

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО МДК.04.02

«Технологическое оборудование»

Уровень образования:	Среднее профессиональное образование
Специальность	15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)
Квалификация	специалист по мехатронике и робототехнике
Форма обучения	Очная
Срок освоения образовательной программы в соответствии с ФГОС (очная форма)	2 г. 10 м. (на базе среднего общего образования)
Год начала подготовки	2026 г.
Период освоения дисциплины	2 семестр
Форма контроля	Экзамен.

г. Москва 2025 г.

1. Область применения.

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью программы дисциплины при реализации программы подготовки специалистов среднего звена (ППСЗ) среднего профессионального образования (СПО) по специальности:

15.02.10 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (ПО ОТРАСЛЯМ)

Оценочные фонды разрабатываются для проведения оценки степени соответствия фактических результатов обучения при изучении дисциплины запланированным результатам обучения, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, а также сформированности компетенций, установленных программой подготовки специалистов среднего звена.

Таблица 1
Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Знать:	Уметь:	Владеть навыками (иметь практический опыт):
ПК 2.1. Выявлять внешние дефекты узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем в результате их внешнего осмотра ПК 2.2. Проверять соответствие диагностируемых параметров узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных устройств и систем требованиям эксплуатационной документации ПК 2.3. Проводить контроль работоспособности программного обеспечения электронных устройств управления, приводов и датчиков мехатронных устройств и систем ПК 2.4. Выявлять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем ПК 2.5. Заменять	– классификацию и обозначения металлорежущих станков; – назначение, область применения, устройство, принципы работы, технологические возможности металлорежущих станков, в т.ч. с числовым программным управлением (ЧПУ); – назначение, область применения, устройство, технологические возможности робототехнических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), гибких производственных систем (ГПС).	-оценка при устном опросе по теоретическому материалу; -оценка за выполнение лабораторных работ; -оценка за отчеты по лабораторным работам; - читать кинематические схемы - осуществлять рациональный выбор технологического оборудования для выполнения технологического процесса.	составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием

отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем			
ПК 2.6. Проводить контроль корректности работы и обновление программного обеспечения мехатронных устройств и систем			
ПК 2.7. Проводить текущее техническое обслуживание узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем			

Цели и задачи фонда оценочных средств.

Целью ФОС является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта ФГОС СПО по ОПОП.

ФОС предназначен для решения задач контроля достижения целей реализации ОПОП СПО и обеспечения соответствия результатов обучения области, сфере, объектам профессиональной деятельности, области знаний и типам задач профессиональной деятельности.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр(<Курс>.<Семестр на курсе>)	2(1.2)		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	40	40	40	40
Лабораторные	40	40	40	40
Итого ауд.	80	80	80	80
Контактная работа	80	80	80	80
Сам. работа	20	20	20	20
Итого	102	102	102	102

Задания для промежуточной аттестации с ключами ответов

№ вопроса	Формулировка тестовых заданий	Варианты ответов	Правильный ответ
1.	Основной классификационный признак металлорежущих	а) Цвет окраски б) Масса станка	а) Цвет окраски

	станков — это:	в) Вид выполняемых работ и применяемый режущий инструмент г) Страна-производитель	
2.	Что обозначает цифра «1» в первой позиции модели станка (например, 1K62)?	а) Год выпуска б) Класс точности в) Группу станков (токарные) г) Завод-изготовитель	в) Группу станков (токарные)
3.	Для чего в металлорежущих станках применяется коробка скоростей?	а) Для изменения частоты вращения шпинделя б) Для смазки направляющих в) Для крепления инструмента г) Для отвода стружки	а) Для изменения частоты вращения шпинделя
4.	Кулачковая муфта в приводе станка предназначена для:	а) Плавного изменения скорости б) Реверсирования движения в) Жёсткого соединения или разъединения двух валов г) Автоматического отключения при перегрузке	в) Жёсткого соединения или разъединения двух валов
5.	Какой элемент станка является «базовым» и несёт на себе все основные узлы?	а) Суппорт б) Шпиндель в) Станина г) Электродвигатель	в) Станина
6.	Главным движением при точении на токарном станке является:	а) Продольное перемещение суппорта б) Вращение шпинделя с заготовкой в) Поперечное перемещение резца г) Вращение резца	б) Вращение шпинделя с заготовкой
7.	Станок, сочетающий операции фрезерования, сверления, расточки и часто имеющий автоматическую смену инструмента, — это:	а) Токарно-револьверный станок б) Горизонтально-расточный станок в) Многоцелевой станок (обрабатывающий центр) г) Круглошлифовальный станок	в) Многоцелевой станок (обрабатывающий центр)
8.	Какая передача чаще всего используется для преобразования вращательного движения в поступательное в подающих механизмах?	а) Ременная б) Цепная в) Винтовая пара (ходовой винт – гайка) г) Зубчатая коническая	в) Винтовая пара (ходовой винт – гайка)
9.	Что такое «ЧПУ» в обозначении станка?	а) Числовое программное управление б) Частотное преобразующее устройство в) Чертёжно-проектное управление г) Числовая панель управления	а) Числовое программное управление
10.	Какой из перечисленных станков относится к группе шлифовальных?	а) 16K20 б) 6P82 в) 3E711B г) 2H135	а) 16K20
11.	Назначение направляющих качения (с шариковыми или роликовыми элементами) в станке:	а) Увеличение нагрузки на станину б) Повышение точности и снижение трения при перемещении узлов в) Упрощение конструкции г) Защита от стружки	б) Повышение точности и снижение трения при перемещении узлов
12.	Что входит в состав ГПС	а) Только станки с ЧПУ	в) Совокупность

	(гибкой производственной системы)?	б) Только промышленные роботы в) Совокупность технологического оборудования, управляемых от ЭВМ, с автоматизированными транспортно-складскими системами г) Один универсальный станок с ручным управлением	технологического оборудования, управляемых от ЭВМ, с автоматизированным и транспортно-складскими системами
13.	Проверка станка на «холостом ходу» после монтажа проводится для:	а) Определения максимальной скорости резания б) Проверки работы всех механизмов без нагрузки в) Настройки режущего инструмента г) Калибровки измерительной системы	б) Проверки работы всех механизмов без нагрузки
14.	Какой документ является основным для определения порядка монтажа и эксплуатации станка?	а) Каталог запасных частей б) Руководство по эксплуатации (паспорт станка) в) Счёт-фактура г) График планово-предупредительного ремонта	б) Руководство по эксплуатации (паспорт станка)
15.	Тормозное устройство в приводе станка необходимо для:	а) Ускорения разгона шпинделя б) Быстрой остановки шпинделя или других движущихся частей в) Регулировки температуры г) Защиты от пыли	б) Быстрой остановки шпинделя или других движущихся частей
16.	Установите соответствие между этапом общего процесса монтажа РТК и его основным содержанием:	1. Подготовительный этап 2. Механический монтаж 3. Электрический монтаж и подключение 4. Пусконаладочные работы (ПНР) 5. Сдача в эксплуатацию а) Установка основания, сборка манипулятора, монтаж направляющих, установка навесного оборудования. б) Проверка фундаментов, разгрузка, распаковка, проверка комплектности. в) Итоговое тестирование, подписание актов, обучение персонала, передача документации. г) Подача питания, инициализация системы, настройка программных параметров, тестовые циклы. д) Прокладка силовых и сигнальных кабелей, подключение к шкафу управления, заземление.	1-В, 2-А, 3-Г, 4-Д, 5-Б
17.	Установите соответствие между видом технической документации и ее назначением при монтаже:	1. Общий вид (сборочный чертёж) 2. Принципиальная электрическая схема 3. Монтажная схема (разводки кабелей) 4. Паспорт изделия	1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В, 5-Д

		<p>5. Карта (ведомость) кабелей</p> <p>6. а) Показывает логические связи между электронными компонентами.</p> <p>б) Определяет трассировку, точки крепления и длины кабелей/трубопроводов.</p> <p>в) Содержит основные технические характеристики, гарантийные обязательства и сертификаты.</p> <p>г) Даёт общее представление о конструкции и расположении основных узлов.</p> <p>д) Содержит подробную информацию о каждом кабеле (марка, сечение, откуда/куда).</p>	
18.	Установите соответствие между инструментом/приспособлением и его назначением:	<p>1. Лазерный трекер / нивелир</p> <p>2. Динамометрический ключ</p> <p>3. Мегомметр</p> <p>4. Набор щупов (калибров)</p> <p>5. Кабелевоз / цепной каналетак</p> <p>6. а) Измерение и выставление точного положения в пространстве (горизонталь, вертикаль).</p> <p>б) Затяжка болтов с контролируемым усилием.</p> <p>в) Проверка сопротивления изоляции кабелей.</p> <p>г) Защита и укладка подвижных кабелей на манипуляторе.</p> <p>д) Проверка зазоров и соосности между деталями.</p>	1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б, 5-Д
19.	Установите соответствие между компонентом РТК и типом его подключения/настройки:	<p>1. Сервопривод</p> <p>2. Датчик (например, концевого положения)</p> <p>3. Пневмоцилиндр схвата</p> <p>4. НМІ-панель (операторская)</p> <p>5. Сетевой коммутатор (switch)</p> <p>6. а) Подключение фазных проводов и энкодера, настройка токовых петель и параметров ПИД-регулятора.</p> <p>б) Подключение к источнику сжатого воздуха через редуктор и фильтр, настройка давления и скорости срабатывания.</p> <p>в) Подключение к цифровому/аналоговому входу контроллера, настройка логики срабатывания.</p> <p>г) Подключение к сети Ethernet, настройка IP-адресации.</p> <p>д) Подключение к контроллеру (часто по USB или Ethernet), настройка</p>	1-Б, 2-А, 3-Д, 4-В, 5-Г

		визуализации.	
20.	Установите соответствие между понятием из области монтажа и его определением:	1. Дефектация 2. Юстировка 3. Обкатка (приработка) 4. АРМ (Акт рабочей комиссии) 5. Трассировка 6. а) Процесс точной регулировки и выравнивания механических компонентов для обеспечения соосности и параллельности. б) Документ, подтверждающий завершение монтажа и готовность системы к эксплуатации. в) Определение и прокладка маршрутов для кабелей, трубопроводов. г) Выявление и описание дефектов, полученных при транспортировке или монтаже. д) Режим работы на пониженных нагрузках/скоростях для стабилизации работы новых механических пар.	1-А, 2-Б, 3-Д, 4-В, 5-Г
21.	Опишите действия при обнаружении механического дефекта (вмятина на направляющей) при распаковке робота.		Последовательность : 1) Подготовка фундамента (очистка, проверка уровня). 2) Подъём и установка станка на фундамент с помощью грузоподъёмных средств. 3) Выверка станка по уровню во всех плоскостях. 4) Крепление станка к фундаменту анкерными болтами. 5) Подключение коммуникаций (электроэнергия, сжатый воздух, СОЖ). 6) Обкатка на холостом ходу. 7) Проверка геометрической точности по ГОСТ. 8) Испытание под нагрузкой (пробное резание).
22.	Назовите три ключевых параметра для настройки системы управления на этапе пусконаладки.		Преимущества ЧПУ: 1) Высокая и стабильная точность обработки. 2) Возможность

			<p>изготовления сложнопрофильных деталей. 3) Повышение производительности за счёт сокращения вспомогательного времени. 4) Гибкость переналадки (смена программы вместо смены оснастки). 5) Возможность интеграции в автоматизированные комплексы (ГПС).</p>
23.	Почему важно экранировать сигнальные кабели и отделять их от силовых?		<p>Алгоритм запуска: 1) Внешний осмотр станка на отсутствие повреждений и посторонних предметов. 2) Проверка уровня масла в коробках скоростей и подач, системах смазки. 3) Проверка надёжности крепления защитных кожухов. 4) Ручная прокрутка шпинделя для проверки отсутствия заеданий. 5) Включение питания, проверка работы местного освещения, системы смазки. 6) Включение главного привода на малых оборотах холостую, проверка на посторонние шумы и вибрации.</p>
24	Что включает «комплексная настройка» смонтированного робота?.		<p>Важность показателей: Надёжность определяет долговечность и безотказность, сокращая простои. Ремонтопригодность снижает время и стоимость восстановления работоспособности. Технологичность</p>

			<p>конструкции упрощает изготовление, сборку и обслуживание, снижая затраты на всех этапах жизненного цикла. В совокупности они минимизируют совокупную стоимость владения и повышают рентабельность производства.</p>
25.	Как организовать безопасный первый пробный пуск робота?		<p>Правила безопасности: 1) Работать в спецодежде, убрав волосы под головной убор, без украшений. 2) Не убирать стружку руками, использовать крючки или щётки. 3) Не останавливать вращающиеся части (патрон, шпиндель) руками. 4) Устанавливать и снимать тяжёлые заготовки и приспособления с помощью подъёмных средств. 5) Не перешагивать через вращающиеся детали и не наклоняться над ними. 6) Работать только с исправными и остро заточенными инструментами. 7) Перед началом работы убедиться в надёжном креплении заготовки и инструмента.</p>

Примерные контрольные вопросы для зачёта и экзамена:

1. Дайте определение «технологического оборудования». Назовите основные группы металлообрабатывающих станков по классификации ЭНИМС.

2. Расшифруйте модель станка (например, 16K20, 6P82). Что означают цифры и буквы в обозначении?
3. Что такое кинематическая схема станка? Какие условные обозначения элементов используются при её построении?
4. Объясните понятия «цикловое программное управление» (ЦПУ) и «числовое программное управление» (ЧПУ). В чём их принципиальная разница?
5. Какие технико-экономические показатели характеризуют технологическое оборудование (точность, производительность, надёжность, гибкость)?
6. Опишите назначение, типовые конструкции и требования к базовым деталям станков (станины, стойки, столы).
7. Какие типы направляющих применяются в станках? Сравните направляющие скольжения и качения по конструкции, преимуществам и областям применения.
8. Опишите устройство, принцип действия и назначение коробки скоростей в металлорежущем станке.
9. Опишите устройство, принцип действия и назначение коробки подач в металлорежущем станке.
10. Охарактеризуйте основные типы шпиндельных узлов. Какие опоры (подшипники) в них применяются и почему?
11. Какие типы муфт применяются в приводах станков? Назначение и особенности кулачковых, зубчатых, предохранительных, обгонных муфт.
12. Назначение и принцип действия реверсивных механизмов в приводах станков. Приведите пример конструктивного исполнения.
13. Какие тормозные устройства используются в станках? Опишите их конструкцию и принцип работы.
14. Общая компоновка, назначение основных узлов и кинематика токарно-винторезного станка (на примере 16K20).
15. Особенности устройства, назначение и классификация токарных станков с ЧПУ.
16. Назначение, классификация и общая характеристика сверлильных станков. Опишите устройство вертикально-сверлильного станка.
17. Назначение, классификация и особенности расточных станков (горизонтально- и координатно-расточные).
18. Назначение, классификация и кинематические особенности фрезерных станков (горизонтально- и вертикально-фрезерные).
19. Назначение, классификация и принцип работы шлифовальных станков. Опишите устройство круглошлифовального станка.
20. Кратко охарактеризуйте назначение и принцип работы зубообрабатывающих станков (зубодолбёжных, зубофрезерных).
21. Назначение и принцип работы строгальных, долбёжных и протяжных станков. В чём их технологические особенности?
22. Что такое многоцелевой станок (обрабатывающий центр)? Его компоновки, состав и основные преимущества.
23. Дайте определение Гибкому производственному модулю (ГПМ) и Робототехническому комплексу (РТК). Из чего они состоят и каковы области их применения?
24. Что такое Гибкая производственная система (ГПС)? Опишите её структуру, основные подсистемы (технологическая, транспортно-складская, информационно-управляющая).
25. Какие транспортно-складские и накопительные устройства применяются в ГПС? Приведите примеры.
26. Роль систем управления верхнего уровня в автоматизированном производстве. Какие функции они выполняют?
27. Опишите основные этапы и правила транспортировки и установки станка на фундамент.
28. Какие требования предъявляются к фундаментам и помещениям для установки станков различных классов точности?
29. Что входит в программу приёмо-сдаточных испытаний металлообрабатывающего станка после монтажа?

30. Какие методы и средства применяются для проверки геометрической точности станков (например, проверка прямолинейности, параллельности, биения)?
31. Что такое жёсткость станка и как её проверяют? Почему этот параметр важен?
32. Для чего проводятся испытания станков на виброустойчивость и шум? Каковы нормируемые показатели?
33. Перечислите основные виды и содержание работ при планово-предупредительном техническом обслуживании (ППР) станков.
34. Какие типовые неисправности механических узлов станков (коробок скоростей, направляющих, шпиндельных узлов) вы знаете? Каковы их признаки и методы устранения?
35. Что такое техническая диагностика оборудования? Какие методы и приборы используются для диагностики состояния станков?
36. Назовите основные правила техники безопасности при работе на металлорежущих станках. Какие средства индивидуальной и коллективной защиты обязательны?
37. Как организовать безопасный вывод оборудования в ремонт? Какие процедуры блокировки (локирования) необходимо выполнить?
38. Как знания по технологическому оборудованию связаны с профессиональными компетенциями мехатроника (ПК 2.1 – 2.7)?
39. Каковы современные тенденции развития металлообрабатывающего оборудования (интеграция мехатронных модулей, аддитивные технологии, «Индустрия 4.0»)?
40. Как осуществляется взаимодействие робототехнических систем с технологическим оборудованием в автоматизированных ячейках и линиях?

Критерии и шкалы оценивания.

Текущий контроль по дисциплине Экзамен

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется в соответствии с локальным актом университета (положением), регламентирующим проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся и организации учебного процесса с применением балльно-рейтинговой системы оценки качества обучения.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Форма промежуточной аттестации – .

Оценка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется при помощи научного категориально-понятийного аппарата, изложен последовательно, логично, доказательно, демонстрирует авторскую позицию студента.

Оценка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен последовательно, логично и доказательно, однако допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен научным языком. Могут быть допущены две-три ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности между различными объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не

приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Критерии оценки образовательных результатов обучающихся на зачете по дисциплине

Качество освоения ОПОП рейтинговые баллы	Оценка зачета, зачета с оценкой (нормативная) 5-балльной шкале	Уровень достижений в компетенций	Критерии оценки образовательных результатов
--	--	----------------------------------	---

85-100	Зачтено, отлично	5,Высокий (продвинутый)	<p>ЗАЧТЕНО, ОТЛИЧНО заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 85-100.</p> <p>При этом, на занятиях, обучающийся исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагал учебно-программный материал, умел тесно увязывать теорию с практикой, свободно справлялся с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, предусмотренные программой. Причем обучающийся не затруднялся с ответом при видоизменении предложенных ему заданий, правильно обосновывал принятое решение, демонстрировал высокий уровень усвоения основной литературы и хорошо знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины.</p> <p>Как правило, оценку «отлично» выставляют обучающемуся, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значение для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
--------	---------------------	----------------------------	---

70-84	Зачтено, хорошо	4, Хороший (базовый)	<p>ЗАЧТЕНО, ХОРОШО заслуживает обучающийся, обнаруживший осознанное (твердое) знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 70-84.</p> <p>На занятиях обучающийся грамотно и по существу излагал учебно-программный материал, не допускал существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применял теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владел необходимыми навыками и приёмами их выполнения, уверенно демонстрировал хороший уровень усвоения основной литературы и достаточное знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины.</p> <p>Как правило, оценку «хорошо» выставляют обучающемуся, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
-------	--------------------	-------------------------	---

60-69	Зачтено, 3, удовлетворительно	Достаточный (минимальный)	<p>ЗАЧТЕНО, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО</p> <p>заслуживает обучающийся, обнаруживший минимальные (достаточные) знания учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 60-69.</p> <p>На занятиях обучающийся демонстрирует знания только основного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной работы, слабое усвоение деталей, допускает неточности, в том числе в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий и работ, знакомый с основной литературой, слабо (недостаточно) знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой.</p> <p>Как правило, оценку «удовлетворительно» выставляют обучающемуся, допускавшему погрешности в ответах на занятиях и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).</p>
-------	-------------------------------	---------------------------	--

Менее 60	Не зачтено, 2, неудовлетворительно	Недостаточный (ниже минимального)	НЕ ЗАЧТЕНО, НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО выставляется обучающемуся, который не знает большей части учебно-программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы на занятиях и самостоятельной работе. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся продемонстрировавшего отсутствие целостного представления по дисциплине, предмете, его взаимосвязях и иных компонентов. При этом, обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на недостаточном уровне или не сформированы. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).
----------	------------------------------------	-----------------------------------	---

Промежуточная аттестация может проводиться в форме компьютерного тестирования. Обучающемуся отводится для подготовки ответа на один вопрос открытого и закрытого типа не менее 5 минут.

Итоговая оценка при проведении зачёта и экзамена выставляется с использованием следующей шкалы.

Оценка	Правильно решенные тестовые задания (%)
«отлично»	90-100
«хорошо»	66-89
«удовлетворительно»	50-65
«неудовлетворительно»	0-49

Примеры лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Цель работы: получение практических умений и навыков в области конструктивных особенностей узлов Токарно-винторезного станка модели 1К62, изучение технических характеристик, органов управления станком.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с технической характеристикой, назначением, компоновкой узлов станка.
2. Изучить конструктивные особенности узлов станка.
3. Составить отчет, по приложению 1.
4. Проработать контрольные вопросы и защитить лабораторную работу.

Назначение и область применения станка

Токарно-винторезный станок модели 1К62 является универсальным и предназначен для различных токарных работ, обработки центральных отверстий, а также для нарезания резьбы: метрической, дюймовой, модульной, питчивой и архимедовой спирали. Класс точности Н.

Основные технические данные и характеристики

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	435
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	224
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	1000
Наибольшая длина хода каретки суппорта, мм	930
Число ступеней частот вращения шпинделя: прямого вращения	23
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин:	12,5–2000
Число ступеней рабочихподач:	
продольных	42
поперечных	42
Пределы рабочихподач, мм/об:	
продольных	0,070–4,16
поперечных	0,035–2,08
Масса станка, кг	2580
Точность позиционирования поперечных салазок суппорта, мм	0,05
Точность позиционирования салазок суппорта, мм	0,1

Устройство станка

На рисунке 1 представлен общий вид станка с обозначением органов управления и основных узлов.

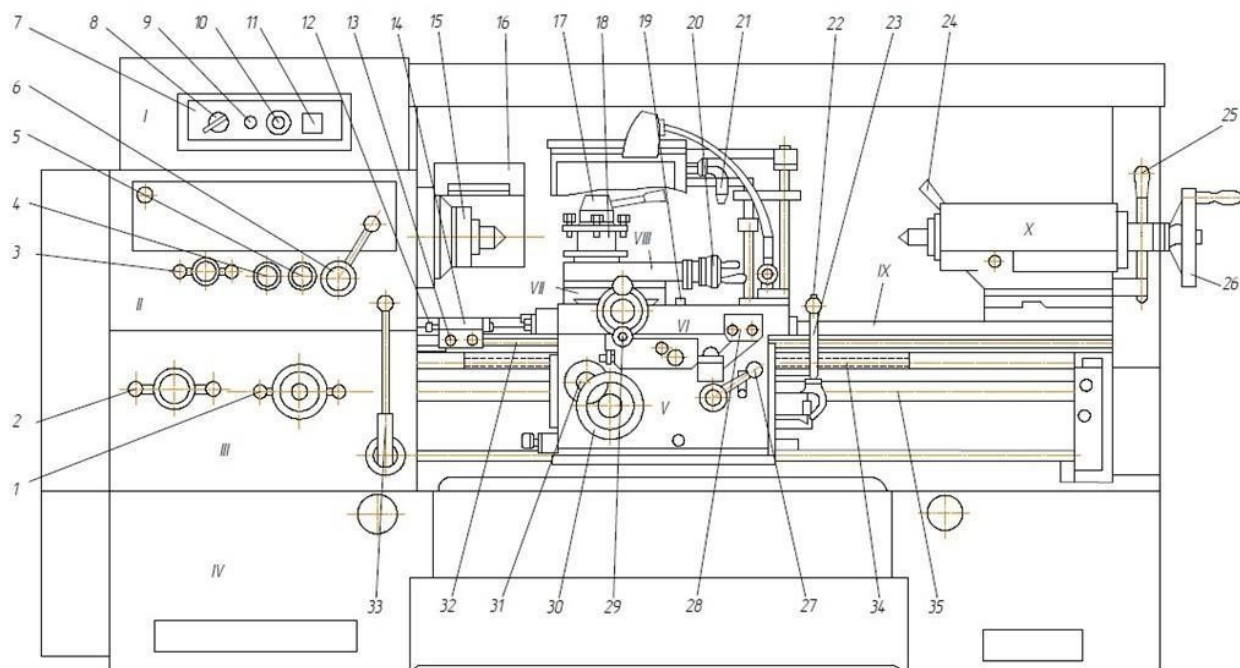


Рисунок 1 – Общий вид станка

Основные узлы станка (рисунок 1).

I Шкаф управления; II Бабка шпиндельная; III Коробка подач; IV Основание; V Фартук; VI Салазки; VII Суппорт; VIII Резцовые (верхние-поворотные) салазки; IX Станина; X Бабка задняя.

Органы управления станком:

1. Рукоятка установки шага резьбы и величины подачи.
2. Рукоятка выбора типа резьбы и вида работ (резьба или подача).
3. Рукоятка установки частоты вращения шпинделя.
4. Рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб.
5. Рукоятка установки правой и левой резьбы и подачи.
6. Рукоятка установки частоты вращения шпинделя.
7. Панель управления.
8. Вводной автоматический выключатель.
9. Сигнальная лампа.
10. Включатель насоса охлаждающей жидкости.
11. Амперметр.
12. Лимб жесткого упора.
13. Болты крепления жесткого упора.
14. Передвижной жесткий упор.
15. Шпиндель.
16. Защитный кожух трехкулачкового патрона.
17. Рукоятка поворота и крепления резцедержателя.
18. Резцедержатель.
19. Зажим салазок.

20. Рукоятка ручного перемещения резцовых (верхних) салазок суппорта.
21. Трубка подвода СОЖ.
22. Кнопка ускоренного перемещения салазок и суппорта.
23. Рукоятка управления механическими перемещениями поперечных салазок и суппорта.
24. Рукоятка зажима пиноли задней бабки.
25. Рукоятка зажима задней бабки на станине.
26. Маховик перемещения пиноли задней бабки.
27. Рукоятка включения гайки ходового винта
28. Кнопки включения и выключения главного электродвигателя.
29. Рукоятка перемещения поперечных салазок суппорта.
30. Маховик ручного перемещения салазок суппорта.
31. Кнопка включения и выключения реечной шестерни.
32. Рейка реечной передачи продольного перемещения суппорта.
33. Ручка включения правого или левого направления вращения шпинделя (включения фрикционных муфт).
34. Ходовой винт.
35. Ходовой вал.

Кинематика станка

Станок работает по методу формообразования «След». Данный метод требует два формообразующих движения: вращение заготовки и перемещение резца относительно заготовки.

Кинематическая структура станка состоит из одной сложной кинематической группы, создающей три формообразующих движения: главное, движение подачи и движение резбонарезания. Кинематическая структура станка представлена на рисунке 2.

Главное движение n (об/мин) в станке – вращение шпинделя. Движение подачи S (мм/об) – движение салазок или суппорта. Винторезное движение t (шаг резьбы, мм) – движение салазок. В станке одновременно используются движения n и s при выполнении токарных, сверлильных и других операциях, либо n и t при резбонарезании. Органом настройки в цепи главного движения является коробка скоростей $i_{кс}$. Органом настройки в цепи подачи является коробка подач $i_{кп}$. Органом настройки в резбонарезной цепи являются гитара сменных колес $i_{г}$ и коробка подач $i_{кп}$.

Вспомогательными движениями в станке являются ускоренное перемещение салазок и суппорта, и перемещение резцовых салазок.

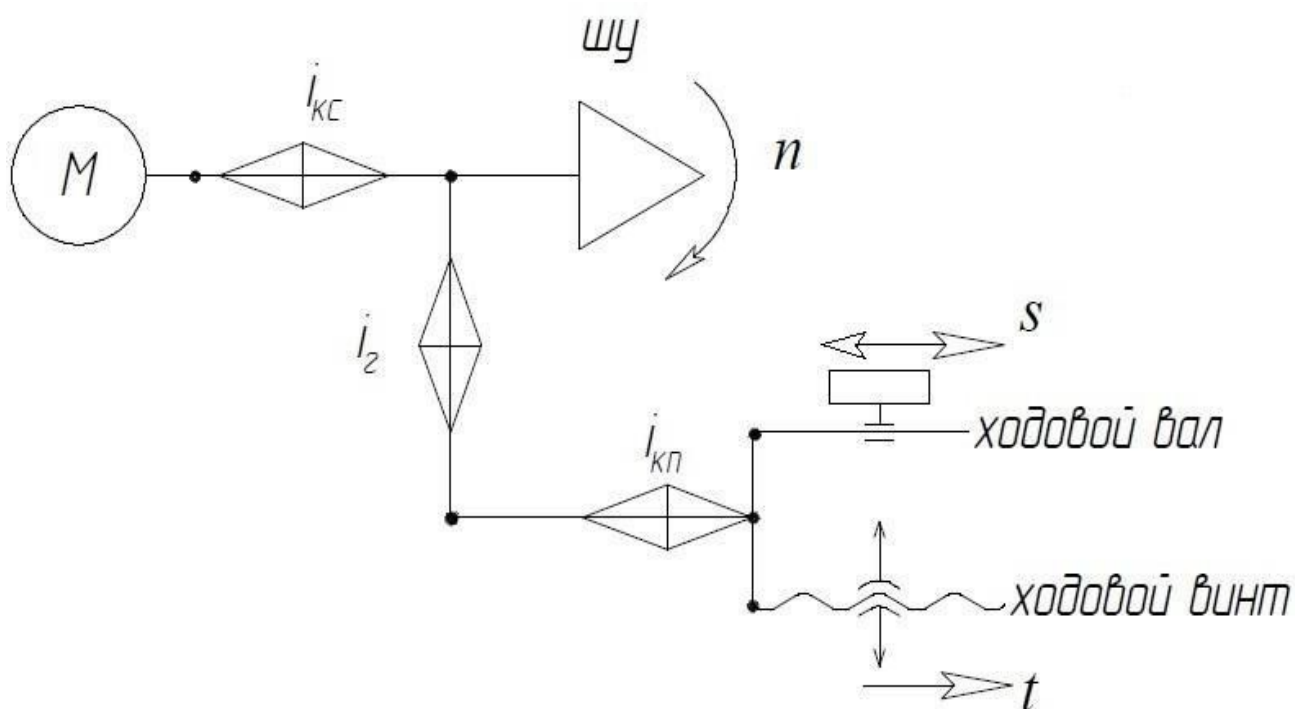


Рисунок 2 – Кинематическая структура

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 3.

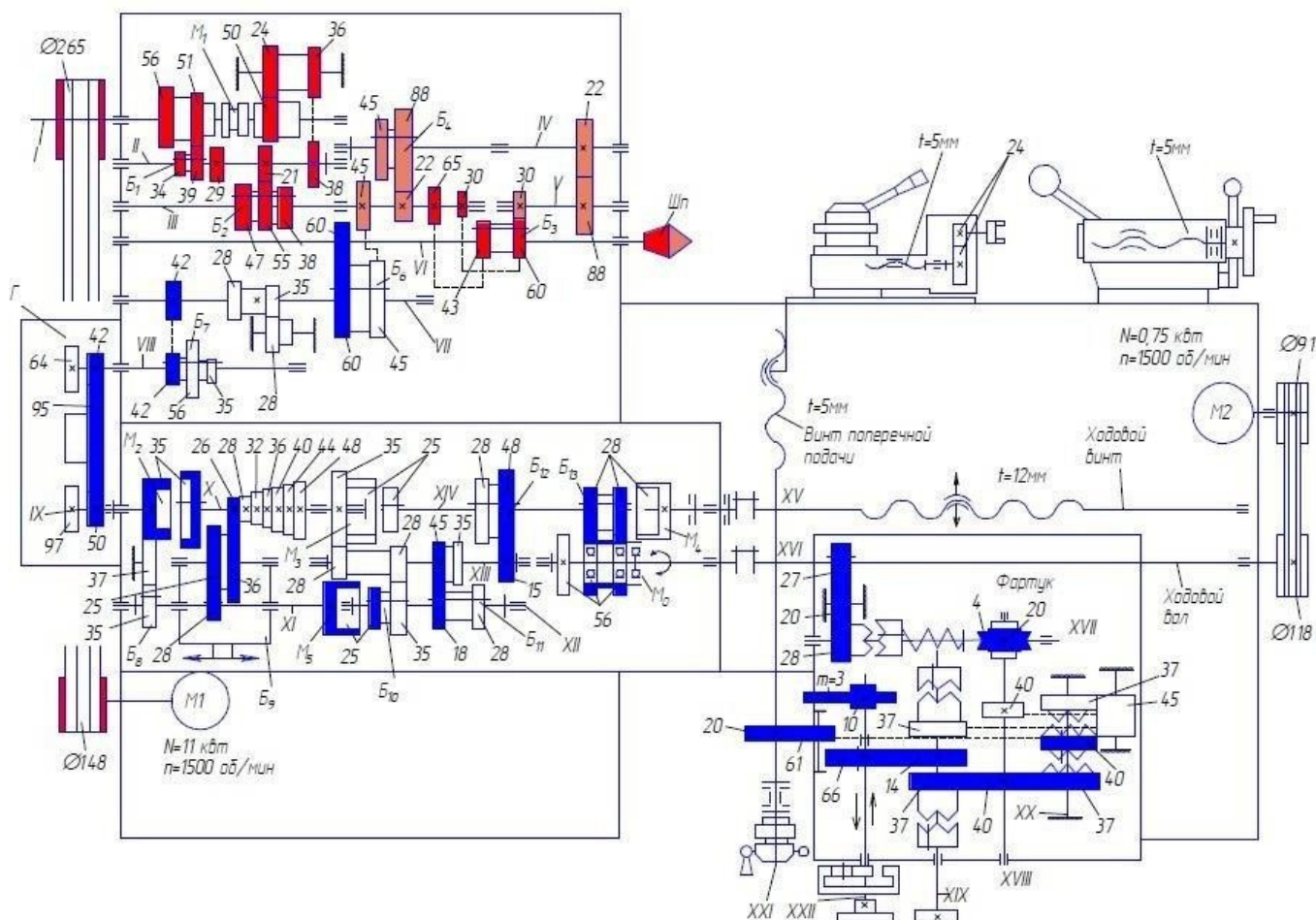


Рисунок 3 – Кинематическая схема станка

Главное движение в станке – вращение шпинделя. Кинематическая цепь главного движения (рисунок 3) включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу, шпиндельную бабку с коробкой скоростей и шпинделем. Движение начинается от электродвигателя М1 и через клиноременную передачу передается на вал I. Прямое вращение передается на вал II через блок зубчатых колес Б₁, а обратное через колесо 50, паразитный блок 24–36, колесо 38. С вала II на вал III движение передается через колеса 29, 21, 38, и блок Б₂. Далее движение может передаваться либо сразу на вал VI (шпиндель) через колеса 65, 30 и блок Б₃, либо через колеса 45, 22 и блок Б₄ на вал IV, через колеса 22–88 на вал V, колеса 30–60 на вал VI (шпиндель). Таким образом, шпиндель получает 24 частоты вращения.

Включение главного движения осуществляется нажатием черной кнопки 28 (рисунок 1). Правое вращение шпинделя включается подъемом до упора вверх рукоятки 33 (см. рисунок 1). Левое вращение (реверс) включается опусканием вниз этой же рукоятки до упора. Нейтральное (среднее) положение рукоятки – останов шпинделя. Рукоятки 3 и 6 расположенные на корпусе шпиндельной бабки (см. рисунок 1) служат для настройки главного движения на заданную частоту вращения шпинделя. Выключение электродвигателя осуществляется нажатием красной кнопки 28 (см. рисунок 1). Положение рукояток, соответствующие той или иной частоте вращения шпинделя показано в таблице, расположенной на корпусе шпиндельной бабки.

ВНИМАНИЕ!!! Переключение скоростей главного движения только при остановленном шпинделе!!! (рукоятка 33 находится в нейтральном положении).

Движение подачи в станке – перемещение резца вдоль оси заготовки (*продольная подача*) или в направлении перпендикулярном к оси заготовки (*поперечная подача*). Кинематическая цепь подач включает в себя звено увеличения шага (блок Б₆), механизм реверса (блок Б₇), гитару Г, коробку подач, *ходовой вал*, механизм управления подачами (фартук), зубчато-реечную передачу (продольная подача), винт поперечной подачи. Движение подачи начинается непосредственно от шпинделя через колеса 60–60.

Механизм реверсирования дает два движения: правого вращения – через колеса 42–42 или через колеса 28–56, и одно движение левого вращения – через колеса 35–28–35.

Гитара имеет комбинацию колес с числами зубьев 42–95–50. Эта комбинация применяется при продольном или поперечном точении. Для реализации продольной подачи вперед служит цепь коробки подач по следующей цепочке вал IX колеса 35–35 (включенная муфта М2), вал X, конус шестерен 26–48, 36–2528, вал XI, 25–25 (включенная муфта М5), вал XII, 18–45 (или 28–35), вал XIII, 35–28 (или 15–48), вал XIV, 28–56, ходовой вал XVI, 27–20–28, червячная передача 4–20, 40–37, вал XIX (включена нижняя муфта) 14–66, вал XXII, зубчатое колесо 10 реечной передачи (рейка $m=3$). Для продольной подачи назад вместо колес 40–37 используются колеса 40–45–37, вал XIX (включена верхняя муфта). Для реализации поперечной подачи вперед используются вал

XVIII, колеса 40–37, вал XX (включена нижняя муфта), 40–61–20-винт поперечной подачи XXI, а для поперечной подачи назад колеса.40–45–37, вал XX (включена верхняя муфта), 40–61–20-винт поперечной подачи XXI ($t=5\text{мм}$).

Быстрое перемещение суппорта осуществляется от электродвигателя М2 через клиноременную передачу на ходовой вал XVI, 27–20–28 и далее по указанным выше кинематическим цепям фартука.

Включение подач продольных и поперечных осуществляется рукояткой 23 (см. рисунок 1). Продольная подача салазок влево – вправо включается отклонением рукоятки соответственно влево – вправо. Поперечная подача суппорта вперед – назад отклонением рукоятки соответственно вперед – назад. Ускоренное перемещение салазок и суппорта осуществляется соответствующим отклонением рукоятки 23 и затем нажатием кнопки 22 на этой рукоятке (см. рисунок 1).

Переключение подач осуществляется рукояткой 1 и 2 (см. рисунок 1). Рукояткой 2 выбирается вид работы: точение; нарезание метрических и дюймовых резьб; нарезание модульных и питчевых резьб; нарезание точных резьб; нарезание архимедовой спирали. Для настройки станка на подачу необходимо совместить риски на корпусе коробки подач и рукоятке, как показано на рисунке 4.

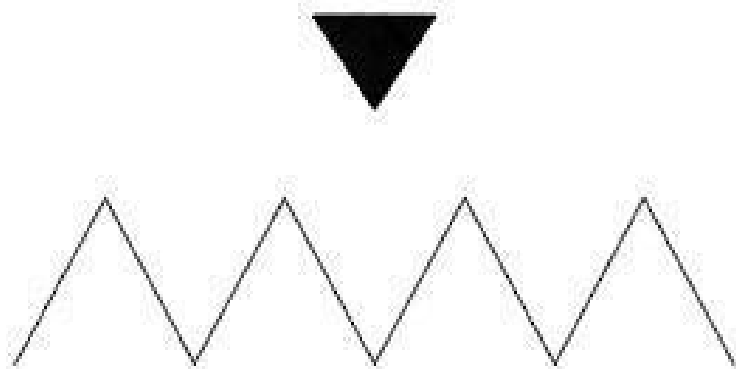


Рисунок 4 – Настройка вида работы

Выбор конкретного значения подачи осуществляется рукояткой 1 (см. рисунок 1). Эта рукоятка представляет собой конструкцию барабан в барабане. Наружный барабан имеет четыре фиксированных положения, в которые его можно установить, поворачивая за две боковые ручки. В каждом фиксированном положении за эти ручки можно вытянуть на себя внутренний барабан (черного цвета) и поворачивать его за эти же ручки при этом он имеет семь фиксированных положений. На корпусе внутреннего барабана имеется стрелка, которая указывает конкретное значение подачи. Эти значения указаны на нижней строке таблицы (ближе к ручкам), обернутой на наружном барабане.

ВНИМАНИЕ!!! Вытягивать и вставлять внутренний барабан можно только при фиксированном положении (раздается щелчок) наружного барабана.

Указанные подачи могут быть увеличены в два раза рукояткой 4 (см. рисунок 1) при повороте ее из левого положения в среднее (ПРОВЕРИТЬ НА

СТАНКЕ).

Значение поперечных подач в два раза меньше продольных.

Винторезное движение и его кинематические цепи изучаются в лабораторной работе «Наладка токарно-винторезного станка на нарезание резьбы».

Шпиндельная бабка

В шпиндельной бабке станка (рисунок 5) смонтирован шпиндель 31 и коробка скоростей, при помощи которой шпиндель получает 23 различные частоты вращения.

Вращение от электродвигателя передается через шкив 82 на вал 25 (вал I). На этом валу установлены фрикционные муфты 94 и 98. Включение этих муфт осуществляется собачкой 14. При включенной муфте 94 валу 80 (вал IV) передаются два прямых вращения, а при включенной муфте 98, одно обратное вращение. С вала 80 (вал II) на вал 74 (вал III) движение передается при помощи тройного блока 72. Далее движение может передаваться либо непосредственно на шпиндель 31 (вал VI), либо через ряд понижающих передач.

Шпиндель представляет собой пустотелый вал, на правый конец которого крепится зажимной трехкулачковый патрон (на рисунке не показан). Передний конец шпинделя установлен в коническом роликовом двухрядном подшипнике, а задний, в коническом роликовом однорядном.

Регулировка переднего подшипника осуществляется гайкой 25, а заднего подшипника гайкой 70. На валу 39 (вал VIII) установлен блок 44 увеличения шага, через который движение со шпинделя передается в цепь подач. Паразитная шестерня 48 служит для реверса движения в цепи подачи.

Суппорт

Суппорт 4 крестовой конструкции (рисунок 6) перемещается в продольном направлении на салазках 6 суппорта по направляющим станины и в поперечном направлении по направляющим поперечных салазок. Поперечное перемещение салазок суппорта может осуществляться от руки с помощью рукоятки по лимбу, либо механически – от шестерни, установленной на винте посредством передачи винт-гайка скольжения. При ускоренном перемещении суппорта рукоятка отсоединяется от винта. Вращение от рукоятки или шестерни передается на винт 7, который ввернут в гайку 8. При вращении винта, который зафиксирован в корпусе салазок от перемещения вдоль своей оси, перемещаются гайки 8 и через втулку перемещают сам суппорт.

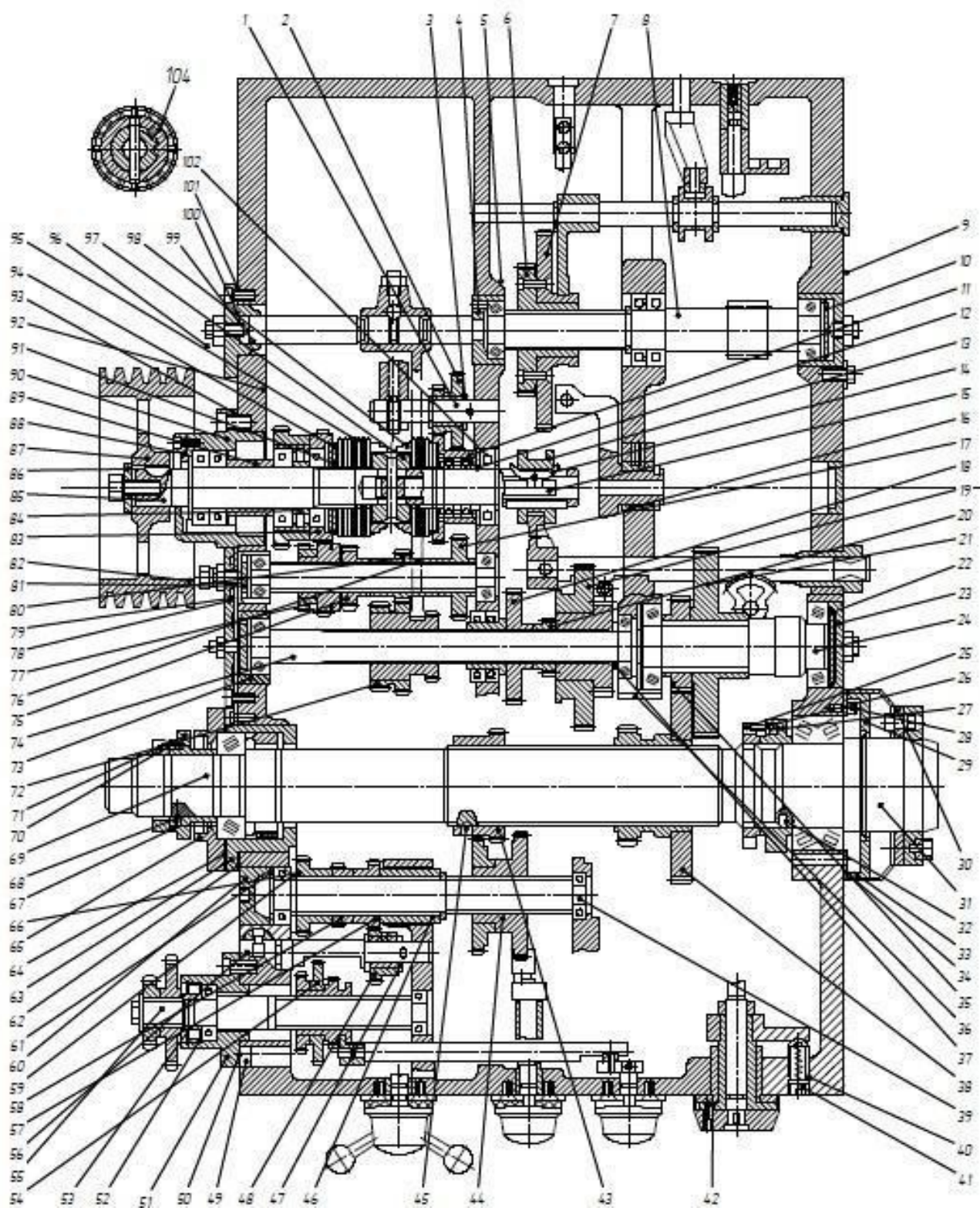


Рисунок 5 – Шпиндельная бабка

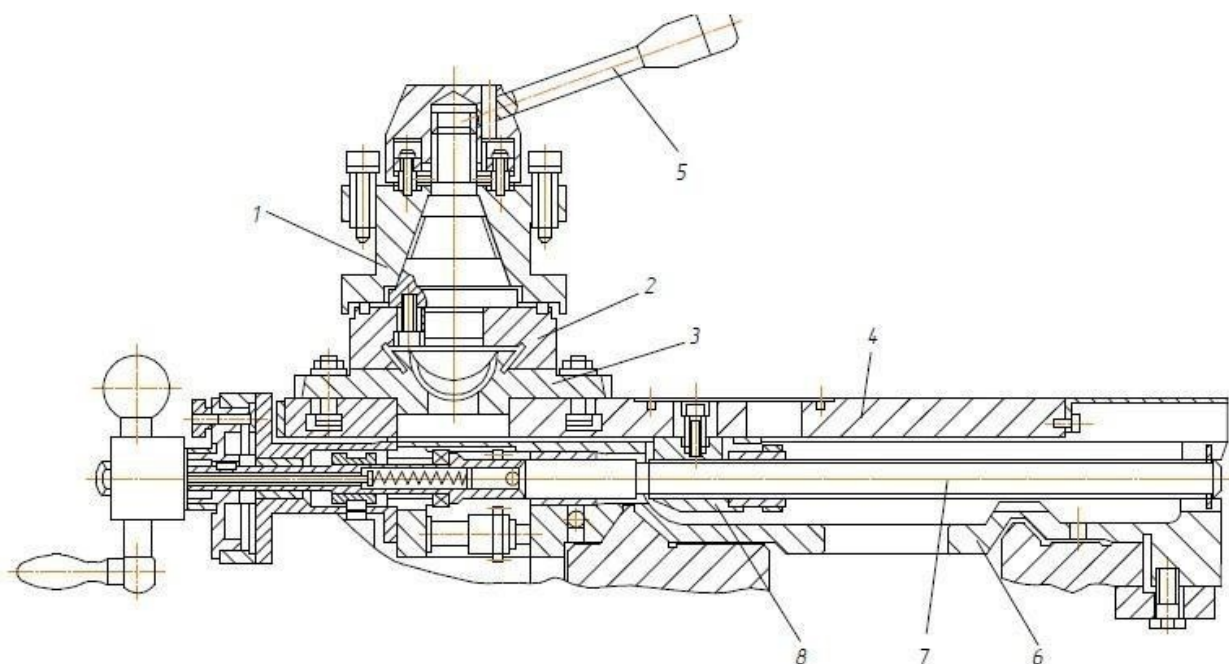


Рисунок 6 – Суппорт

Гайка 8 состоит из двух частей. Одна часть (левая) крепится жестко к корпусу суппорта, а вторая часть (правая) установлена на шпонке в корпусе левой гайки и служит для регулировки зазора в передаче винт-гайка. Перемещая правую гайку вдоль оси винта относительно левой гайки при помощи крепежных гаек, выбирается зазор между витками винта и гайки в целом, который возникает в процессе работы из-за износа. На суппорте крепятся резцовые салазки 2 с резцедержателем 1. Поворот резцедержателя осуществляется при вращении рукоятки 5, расположенной над резцедержателем против часовой стрелки, а зажим по часовой стрелке. Отсчет перемещений осуществляется по лимбу. Цена деления лимба винта поперечной подачи и винта верхнего суппорта составляет 0,05 мм на диаметр. Резцовые салазки можно развернуть относительно оси резцедержателя. Для этого необходимо ослабить две гайки крепления. Угол поворота в градусах откладывается по делениям, нанесенным на поперечных салазках суппорта.

Фартук

В фартуке (рисунок 7) расположены механизмы управления продольной и поперечной подачами, а также маточная гайка. Движение от цепи подачи передается через червяк на червячное колесо 8, установленное на валу 9. Далее движение продольной подачи вперед передается через колесо 23 на зубчатую муфту 25, на вал-шестерню 4, колесо 42 и шестерню 46 реечной передачи.

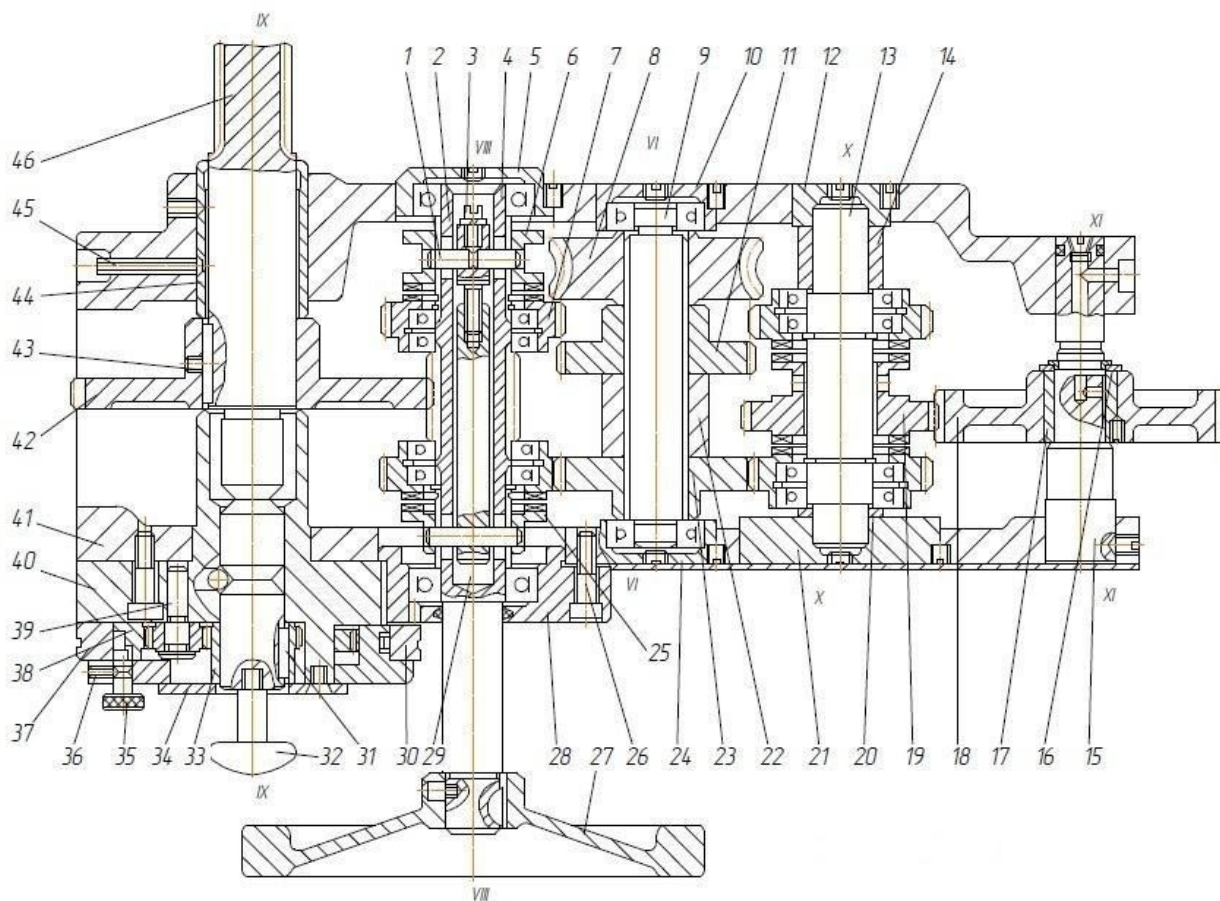


Рисунок 7 – Фартук

Движение продольной подачи назад передается с вала 9 на колесо 11, паразитную шестерню (на чертеже не показана), колесо 7 и соединенную с ним зубчатую муфту, вал-шестерню 4, колесо 42 и шестерню 46. Движение поперечной подачи вперед или назад передается с вала 9 на колесо 18, которое связано с винтом поперечной подачи (на рисунке не показан), аналогично движению продольной подачи. Маховик 27 служит для перемещения салазок от руки. Отсчет перемещений осуществляется по лимбу 37, цена деления которого составляет 1 мм. При нарезании резьбы резцом реечная шестерня 46 выводится из зацепления с рейкой. Для этого кнопку 32 надо выдвинуть на себя до упора. Включение прямой или обратной продольной подачи осуществляется зубчатыми муфтами. При перемещении стакана 6 вниз включается верхняя муфта, а вверх включается нижняя муфта через тягу 29. Для более удобного отсчета величины продольного перемещения по лимбу 37, вращение на него передается с шестерни 46 через зубчатые колеса 33 и 38 планетарного редуктора.

Задняя бабка

Задняя бабка (рисунок 8) служит для установки заднего центра или концевой инструмента в коническое отверстие пиноли 10. Она может перемещаться по направляющим станины и крепится к ней в нужном положении планкой 1 через систему рычагов и эксцентрик 5 рукояткой 6. Усилие прижима регулируется двумя винтами 2 и 4. Перемещение пиноли 10 осуществляется вращением маховика 7, а зажим пиноли поворотом рукоятки 11. При обработке

пологих конусов пиноль с корпусом 14 задней бабки смещают относительно плиты 15. Для этого служат винты 18.

Перед смещением рукоятку зажима 6 ставят в положение «на себя». Величина осевого перемещения пиноли контролируется (грубо) по рискам, нанесенным на поверхности пиноли, а точно – по лимбу маховика 7.

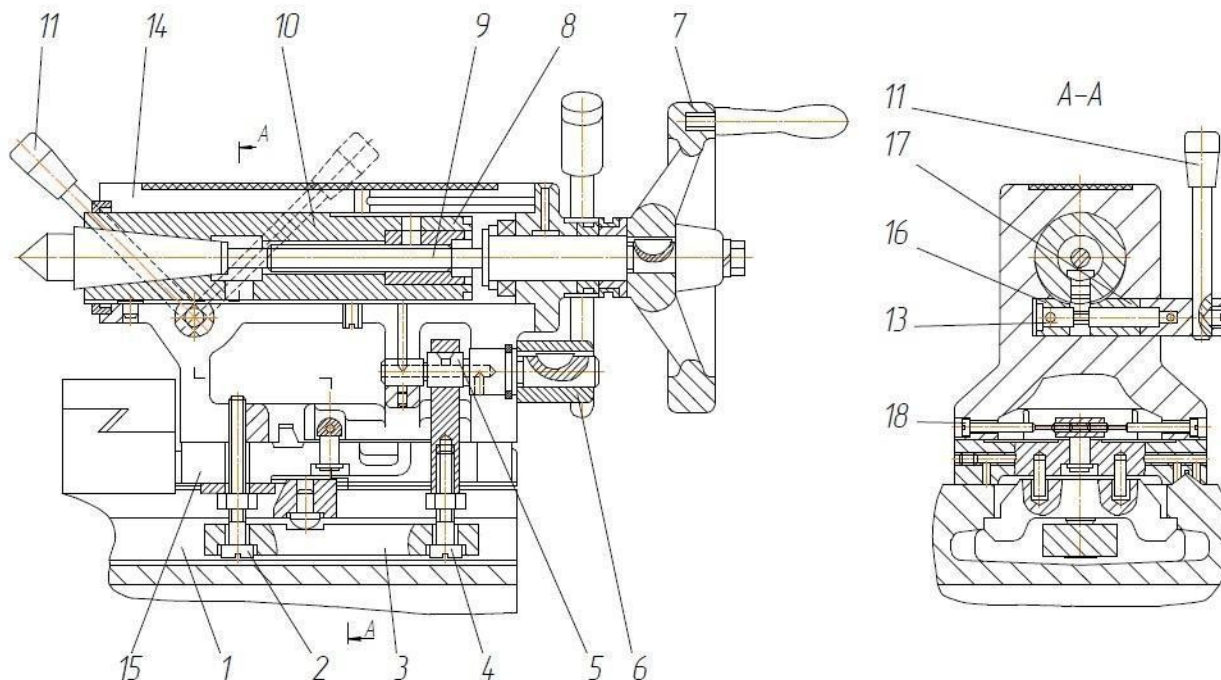


Рисунок 8 – Задняя Бабка

Настройка станка

Станок 1К62 настраивается на заданную скорость резания при помощи коробки скоростей. На заданную скорость подачи или шаг нарезаемой резьбы при помощи коробки подач и (или) гитары сменных колес.

Настройка станка на заданный шаг нарезаемой резьбы будет рассматриваться в отдельной лабораторной работе, а здесь будет рассматриваться настройка на заданную скорость резания и подачу.

Настройка на заданную скорость резания осуществляется настройкой на частоту вращения шпинделя станка.

Уравнение настройки цепи вращения шпинделя в общем виде записывается:

$$n_{\text{шп}} = C \cdot n_{\text{эл}} \cdot i,$$

где $n_{\text{шп}}$ – требуемая частота вращения шпинделя (об/мин); $n_{\text{эл}}$ – частота

вращения электродвигателя; i – передаточное отношение коробки скоростей; C – постоянная кинематической цепи.

Уравнение настройки для минимальной частоты вращения записывается:

$$n_{\text{шп.мин}} = n_{\text{эл}} \cdot i_{\text{мин}},$$

где $n_{\text{шп.мин}}$ – минимальная частота вращения шпинделя (об/мин); $i_{\text{мин}}$ – минимальное передаточное отношение коробки скоростей.

Уравнение настройки для максимальной частоты вращения записывается:

$$n_{\text{шп.мах}} = n_{\text{эл}} \cdot i_{\text{мах}},$$

где $n_{\text{шп.мах}}$ – максимальная частота вращения шпинделя (об/мин); $i_{\text{мах}}$ – максимальное передаточное отношение коробки скоростей.

Уравнение настройки для максимальной подачи записывается:

$$S_{\text{мах}} = 1_{\text{оборот шпинделя}} \cdot i_{\text{мах}} \cdot t,$$

где $S_{\text{мах}}$ – максимальная подача (мм/об); $i_{\text{мах}}$ – максимальное передаточное отношение цепи подачи; $t = \pi \times m \times z$ – развертка дуги делительной окружности шестерни реечной передачи, мм, где m – модуль реечной передачи, мм; z – число зубьев реечной передачи.

Уравнение настройки для минимальной подачи записывается

$$S_{\text{мин}} = 1_{\text{оборот шпинделя}} \cdot i_{\text{мин}} \cdot t,$$

где $S_{\text{мин}}$ – минимальная подача (мм/об); $i_{\text{мин}}$ – минимальное передаточное отношение цепи подачи; $t = \pi \cdot m \cdot z$ – ход зубчато-реечной передачи.

Ход выполнения работы

ВНИМАНИЕ!!! Включать станок в работу только в присутствии преподавателя:

- включить станок, включить правое вращение шпинделя
- стоп шпинделя
- левое вращение шпинделя;
- осуществить переключения в цепи главного движения (несколько различных частот);

ВНИМАНИЕ!!! Переключать частоты вращения шпинделя только при полностью остановленном шпинделе:

- осуществить переключения в цепи движения подачи (установить несколько различных подач, в том числе и увеличенных);
- осуществить движение подачи вручную, механически и ускоренно;
- сменить позицию резцедержателя;
- переместить заднюю бабку и пиноль;
- выключить станок;

– составить отчет (приложение 1).

Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения и основные технические характеристики станка.
2. Назовите органы управления станком.
3. Назовите основные узлы станка.
4. Опишите конструкцию и принцип действия фартука.
5. Опишите конструкцию и принцип действия задней бабки.
6. Опишите конструкцию и принцип действия шпиндельной бабки
7. Опишите конструкцию и принцип действия суппорта.
8. Как осуществляется настройка станка на заданный размер по лимбам. Отложите по лимбам какой-либо размер с точностью до 0,1 мм и до 0,05 мм.
9. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь максимальной частоты вращения шпинделя.
10. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь минимальной частоты вращения шпинделя.
11. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь, используемую при продольной подаче.
12. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь, используемую при поперечной подаче.
13. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь, используемую при нарезании точных резьб.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Цель работы: получение практических умений и навыков в области конструктивных особенностей органов управления и узлов вертикально-фрезерного консольного станка модели 6Н13ГЭ2, изучение его технических характеристик.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с технической характеристикой, назначением, компоновкой узлов станка.
2. Изучить конструктивные особенности узлов станка.
3. Составить отчет, сняв конкретные технические характеристики.
4. Проработать контрольные вопросы и защитить лабораторную работу.

Назначение и область применения станка

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6Н13ГЭ2 предназначен для обработки плоских и объемных деталей, изготовленных из стали, чугуна, цветных металлов и легких сплавов, таких изделий шаблоны, копии, ку-

лачки штампы, пресс-формы и т. д. Обработка производится цилиндрическими, концевыми, фасонными и угловыми фрезами.

Станок быстро переналаживается и может использоваться в серийном и индивидуальном производстве.

Техническая характеристика станка

Размеры рабочей поверхности стола (ширина х длина), мм	400×1600
Наибольшее перемещение стола, мм продольное	320
Поперечное	420
Наименьшее и наибольшее перемещение от торца шпинделя до поверхности стола, мм	420
Вылет шпинделя, мм	80
Поворот головки вправо и влево, град	±45
Число скоростей шпинделя	18
Пределы частот вращения шпинделя в минуту	31,5–1600
Пределы подач стола и пиноли по координатам в режиме программного управ- ления, мм/мин	0–600
при ускоренном перемещении	0–600
при ручном управлении	3–750
Перемещение стола и пиноли за один импульс (цена импульса), мм	0,025
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	7,5
Габариты станка (длина х ширина х высота), мм	2575×2180×2480
Масса станка, кг	4500

Основные узлы станка

Основные узлы станка представлены на рисунках 9, 10. Станина станка выполнена в виде литой чугунной колонны, в нижней части которой размещено электрооборудование, рукоятки пакетных переключателей (включение станка, охлаждение и изменение направления вращения шпинделя) выведены на левую сторону. Над шкафом с электрооборудованием располагается привод главного движения. Движение от электродвигателя типа А052-4Ф2 через упругопальцевую муфту передается на выходной вал коробки скоростей. Коробка скоростей множительной структуры, благодаря использованию двух трехвенцовых блоков шестерен и одного двухвенцового блока шестерен обеспечивает 18 скоростей на выходном валу, который через коническую и цилиндрическую прямозубую передачу передают на шпиндель 18 скоростей.

Панель управления приводом главного движения располагается также слева над пакетными переключателями и включает: рукоятку переключения скоростей шпинделя; лимб установки частоты вращения шпинделя; сигнальную лампу работы по программе; кнопку «Пуск шпинделя»; сигнальную лампу включения насоса гидросистемы; кнопки «Пуск» и «Стоп» гидравлической системы; кнопку «Стоп шпинделя»; кнопку импульсного включения шпинделя; выключатель освещения.

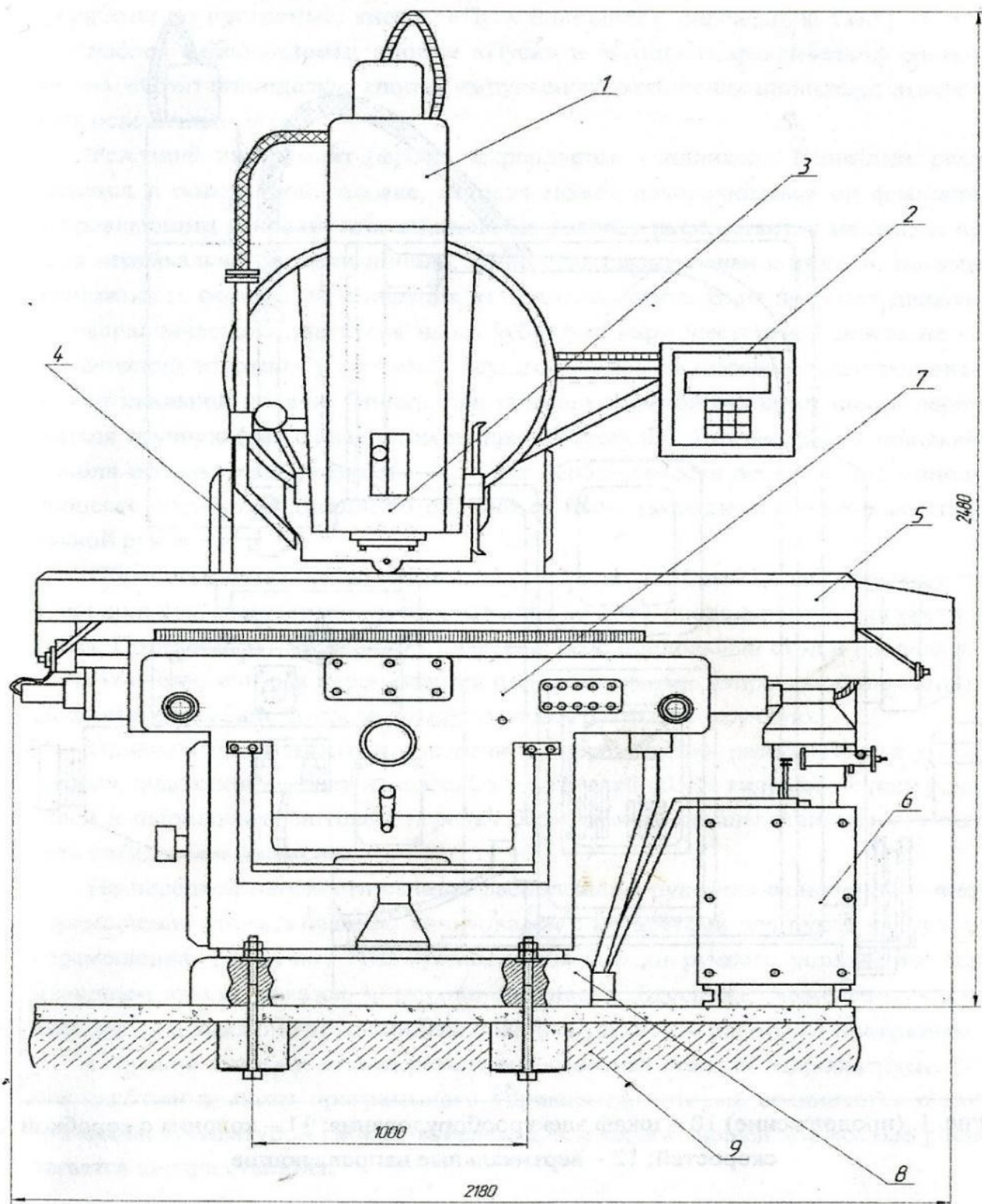


Рисунок 9 – Общий вид станка

1 – привод подачи пиноли шпинделя; 2 – система ЧПУ; 3 – шпиндельный узел; 4 – панель управления приводом главного движения; 5 – стол; 6 – гидростанция; 7 – консоль; 8 – плита; 9 – фундамент

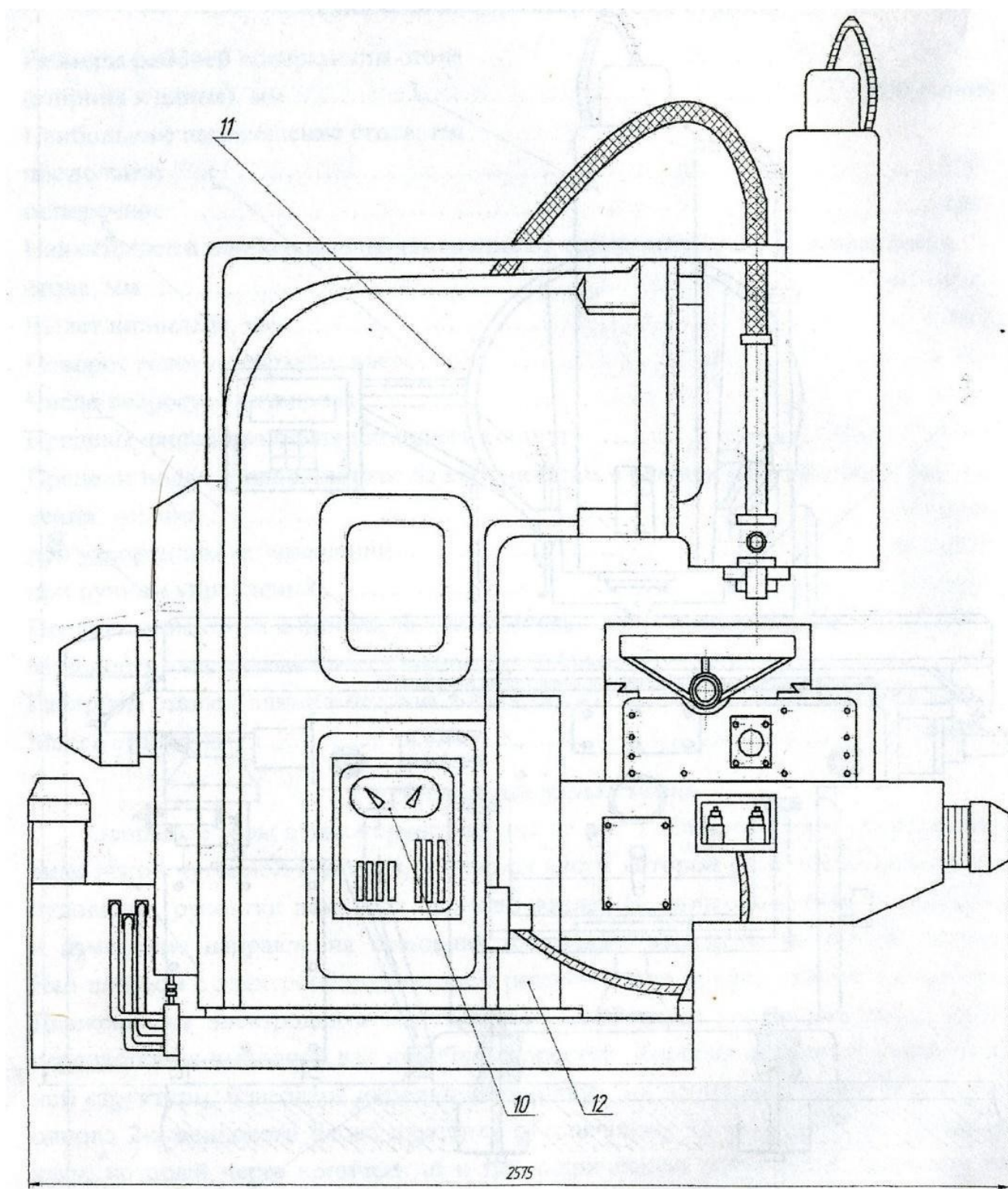


Рисунок 10 – Вид станка сбоку

10 – шкаф электрооборудования; 11 – колонна с коробкой скоростей;
12 – вертикальные направляющие.

Режущий инструмент (фреза) закрепляется в шпинделе. Шпиндель располагается в поворотной головке, которая может поворачиваться по фланцевым направляющим и крепится к станине. На головке располагается механизм привода вертикальной подачи пиноли. Шпиндель смонтирован в пиноли, имеющей

возможность осевого перемещения от ходового винта. Винт получает движение от гидравлического двигателя через зубчатую пару шестерен. Привод на гидравлический золотник управления осуществляется от шагового электродвигателя вертикальной подачи. Пиноль при помощи съемной рукоятки может перемещаться вручную (вал с квадратом на правой стороне). Для настройки положения пиноли используется указатель. Если нет необходимости использовать пиноль в процессе обработки детали, то она может быть закреплена с помощью специальной рукоятки.

Обрабатываемая деталь закреплена на столе, который может перемещаться в продольном и поперечном направлении за счет продольного и поперечного стола. Поперечный стол (салазки) несет на себе продольный стол и располагается на консоли, которая перемещается по вертикальным направляющим станины. Подъем и опускание консоли осуществляется рукояткой вручную.

Приводы продольного и поперечного перемещения располагаются в поперечных салазках и состоят из шаговых двигателей (ШД), гидравлических усилителей и шариковых винтовых передач. Все рабочие органы станка могут получать наладочные движения.

На передней плоскости салазок расположены рукоятки включения ручного перемещения стола и салазок, концы валов с квадратами для рукоятки ручного перемещения. На пульте ЧПУ установлены кнопки ручного управления перемещением стола, салазок и пиноли шпинделя. Здесь же размещены кнопки включения и выключения шпинделя и кнопка установки работы от программы. С правой стороны станка размещена насосная станция гидросистемы. Станок снабжен пультом программного управления, который соединяется с электрической аппаратурой гибким кабелем. Бак с охлаждающей жидкостью располагается внутри станины.

Органы управления устройством ЧПУ

Внешний вид устройства ЧПУ представлен на рисунке 11. Элементная база устройства смонтирована в металлическом корпусе, на лицевой панели устройства выведены органы управления и индикации.

Привод подач станка

В станке 6Н13ГЭ2 реализована шагово-импульсная система числового программного управления. Кинематическая схема привода одной координаты показана на рисунке 12.

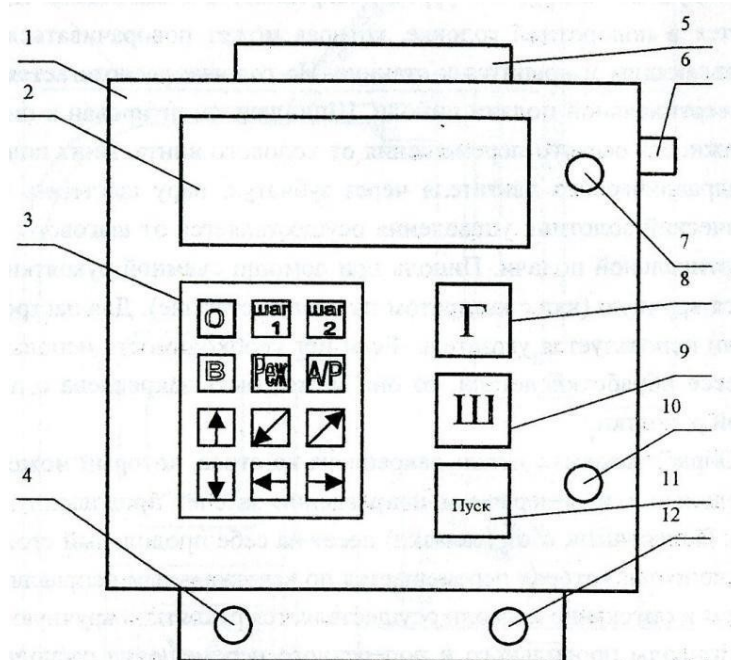


Рисунок 11 – Панель устройства ЧПУ:

1 – металлический корпус; 2 – трехстрочный индикатор перемещений рабочего органа и режимов работы; 3 – клавиатура для выбора режимов работы, ручного перемещения рабочего органа, задания значений перемещений, скорости и т. д.; 4 – тумблер включения устройства ЧПУ; 5 – разъем соединения со станком (приводы подачи); 6 – разъем питания устройства ЧПУ и информации от концевых выключателей по соответствующим координатам; 7 – блок мобильной памяти 64 Кбайта; 8 – кнопка включения/выключения гидростанции; 9 – кнопка включения/выключения шпинделя; 10 – ключ блокировки устройства ЧПУ; 11 – кнопка включения/выключения обработки в автоматическом режиме; 12 – плавкий предохранитель

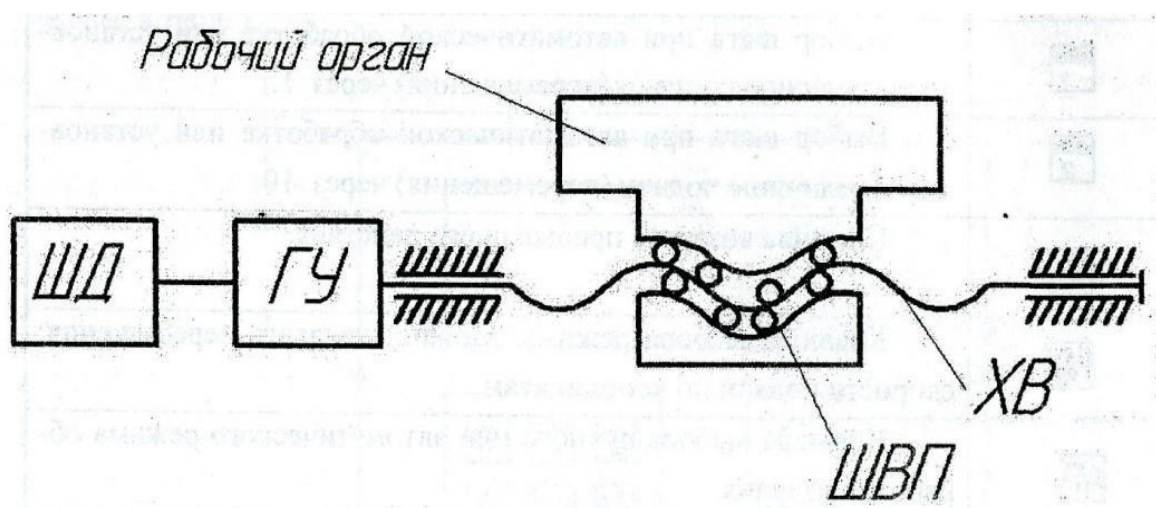


Рисунок 12 – Структура механизма подачи:

ШД – шаговый двигатель (ШД – 4, ШД – 5); ГУ – гидроусилитель;
ХВ – ходовой винт; ШВП – шариковая винтовая пара

Работа привода осуществляется следующим образом: при подаче элек-

трического импульса на статорные обмотки шагового двигателя ротор его по-

ворачивается на строго определенный угол (шаг). Величина шага определяется конструктивными особенностями шагового двигателя и составляет обычно $1,5 \div 3^\circ$. Поскольку вращающий момент шагового двигателя недостаточен для перемещения стола фрезерного станка, то между шаговым двигателем и ходовым винтом устанавливается гидроусилитель, задача которого состоит в том, чтобы увеличить вращающий момент шагового двигателя.

Выходной вал гидроусилителя связан с ходовым винтом. Таким образом, каждый электрический импульс, поступающий на статорные обмотки шагового двигателя, вызывает перемещение рабочего органа на величину $D = a \times S / 360^\circ$, где a – угол поворота ШД от одного импульса, град.; S – шаг ходового винта, мм; D – цена импульса, мм.

Для станка 6Н13ГЭ2 эта величина составляет 0,025 мм/импульс. Следовательно, величина перемещения будет определяться количеством импульсов, а скорость – их частотой. Рассмотрим элементы привода подач станка, составив предварительно уравнение кинематического баланса привода подач.

Шариковая винтовая пара (ШВП)

В станках с ЧПУ зазоры в кинематических цепях могут оказывать большое влияние на точность обработки. Для уменьшения зазоров между витками резьбы ходового винта и гайки в станках с ЧПУ применяют шариковые винтовые пары. Ходовой винт и гайка имеют совпадающие винтовые полукруглые канавки, которые образуют винтовую дорожку, заполненную стальными шариками. Шарик расположен по всей длине винтовой канавки и передает движение от винта к гайке. На гайке расположена трубка возврата, по которой шарик перекачивается от конца резьбы гайки к началу. В шарико-винтовой паре трение скольжения заменено трением качения. Это существенно повышает коэффициент полезного действия. Важным преимуществом ШВП по сравнению с обычной винтовой парой является возможность с высокой точностью регулировать зазор между гайкой и винтом, что позволяет создать безлюфтовое соединение.

Составление уравнения кинематического баланса привода главного движения

Составление УКБ производится обычным способом. Особенностью является то, что в каждой группе передач участвуют поочередно две или три кинематические пары. Поэтому первоочередной задачей при составлении УКБ является построение графика чисел оборотов по кинематической схеме (рисунок 13). При составлении УКБ в местах разветвлений передаточных отношений необходимо показать каждое из них.

$$\text{Р.П.: } n_{\text{эд}} \rightarrow n_{\text{шп}}$$

$$\text{УКБ: } n_{\text{эд}} \cdot \dots \cdot i_{\text{КС}} \cdot \dots = n_{\text{шп}}$$

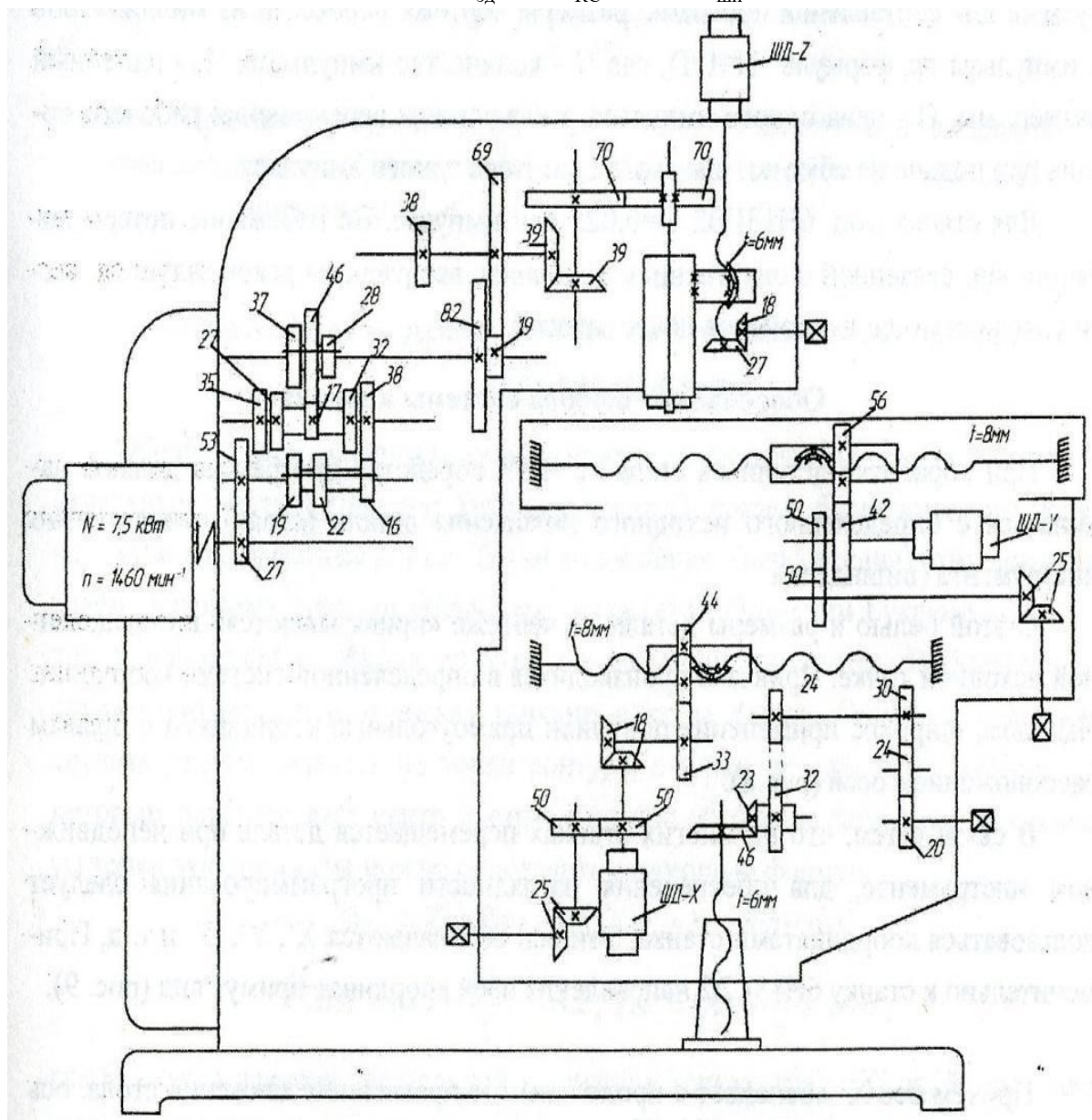


Рисунок 13 – Кинематическая схема

Ход выполнения работы

ВНИМАНИЕ!!! Включать станок в работу только в присутствии преподавателя:

- включить станок, включить правое вращение шпинделя
- стоп шпинделя
- левое вращение шпинделя;
- осуществить переключения в цепи главного движения (несколько различных частот);

ВНИМАНИЕ!!! Переключать частоты вращения шпинделя только при полностью остановленном шпинделе:

- осуществить переключения в цепи движения подачи (установить несколько различных подач, в том числе и увеличенных);
- осуществить движение подачи вручную, механически и ускоренно;
- сменить позицию резцедержателя;
- переместить заднюю бабку и пиноль;
- выключить станок;
- составить отчет (приложение 1).

Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения и основные технические характеристики станка.
2. Назовите органы управления станком.
3. Назовите основные узлы станка.
4. Опишите конструкцию и принцип действия шпиндельной бабки
5. Как осуществляется настройка станка на заданный размер по лимбам. Отложите по лимбам какой-либо размер с точностью до 0,1 и до 0,05 мм.
6. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь максимальной частоты вращения шпинделя.
7. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь минимальной частоты вращения шпинделя.
8. Составить график чисел оборотов шпинделя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Цель работы: получение практических умений и навыков в области конструктивных особенностей органов управления и узлов универсального вертикально-сверлильного станка 2А125, изучение его технических характеристик.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с технической характеристикой, назначением, компоновкой узлов станка.
2. Изучить конструктивные особенности узлов станка.
3. Составить отчет, сняв конкретные технические характеристики.
4. Проработать контрольные вопросы и защитить лабораторную работу.

Назначение и область применения станка

Универсальный вертикально-сверлильный станок 2А125 предназначен для сверления, зенкерования, развертывания отверстий и нарезания резьбы метчиками в условиях мелкосерийного производства.

Основные технические данные и характеристики

Максимальный диаметр сверления, мм	25
Максимальное усилие подачи, кГс	1200
Максимальный крутящий момент, кГс·см	3200
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	68–1100
Число ступеней вращения шпинделя	9
Диапазон скоростей подач, мм/об	0,12–1,6
Число ступеней скоростей подач	9
Конус шпинделя	Морзе № 3
Ход шпинделя, мм	225
Размеры рабочей поверхности стола, мм	350×400
Установочные перемещения стола, мм	300
Установочные перемещения шпиндельной бабки, мм	350

Устройство станка

На рисунке 14 представлен общий вид станка (справа и слева) с обозначением органов управления и основных узлов.

1. Рукоятки переключения скоростей служат для настройки главного движения на заданную частоту вращения шпинделя.

ВНИМАНИЕ!!! Переключение скоростей главного движения только при выключенном приводе главного движения.

2. Рукоятки переключения подач служат для настройки движения подачи на заданную скорость.

ВНИМАНИЕ!!! Подачи можно переключать при включенном приводе главного движения.

3. Рукоятка включения электродвигателя служит для включения привода главного движения (вращения шпинделя). Вниз правое вращение, вверх левое вращение.

4. Упоры автоматического реверса и выключения подачи служат для ограничения осевого перемещения пиноли (шпинделя) и переключения направления вращения шпинделя.

5. Штурвал служит для ручного перемещения пиноли (ручная подача).

6. Рукоятка подъема стола служит для установочного перемещения стола в вертикальной плоскости.

7. Насос подачи охлаждающей жидкости к инструменту и трубопровод.

8. Пиноль служит для осевого перемещения шпинделя (движение подачи).

9. Шпиндель служит для закрепления инструмента и сообщения ему главного движения (вращения).

10. Сетевой выключатель.

11. Квадрат подъема шпиндельной бабки служит для установочного перемещения шпиндельной бабки по направляющим колонны (стойки).

12. Стол служит для закрепления обрабатываемой заготовки или зажим- ного приспособления (тиски, поворотный стол, делительная головка).

13. Основание.

14. Шпиндельная бабка – внутри нее расположены коробка подач, тяговое устройство рейка-шестерня для осевого перемещения пиноли со шпинделем.

15. Коробка скоростей служит для изменения частоты вращения шпинделя.

16. Колонна (стойка).

17. Стакан включения-выключения механической подачи

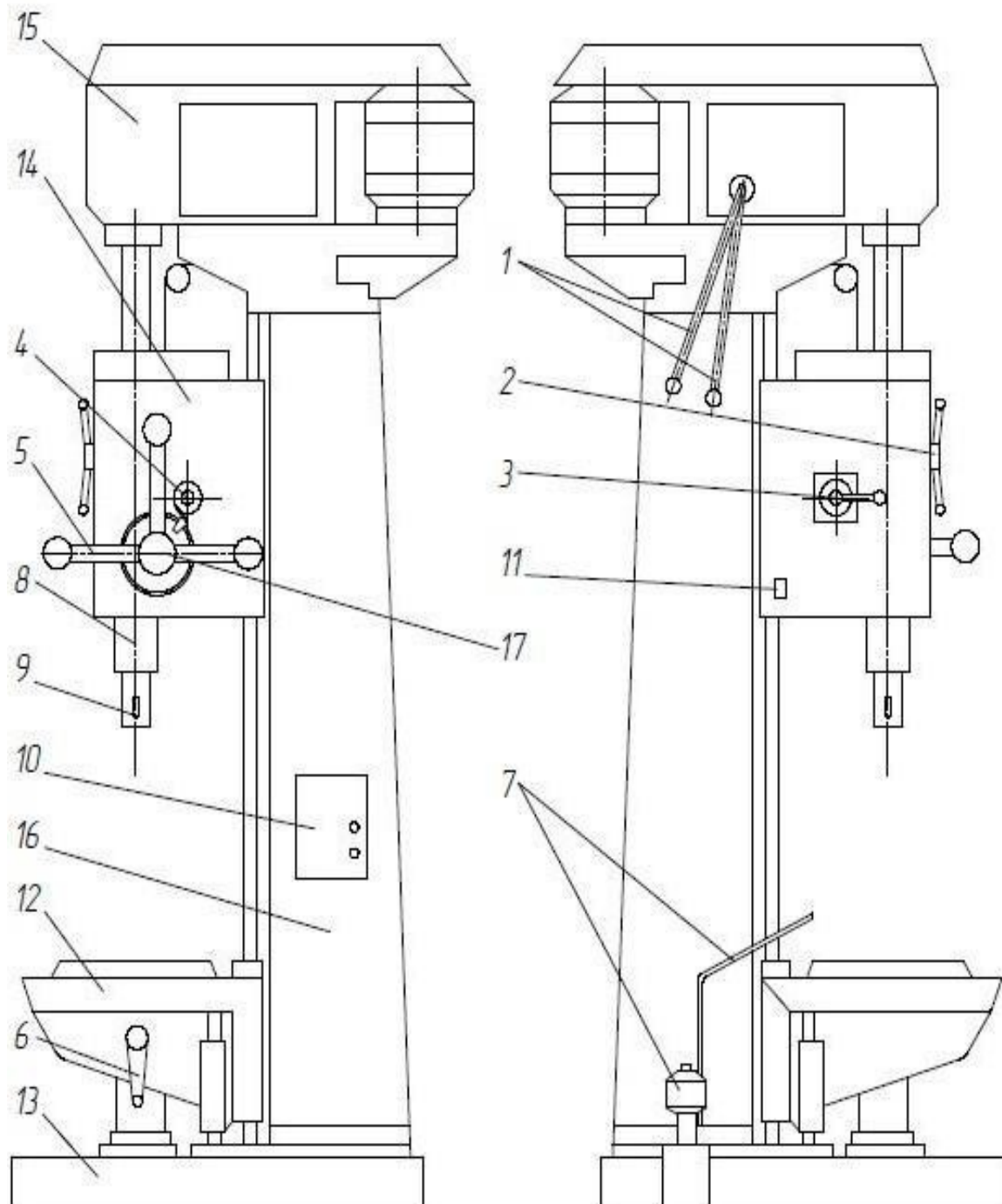


Рисунок 14 – Общий вид станка

Кинематика станка

Станок работает по методу формообразования «След». Данный метод требует два формообразующих движения: вращение сверла (инструмента) и его перемещение в осевом направлении относительно заготовки. В станке имеются два формообразующих движения:

1. Главное движение – вращение шпинделя с инструментом n (об/мин).

2. Движение подачи – вертикальное перемещение шпинделя s (мм/об).

Вспомогательными движениями в станке являются вертикальное перемещение стола, вертикальное перемещение шпиндельной бабки.

Кинематика станка образуется одной сложной кинематической группой (рисунок 15). Эта группа реализует два формообразующих движения n и s . Кинематическая схема станка представлена на рисунке 16.

Описание отдельных узлов станка Коробка скоростей

Коробка скоростей (рисунок 17) представляет собой чугунный корпус, в котором установлены валы, зубчатые колеса, механизм переключения. Вращение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу 2 передается на вал 3, далее через тройной блок зубчатых колес 4 на вал 5. Вал 5, таким образом, имеет три различных частоты вращения. С этого вала через колеса 7 на вал 6 и через ещё один тройной блок зубчатых колес 8 на пустотелый вал 9, который всего будет иметь девять различных частот вращения. Вал 9 посредством шлицев соединен со шпинделем станка (на рисунке не показан). Смазка коробки скоростей осуществляется от плунжерного насоса 10, который приводится в действие эксцентриком, установленном на валу 6. Настройка на требуемую частоту вращения шпинделя осуществляется с помощью двух тройных блоков 4 и 8. Таким образом, шпиндель может вращаться с девятью разными частотами вращения.

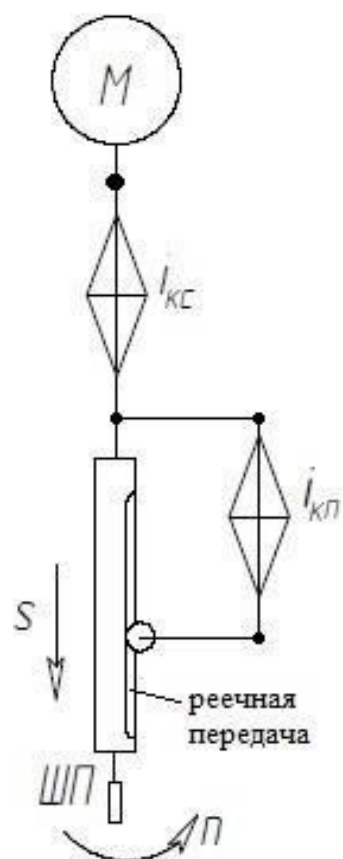


Рисунок 15 – Кинематическая структура

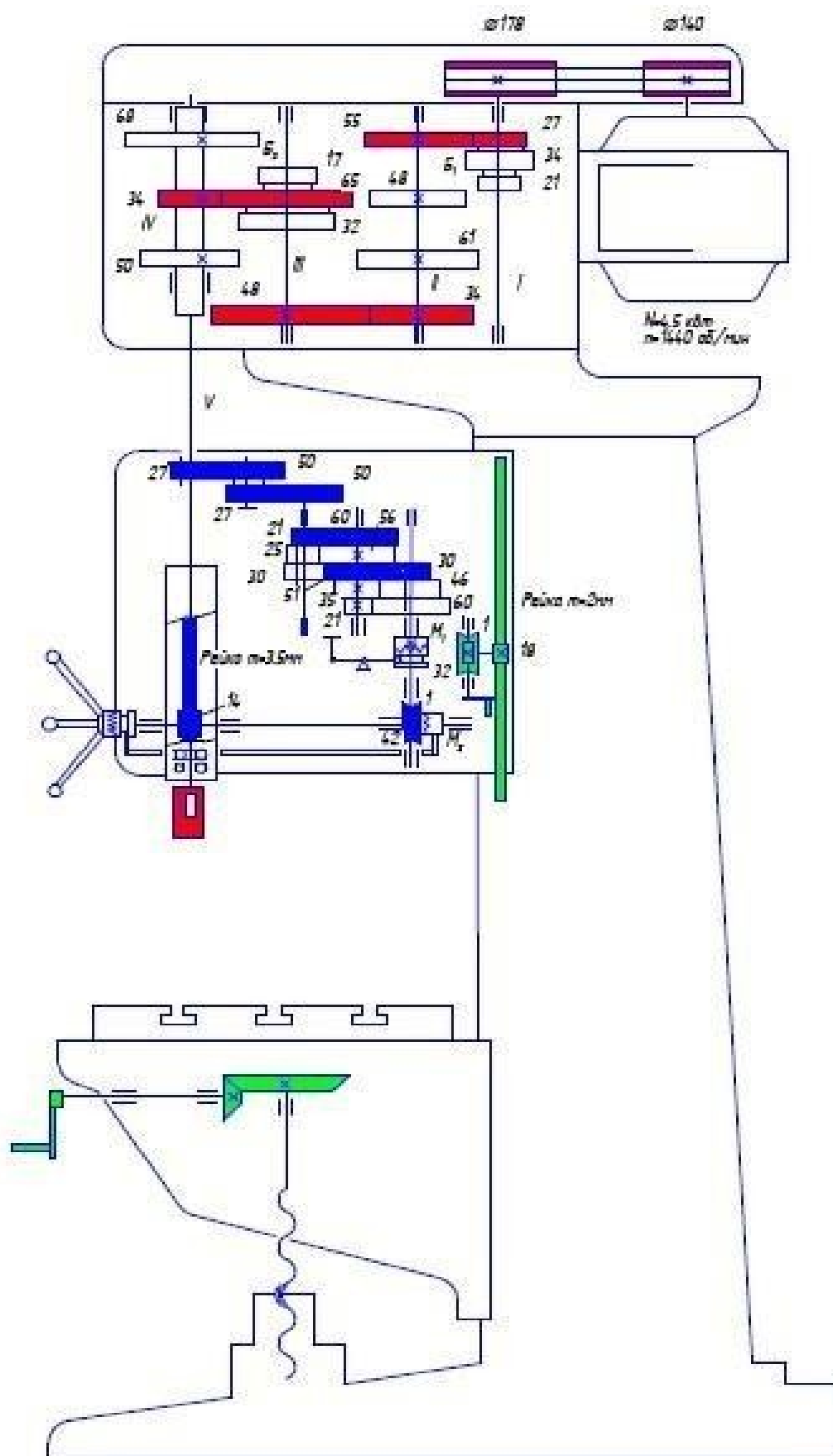


Рисунок 16 – Кинематическая схема станка

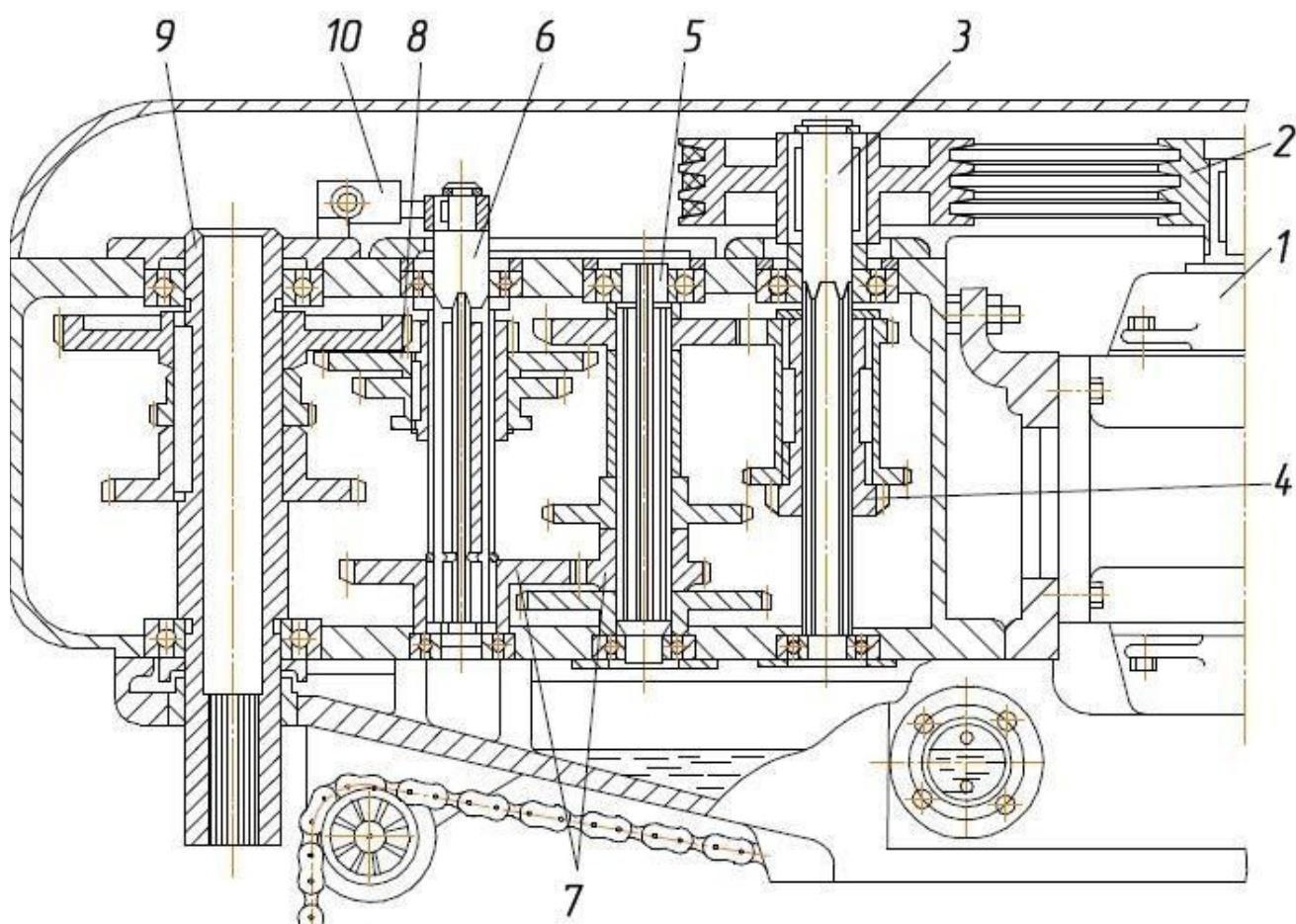


Рисунок 17 – Коробка скоростей

Коробка подач

Коробка подач (рисунок 18) расположена в шпиндельной бабке. Движение в коробку подач передается со шпинделя (на рисунке не показан) на блок зубчатых колес 1, установленный на оси 2. Далее вращение через колесо 3 передается на пустотелый вал 4, внутри которого находится вытяжная шпонка 15. С вала 4 через одну из трех шестерен 18 вращение передается на вал 12 и далее через одно из четырех зубчатых колес 13, вал 12, вытяжную шпонку 8, одно из трех колес 10, на вал 11, который соединен с механизмом подачи (на рисунке не показан).

Настройка на требуемую подачу осуществляется при помощи двух вытяжных шпонок 8 и 15. Настройка осуществляется следующим образом. При перемещении штока 14 вдоль его оси вместе с ним перемещается вытяжная шпонка 15.

Головка этой шпонки, поджатая пружиной 17, проходит через прорезь «б» вала 4 и входит в зацепление со шпоночным пазом одной из шестерен 18 и передает крутящий момент от вала на шестерню. Аналогичным образом работает и второй механизм со шпонкой 8. Перемещение штоков 14 и 7 осуществляется от рукояток 2, расположенных на передней стенке шпиндельной бабки. Таким образом, выходной вал коробки подач 11 может вращаться с девятью различными частотами.

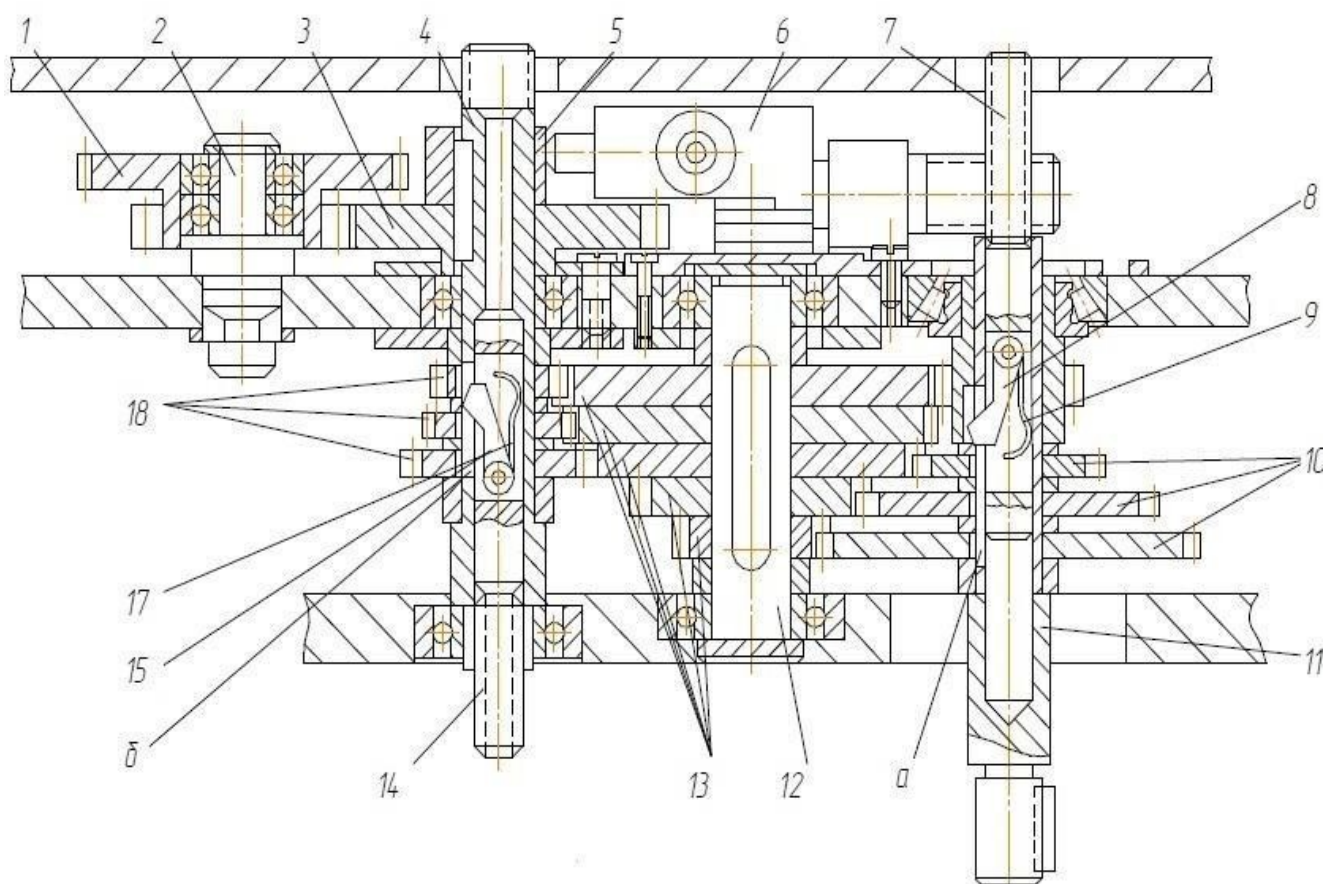


Рисунок 18 – Коробка подач

Механизм подачи

Механизм подачи (рисунок 19) расположен в корпусе шпиндельной бабки. Данный механизм служит для сообщения движения подачи (вертикальное перемещение шпинделя). Вертикальное перемещение шпинделя может осуществляться вручную и с приводом от коробки подач.

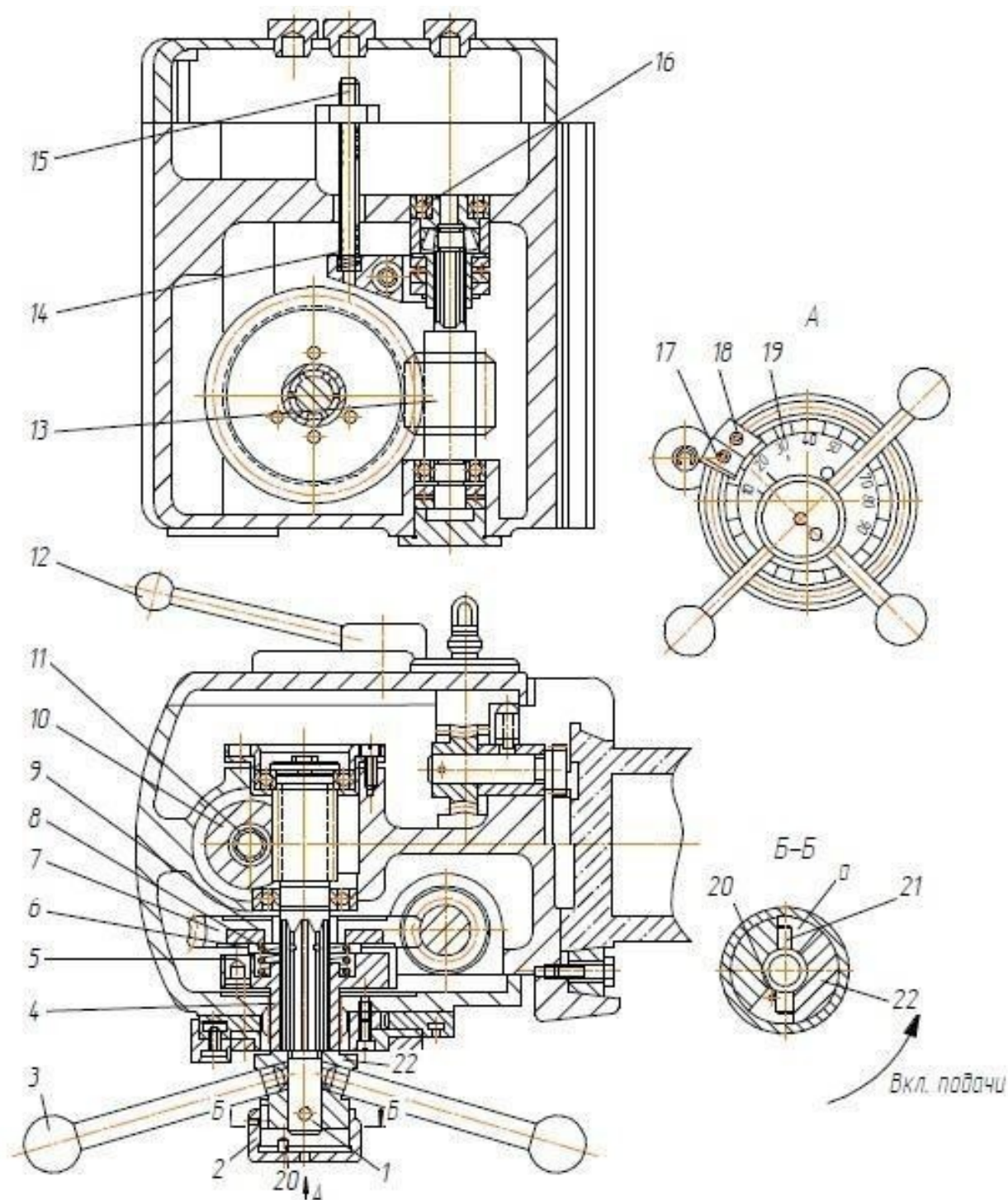


Рисунок 19 – Механизм подачи

Ручное перемещение

Ручное перемещение осуществляется при вдвинутом стакане 2, при этом штифт 20 входит в прорезь между зубцовой полумуфтой 22 и штифтом 21 (см. сечение Б-Б). При вращении штурвала 3 начинает вращаться зубчатая полумуфта 22. После поворота, примерно на 5–8 градусов, эта полумуфта входит в контакт со штифтом 20 и штифтом 21, который вставлен в шлицевой вал-шестерню 1. Далее вращение с реечной шестерни передается на рейку пиноли 10, с помощью которой осуществляется вертикальное перемещение шпинделя.

Перемещение от коробки подач (механическая подача рисунок 19)

Главное движение должно быть включено. Перемещение от коробки подач осуществляется при выдвинутом стакане 2, при этом штифт 20 выходит из прорези между зубцовой полумуфтой 22 и штифтом 21 (см. сечение Б-Б). Включение механической подачи осуществляется вращением штурвала 3 на себя. При вращении штурвала на себя, поворачивается соединенная с ним полумуфта 22 приблизительно на 20 градусов относительно вала-шестерни 1 и упирается в штифт 21.

При этом зубья полумуфты 22 встают против зубьев полумуфты 4 и перемещают ее к червячному колесу 7. На нижнем торце червячного колеса и на верхнем торце полумуфты 4 имеются храповые диски, которые при этом входят в зацепление. Вращение от коробки подач через предохранительную муфту передается на червяк 13 и далее на червячное колесо 7. Червячное колесо через храповые диски передает вращение полумуфте 4, которая через шлицевое соединение вращает вал-шестерню 1 и перемещает пиноль 10, с помощью, которой осуществляется вертикальное перемещение шпинделя.

Включение подачи осуществляется в следующей последовательности:

- вручную штурвалом переместить пиноль в крайнее верхнее положение;
- задать частоту вращения шпинделя и включить его (например, 630 об/мин);
- задать подачу (например, 0,62 мм/об);
- выдвинуть стакан позиция 17 (рис. 1) в крайнее положение «на себя»;
- повернуть на себя штурвал позиция 5 (рисунок 14) на угол примерно 20 градусов.

Выключение подачи осуществляется поворотом штурвала от себя. При этом зубья полумуфты 22 соскакивают с зубьев полумуфты 4, последняя, под действием пружины 8 отходит от червячного колеса, храповые диски расходятся, кинематическая цепь разрывается, и подача прекращается.

Настройка станка

Настройка станка на требуемую частоту вращения шпинделя осуществляется по заданной скорости резания при помощи коробки скоростей. Требуемая частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_{\text{шп}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где $n_{\text{шп}}$ – частота вращения шпинделя, об/мин; V – заданная скорость резания, м/мин; D – диаметр сверла, мм.

Уравнение настройки кинематической цепи вращения шпинделя в общем виде записывается:

$$n_{\text{шп}} = 0,38 \cdot n_{\text{эл}} \cdot i,$$

где $n_{\text{шп}}$ – требуемая частота вращения шпинделя (об/мин); $n_{\text{эл}}$ – частота вращения электродвигателя (об/мин); i – передаточное отношение коробки скоростей.

$$n_{\text{шп. min}} = 0,38 \cdot n_{\text{эл}} \cdot i_{\text{min}},$$

где $n_{\text{шп. min}}$ – минимальная частота вращения шпинделя (об/мин); $i_{\text{min}} = i_{\text{min1}} \cdot i_{\text{min2}}$ – минимальное передаточное отношение коробки скоростей; $i_{\text{min1}} = z_{\text{min}}/z_{\text{max}}$ – минимальное передаточное отношение между 3 и 5 валами коробки скоростей (рис. 4); $i_{\text{min2}} = z_{\text{min}}/z_{\text{max}}$ – минимальное передаточное отношение между 6 и 9 валами коробки скоростей.

$$n_{\text{шп. max}} = 0,38 \cdot n_{\text{эл}} \cdot i_{\text{max}},$$

где $n_{\text{шп. max}}$ – максимальная частота вращения шпинделя (об/мин); $i_{\text{max}} = i_{\text{max1}} \cdot i_{\text{max2}}$ – максимальное передаточное отношение коробки скоростей; $i_{\text{max1}} = z_{\text{max}}/z_{\text{min}}$ – максимальное передаточное отношение между 3 и 5 валами коробки скоростей; $i_{\text{max2}} = z_{\text{max}}/z_{\text{min}}$ – максимальное передаточное отношение между 8 и 9 валами коробки скоростей.

Настройка станка на требуемую подачу осуществляется при помощи коробки подач. Уравнение настройки кинематической цепи на требуемую подачу в общем виде записывается:

$$S = 1_{\text{об.входного вала}} \cdot 0,016 \cdot i \cdot h \text{ (мм/об)},$$

где S – требуемая подача (мм/об); i – передаточное отношение коробки подач; $h = 36$ мм – ход зубчато-реечной передачи в цепи подачи.

Минимальная подача определяется по формуле:

$$S_{\text{min}} = 0,576 \cdot i_{\text{min}},$$

где $i_{\text{min}} = i_{\text{min1}} \cdot i_{\text{min2}}$ – минимальное передаточное отношение коробки подач; $i_{\text{min1}} = z_{\text{min}}/z_{\text{max}}$ – минимальное передаточное отношение между 4 и 12 валами коробки подач; $i_{\text{min2}} = z_{\text{min}}/z_{\text{max}}$ – минимальное передаточное отношение между 12 и 11 валами коробки скоростей.

Максимальная подача определяется из выражения:

$$S_{\text{max}} = 0,576 \cdot i_{\text{max}},$$

где $i_{\max} = i_{\max1} \cdot i_{\max2}$ – максимальное передаточное отношение коробки передач; $i_{\max1} = z_{\max}/z_{\min}$ – максимальное передаточное отношение между 4 и 12 валами коробки передач; $i_{\max2} = z_{\max}/z_{\min}$ – максимальное передаточное отношение между 12 и 11 валами коробки передач.

Настройка станка на заданную глубину сверления осуществляется по лимбу 19 при помощи кулачков 17 и 18 (см. рисунок 19). Настройка станка на габаритные размеры обрабатываемой заготовки производится перемещением стола или перемещением шпиндельной бабки по направляющим колонны.

Ход выполнения работы

- ознакомиться с описанием лабораторной работы;
- визуально на станке определить основные узлы и органы управления, упоминающиеся в описании;
- включить станок, включить правое вращение шпинделя – стоп шпинделя – левое вращение шпинделя;

ВНИМАНИЕ!!! Включать станок в работу только в присутствии преподавателя:

- осуществить переключения в цепи главного движения (несколько различных частот);

ВНИМАНИЕ!!! Переключать частоты вращения шпинделя только при полностью остановленном шпинделе:

- осуществить движение подачи вручную;
- включить механическую подачу и осуществить переключение для нескольких разных значений подач;
- выключить станок;
- составить отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения и основные технические характеристики.
2. Назовите органы управления станком и их назначение.
3. Назовите основные узлы станка и их назначение.
4. Покажите по кинематической схеме цепь главного движения и цепь подачи.
5. Вспомогательные движения в станке и их назначение.
6. Опишите конструкцию и принцип действия коробки скоростей.
7. Опишите конструкцию и принцип действия коробки передач.
8. Опишите конструкцию и принцип действия механизма подачи.
9. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь

максималь- ной частоты вращения шпинделя.

10. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь минималь- ной частоты вращения шпинделя.

11. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь максималь- ной подачи.

12. Покажите по кинематической схеме кинематическую цепь минималь- ной подачи.

13. Покажите по кинематической схеме кинематические цепи вспомога- тельных движений.

14. Построить график чисел оборотов шпинделя.