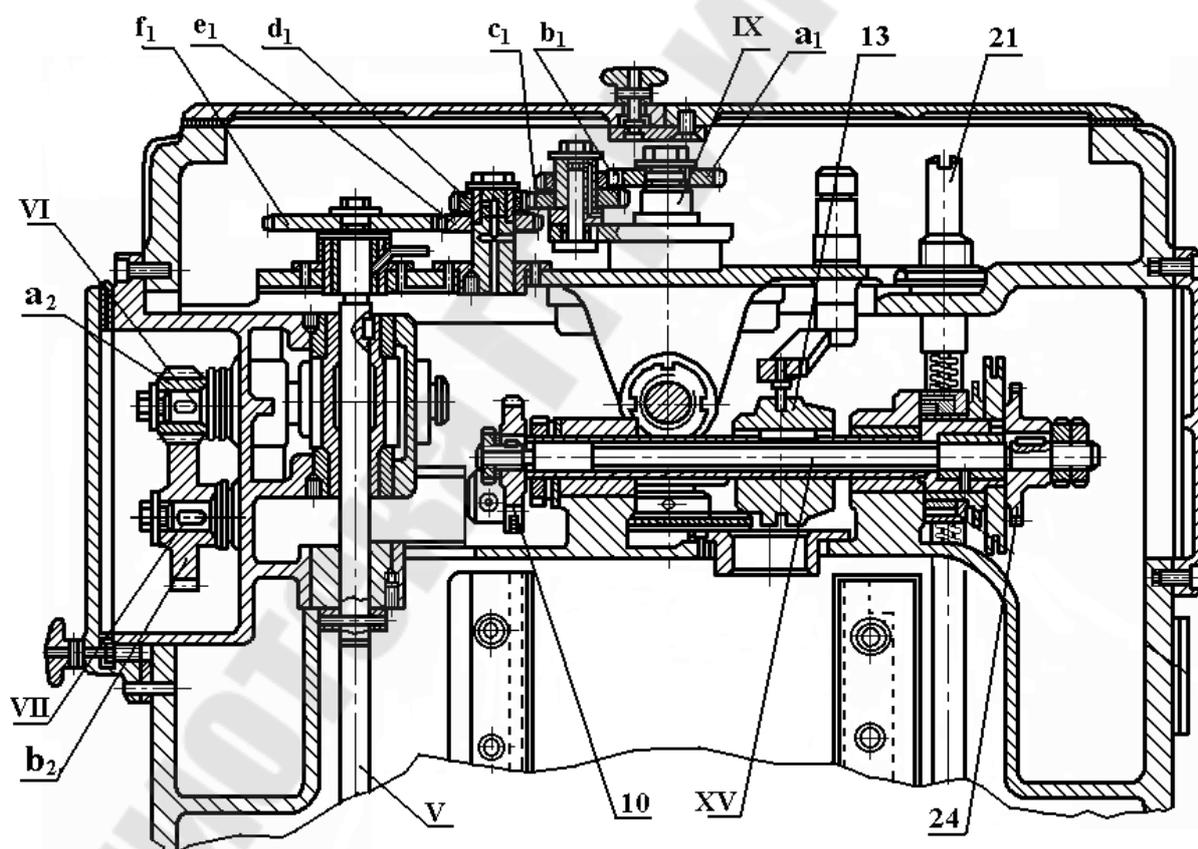


Рис. 15. Эскиз механизмов станины

2.5.14. Наладка механизмов станины (рис.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 рисунке 15 соответствуют позициям на рисунке 4.

При выполнении пункта 2. необходимо использовать [12, 13]. В этом пункте должна быть составлена таблица контроля показателей наладок.

При выполнении пункта 3 необходимо использовать [14].

В этом разделе должны быть приведены схемы блокировок (с их описанием), а также элементы, обеспечивающие безопасную работу на станке и места присоединения заземлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-ресурсы (за последние 10 лет).
2. Периодическая литература библиотеки ГГТУ (за последние 10 лет).
3. Материалы, технология, инструмент (за последние 10 лет)
4. Справочник технолога–машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 1985.– 656 с.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / под ред. Монахова.– Москва : Машиностроение, 1975.– 687 с.
6. Обработка резанием : Справочник технолога / А. А. Панов и [др]. под общ. ред. А. А. Панова. – Москва : Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. –Москва, 1986 –90 г.
8. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов / В. И. Баранчиков [и др.]; под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 400 с.
9. Режимы резания труднообрабатываемых материалов : справочник /Я. Л. Гуревич [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1981.– 240 с.
10. Справочник технолога машиностроения. В 2-х т. Т.2 / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение – 1986.– 496 с
11. Схиртладзе, А. Г. Технологическое оборудование машиностроительного производства / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2002. – 407 с.
12. ГОСТ 22267–76. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров.
13. ГОСТы (по видам станков). Нормы точности и жесткости.
14. ГОСТ 12.2.009–80. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

Михайлов Михаил Иванович

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Методические указания
к курсовой работе по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 04.07.11.

Рег. № 71Е.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>