

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАНКОВ**

Методические указания по выполнению курсового проекта  
для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Витебск  
2018

УДК 621.9(07)

Составители:

Н. В. Путеев, А. А. Угольников, Р. В. Окунев, А. Л. Климентьев

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 3 от 30.03.2018.

**Конструирование и расчет станков** : методические указания по выполнению курсового проекта / сост. Н. В. Путеев [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 42 с.

Методические указания являются руководством по выполнению курсового проекта по учебной дисциплине «Конструирование и расчет станков». Определяют задачи курсового проектирования и тематику проектов, объем и содержание графической части и пояснительной записки курсового проекта, содержат общие требования, предъявляемые к курсовому проекту и материалы по выполнению разделов курсового проекта, а также примеры оформления и вариантов конструкции механизмов. Предназначены для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

УДК 621.9(07)

© УО «ВГТУ», 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	6
2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ .....	6
3 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА .....	7
4 СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	9
5 ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ.....	10
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА .....	11
7 РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ, СХЕМ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	12
8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК .....	12
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА.....	15
9.1 Привод главного движения.....	13
9.2 Привод подачи .....	14
9.3 Расчет валов.....	14
9.4 Расчет шпинделей на жесткость.....	15
9.5 Расчет зубчатых колес.....	15
9.6 Расчет подшипников .....	15
9.7 Расчет механизмов управления.....	16
9.8 Компоновка узла.....	16
10 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СПРОЕКТИРОВАННЫХ УЗЛОВ .....	16
11 АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ .....	17
12 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
ЛИТЕРАТУРА .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ .....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ССЫЛКИ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ .....	40

## 1 ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основной задачей курсового проектирования является развитие у студентов навыков практического использования знаний, приобретенных при изучении курсов «Металлорежущие станки», «Конструирование и расчет станков», а также смежных специальных и общетехнических дисциплин для решения конкретных инженерных задач: самостоятельной разработки конструкции узлов металлорежущих станков, выполнения необходимых при проектировании расчетов, проверок и анализа полученных результатов.

## 2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Основным направлением тематики курсового проекта является разработка конструкции одного из основных узлов станка, например, шпиндельной бабки с коробкой скоростей, коробки подач, механизма сложных формообразующих движений, автооператора и т. п. с обязательной привязкой к сопряженным узлам станка, а также разработка проекта модернизации станка применительно к конкретным производственным требованиям.

Возможно выполнение курсового проекта на основе конкретного технического задания, выданного предприятием, на котором проходил практику или работает студент. Техническое задание, выданное предприятием, рассматривается руководителем курсового проектирования. В случае его соответствия требованиям учебного процесса студенту выдается задание на курсовое проектирование, которое утверждается установленным образом. Также может быть утверждена тема исследовательского характера.

Задачами курсового проектирования могут являться:

- улучшение динамических характеристик основных узлов станка;
- автоматизация цикла работы универсального станка;
- разработка системы автоматического управления режимами резания;
- разработка устройства автоматического контроля;
- разработка устройств автоматического транспортирования, загрузки заготовок и выгрузки обработанных изделий;
- разработка дополнительного устройства к станку, расширяющего его технологические возможности;

– применение в конструкции станка новейших достижений науки и техники.

---

**ВНИМАНИЕ!!! Тема курсового проекта выбирается последовательно по приложениям А, Б, В.**

---

*Пример выбора.* По последним двум цифрам номера зачетной книжки (предположим, номер зачетной книжки 11021, следовательно – 21) определяем по приложению А, что заданием является проектирование коробки подач сверлильного станка со структурной формулой  $Z_6 Z_3 Z_1$ , знаменателем прогрессии 1,12, диаметром обработки 35 мм по чугуну или бронзе. Далее в приложении Б по номеру своего варианта 21 и последней цифре года, в котором выдано задание (например, 2018, следовательно – 8), выбираем вариант индивидуальных условий проектирования 2П. По приложению В согласно варианту условий 2П определяем:

- включение передач – на двух блоках – муфтами, третий – передвижной;
- механизм переключения – грибкового типа;
- привод подач – от шпинделя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт – гайка; червяк – колесо – колесо – рейка соответственно типу станка по аналогу);
- положение включения – на максимальную частоту вращения.

---

**ВНИМАНИЕ!!! Курсовой проект, выполненный не по своему заданию или с отклонением от задания, К ЗАЩИТЕ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ!**

---

### **3 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

Графическая часть проекта выполняется:

- студентами **очной формы обучения** в 3D-графике, приоритетно использование современных систем автоматизированного проектирования, в частности Autodesk Inventor, в объеме эквивалентном двум листам формата А1 (597×841) и должна включать в себя общий вид коробки с системой управления переключением передач;

- студентами **заочной формы обучения**, как правило, в 2D-графике на двух-трех листах формата А1 (597×841) и должна включать в себя:

- разрез (развертку) узла;
- разрезы механизмов управления;
- общий вид проектируемого узла с указанием компоновки (например, валов);
- другие виды и разрезы согласно заданию.

Силовые и кинематические схемы приводятся в пояснительной записке. При проектировании можно использовать средства автоматизированного проектирования. Приоритетно использование САПР Autodesk Inventor.

Все неразрабатываемые узлы заимствуются из чертежей станков, для которых проектируется узел, и изображаются тонкими линиями без излишних подробностей, за исключением крепежных и присоединительных элементов.

Чертежи узлов, разрабатываемых в процессе выполнения курсового проекта, должны содержать необходимое число проекций, разрезов, разверток, сечений, дающих полное представление о конструкции узла, включая органы управления, систему смазки и защиты.

Все нормализованные элементы (подшипники качения, муфты и др.) должны быть изображены в разрезах, дающих полное представление об их конструкции, способе монтажа и контроля.

На чертежах узлов должны быть проставлены габаритные, посадочные с указанием посадок, межосевые и линейные размеры, необходимые для сборки узла (с указанием допусков, как для всех межосевых размеров, так и для одной – двух цепочек линейных размеров) и его контроля.

Технические требования размещают над основной надписью. Указывают наиболее важные, определяющие точностные и эксплуатационные качества, указания по выполнению сборки и регулировок, смазки основных элементов.

Основные надписи на чертежах должны выполняться по ГОСТ 2.104–68.

Пример заполнения основной надписи.

					КиРС.11021.ДО.21—8—2П КП			
					Коробка подач сверлильного станка			
Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Иванов				ВГТУ, гр. 4ТМ-20			
Руковод.	Петров							
Конс.	Васечкин							
Конс.	Беляев							
Н.контр.	Сидоров							
Зав.каф.	Орлов							

В обозначении: КиРС – наименование учебной дисциплины; 11021 – номер зачетки студента; ДО – дневная форма обучения; 21–8–2П – вариант задания; КП – обозначение «курсовой проект».

Один из узлов, представляющий собой законченную сборку, должен быть снабжен спецификацией (спецификациями), размещаемой в приложении расчетно-пояснительной записки.

При размещении органов управления необходимо учитывать вопросы эргономики [3, С. 214; 1, С. 481; ГОСТ 12.2.049–80].

Конструкция в целом должна удовлетворять требованиям техники безопасности и технической эстетики. Мотивы выбора тех или иных решений должны быть освещены в пояснительной записке.

Чертежи узлов выполняются, как правило, в масштабе 1:1. Общий вид узла (станка) выполняется в масштабе, позволяющем разместить все необходимые проекции не более чем на одном листе формата А1.

Для сохранения указанного объема графической части курсового проекта по согласованию с руководителем в задание может быть включено только часть её элементов. Некоторые из них, например, схемы, могут быть перенесены в пояснительную записку.

В процессе работы над графической частью рекомендуется предварительно разрабатывать эскизные решения средствами САПР на ЭВМ и согласовывать их с руководителями.

При оформлении элементов конструкции рекомендуется пользоваться пособиями [2, 4, 9, 14]. Все детали и элементы, на которые имеется ГОСТ или нормали (фланцы, уплотнения и т. п.), должны выполняться в соответствии с ГОСТ и нормами.

На сайте кафедры ТиОМП ([tiomp.vstu.by](http://tiomp.vstu.by)) и системе дистанционного образования УО ВГТУ ([sdo.vstu.by](http://sdo.vstu.by)) размещены методические материалы и приведены некоторые примеры выполнения проектов. В приложении Е приведен список рекомендуемых методических разработок и указаны QR-коды, содержащие ссылки на них и на примеры проектов.

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

В состав пояснительной записки могут входить не все указанные ниже разделы. При составлении задания по согласованию с руководителем могут быть исключены те или иные разделы записки и заменены на другие по содержанию разделы.

Каждый раздел записки должен иметь заголовок и начинаться с новой страницы. Разделы нумеруют арабскими цифрами с точкой. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. При использовании формул, коэффициентов, рекомендаций и других данных надо ссылаться на источник, указывая номер формулы (страницы, таблицу и т. п.). В тексте не допускается сокращение слов, обозначений,

единиц измерений, если они употребляются без цифр. Объем записки не менее 30 страниц формата А4.

Рекомендуется следующий план записки:

Титульный лист (см. приложение Г).

Задание.

Содержание.

Введение.

Название и назначение станка, для которого проектируется узел.

Служебное назначение проектируемого узла.

Технологический процесс обработки типовой детали на станке, для которого предназначен узел.

Обоснование необходимости разработки принятого варианта конструкции.

Выбор инструментов и режимов резания.

Расчет сил резания.

Определение исходных данных для расчета проектируемого узла (диапазон регулирования, передаваемые усилия и т. д.).

Кинематический расчет проектируемого узла.

Расчет деталей проектируемого узла (на точность, жесткость и др.).

Определение усилий на органах управления.

Описание конструкции спроектированного узла (кратко).

Анализ технико-экономической эффективности (кратко излагаются преимущества спроектированного узла по сравнению с существующими вариантами).

Литература.

Приложение: спецификация и пр.

---

**Студенты дневной формы обучения расчеты конструкции выполняют средствами системы автоматизированного проектирования (например, Autodesk Inventor)!**

---

## **5 ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ**

Выбор припуска на обработку, зависящего от метода изготовления заготовки (отливка или поковка), производится по соответствующему стандарту. Удаляется припуск за один черновой и один чистовой проход. Анализируются применительно к заданным параметрам недостатки станка или узла аналогичного типа и размера, выпускаемого промышленностью, и



формулируются преимущества предлагаемого варианта [3, С. 83–85; 1, С. 479–436; 6, С. 11–12].

Рассматриваются возможные варианты методов образования поверхностей детали, для обработки которой предназначен станок, варианты компоновки узла. Выбирается оптимальный (рациональный) вариант [1, 3, 6, 12, 7].

Обоснование конструкторских решений должно охватывать весь комплекс определяющих вопросов, например, кинематической схемы узла и органов управления; применение конструкционных материалов; использование стандартных деталей; удобство эксплуатации; сокращение количества деталей и эксплуатационных расходов; обеспечение точности обрабатываемой детали и т. п.

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

В данном разделе определяются пределы частот вращения или скоростей главного рабочего движения, пределы подач, скорости быстрых ходов и прочее.

При определении верхнего предела частоты вращения следует учитывать, что максимально используемая частота нередко ограничивается условиями работы передач привода и шпиндельных подшипников. В тех случаях, когда расчетный верхний предел частоты вращения оказывается очень высоким, оптимальный верхний предел может быть назначен преподавателем или обоснован расчетом в записке, а в разделе 10 указываются причины этих действий.

Наибольшие и наименьшие частоты вращения шпинделя определяются по формулам

$$n_{\max} = \frac{1000 \cdot V_{\max}}{\pi \cdot d_{\min}}, \text{ об/мин};$$
$$n_{\min} = \frac{1000 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot d_{\max}}, \text{ об/мин},$$

где  $V_{\max}$  и  $V_{\min}$  – предельные скорости резания в м/мин (предпочтительно принимать  $V_{\max}$  для чистовых работ,  $V_{\min}$  для черновых работ по [7]);  $d_{\max}$  и  $d_{\min}$  – предельные диаметры обрабатываемых заготовок или режущего инструмента, в мм.

Размер режущего инструмента определяется по предельной ширине [7] или диаметру обрабатываемой поверхности.

Необходимые данные для кинематического расчета коробок подач определяются аналогично после определения частоты вращения выходного вала (реечного колеса или ходового винта)

$$n_{\min} = \frac{S_{\min}}{\pi \cdot m_p \cdot z_p} = \frac{S_{\min}}{P_{x.в}}, \text{ об/мин};$$
$$n_{\max} = \frac{S_{\max}}{\pi \cdot m_p \cdot z_p} = \frac{S_{\max}}{P_{x.в}}, \text{ об/мин},$$

где  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$  – предельные значения подач в мм/мин (предпочтительно принимать  $S_{\min}$  для чистовых работ,  $S_{\max}$  для черновых работ по [7]); если значение подачи  $S_{об}$  известно в мм/об, можно предварительно определить подачу  $S_{\min}$  в мм/мин по известной формуле  $S_{\min} = n \cdot S_{об}$ , причем  $n$  находят по скорости резания для известного диаметра обработки (или инструмента);  $m_p$  и  $z_p$  – модуль и число зубьев реечного колеса (принимается по аналогии с параметрами тяговых механизмов станков-прототипов);  $P_{xв}$  – шаг ходового винта станка-прототипа, мм.

---

**ВНИМАНИЕ!!!** Для целей курсового проектирования при заданных структурной формуле и коэффициенте геометрической прогрессии необходимо выбирать только одно значение параметров  $n$ ,  $S$  – минимальное или максимальное, так как второе определится через структурную формулу и коэффициент геометрической прогрессии.

---

При этом нужно учитывать, что:

- при токарной обработке принимается черновая обработка твердосплавным инструментом, что означает выбор  $n$ ,  $S$  минимальными;
- при фрезерной обработке принимается черновое фрезерование торцевой или цилиндрической фрезой с твердосплавными режущими элементами, что также означает выбор  $n$ ,  $S$  минимальными;
- при сверлении допускается обработка быстрорежущим или твердосплавным инструментом в зависимости от диаметра сверления в сплошном материале и свойств материала, что означает выбор  $n$ ,  $S$  минимальными.

## **7 РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ, СХЕМ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Разработка кинематических схем коробок скоростей и подач ведется в соответствии с общей методикой, изложенной в [1, 3, 6, 12].

В результате кинематического расчета определяются частоты вращения, передаточные отношения зубчатых и ременных передач, а также числа зубьев колес, которые можно определять с помощью таблицы [3, С. 102]. Числа оборотов, соответствующие знаменателю ряда  $\phi$ , могут не соответствовать нормали станкостроения ОСТ 2 НП–I–72 [1, С. 341], в таком случае принимаются расчетные.

В состав данного раздела, кроме структурной сетки и графика чисел оборотов (подач), должна входить также проверка допустимости отклонений фактических величин чисел оборотов (подач) от их расчетных значений [1, С. 340; 2, С. 98]. Согласно ГОСТ 8032–84 числа оборотов ряда должны отклоняться от табличных значений не более чем на  $\pm 10(\phi - 1)\%$ . При значительных отклонениях необходимо предложить способы достижения нормативных значений. Допускается применять на одном блоке шестерни с разными модулями. Частоту вращения асинхронного электродвигателя нужно принимать для расчета фактическую, а не синхронную [8]. При этом учитывается, что у маломощных двигателей падение частоты вращения под нагрузкой больше. Также необходимо руководствоваться ограничением [13, С. 102] на передаточное отношение  $0,25 \leq i \leq 2$ , что особенно важно при больших значениях знаменателя прогрессии и характеристики, т. е. применение в блоке  $i = 1$  может привести к невыполнению ограничения в остальных передачах.

Действительные частоты вращения (или подачи) определяются с учетом выбранных чисел зубьев зубчатых колес, но не по расчетным передаточным числам. Все расчеты целесообразно представить в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Отклонения действительных значений частот вращения (подач) от расчетных

№ ступени	Частота вращения, об/мин (подача, мм/мин)		Отклонения	
	Действительное значение, $n_d (S_d)$	Расчетное значение, $n_p (S_p)$	абсолютное, $\Delta n = n_d - n_p$ ; $\Delta S = S_d - S_p$	относительное, $\Delta n/n_p, \%$ ; $\Delta S/S_p, \%$

При построении кинематической схемы необходимо стремиться к уменьшению осевых размеров проектируемой коробки, что достигается рациональным расположением зубчатых колес. Часто ошибка студентов заключается в том, что значение расстояния между неподвижными зубчатыми колесами на валах принимается недостаточным для размещения передвижного колеса между двумя соседними. Нужно следить, чтобы зубья передвижного колеса начали входить в зацепление только после того, как полностью выйдут из зацепления зубья колеса этого же блока [1, С. 347]. Большее зубчатое колесо на выходном валу

располагают ближе к переднему концу шпинделя, что повышает жесткость шпиндельного узла на кручение.

Одновременно с разработкой кинематической схемы разрабатываются схемы механизмов управления [1, С. 376, 404; 3, С. 84; 14, С. 172–190], а также средства автоматической смазки зубчатых колес и подшипников и пр.

В процессе разработки схем мотивируется выбор принятого варианта решения по каждой из разрабатываемых схем.

## 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК

В данном разделе определяются силы, приложенные к рабочим органам, возникающие как под действием постоянных (силы резания, веса, трения и др.), так и переменных (в период разгона и торможения) нагрузок [1, С. 344, 378; 3, С. 108; 6, С. 191, 241; 12, С. 55; 7; 13, С. 106]. Все расчеты сопровождаются расчетными схемами.

При определении наибольших расчетных нагрузок, приложенных к деталям станка, можно ограничиться нахождением сил резания, возникающих при выполнении черновых операций [7], приведя соображения, обосновывающие выбор данного варианта.

При этом необходимо четко уяснить, каким образом нагружены при резании детали коробок скоростей и подач.

Так, при токарной обработке составляющие  $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$  силы резания направлены в трех взаимоперпендикулярных направлениях и воздействуют на различные узлы станка. Сила  $P_z$  действует в направлении скорости главного движения и необходима для расчета мощности привода главного движения. Сила  $P_y$  направлена по радиусу главного вращательного движения резания и принимается за основу для расчета прочности и жесткости суппорта станка и параметров нагружения шпинделя, необходима для расчета мощности привода для осуществления поперечной подачи на станке. Сила  $P_x$  действует параллельно оси главного вращательного движения резания и определяет прочность и жесткость механизма подачи станка, и необходима для расчета мощности привода для осуществления продольной подачи на станке.

Поскольку мощность привода подачи зависит от сочетания тягового усилия и скорости минутной подачи, то для определения мощности привода подач необходимо определить ряд значений тягового усилия при различных режимах, а соответственно и скоростях минутной подачи: малых, средних и больших.

При расчете тягового усилия размеры подвижных рабочих органов принимаются по аналогии со станками соответствующего типа и размера, выпускаемыми промышленностью.

## **9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА**

### **9.1 Привод главного движения**

При проектировании узлов в основу расчета принимаются данные, полученные при определении режимов резания, а не по мощности принятого для установки двигателя.

В ряде случаев мощность выбранного электродвигателя оказывается больше мощности, необходимой по условиям эксплуатации, особенно в нижней части ряда частот вращения шпинделя. Поэтому допускается в качестве расчетной частоты вращения принимать не наименьшую, а соответствующую верхней ступени нижней четверти (трети) диапазона [1, С. 378; 3, С. 109; 6, С. 195]. В этом случае принимаются соответственно уменьшенные диаметры инструмента или заготовок, частоты вращения, режимы резания (глубина, подача).

В тех случаях, когда привод подач получает движение от привода главного движения, обычно учитывается и мощность, затрачиваемая на подачу. В процессе выполнения учебного проекта, посвященного разработке привода главного движения, мощность, затрачиваемую на подачу, можно принимать в пределах до (7–10) % от мощности главного движения.

Пределы подач устанавливаются на основе справочных данных [7]. При выполнении расчетов, относящихся к данному разделу, скорости резания, моменты на валах и эффективную мощность можно определять, как на основе формул теории резания, так и на основе табличных данных. Припуски на обработку принимаются так, чтобы за один черновой и один чистовой проход удалить припуск на отливку (поковку).

Для определения мощности холостого хода необходимо наличие ряда данных – среднего диаметра валов, моментов, диаметров шкивов и т. д. – которые могут быть установлены только в процессе разработки конструкции. Отсюда процесс расчета и конструирования является взаимопроникающим; вначале устанавливаются предположительно все необходимые данные, затем определяется мощность холостого хода, производится расчет зубчатых колес, разрабатывается эскизный проект узла и устанавливаются размеры валов, производится проверка валов на жесткость и, в случае необходимости, корректируется эскизный проект, при этом может оказаться необходимым внесение изменений в размеры

зубчатых колес. По окончании разработки конструкции уточняется величина мощности холостого хода, которая должна учитывать усилия, затрачиваемые на преодоление инерционных нагрузок во всем проектируемом узле без приложения нагрузки, и выявляется необходимость корректирования расчета [13, С. 104; 2, С. 57].

Расчет элементов приводов станков производится в основном по формулам и в соответствии с методикой, принятой в курсе деталей машин [4, 10]. Однако расчет некоторых деталей имеет специфические особенности, связанные с условиями их работы в станках [11]. К числу таких деталей относятся валы, зубчатые колеса и подшипники.

## **9.2 Привод подачи**

Определение исходных расчетных нагрузок для приводов подачи имеет свои особенности для станков различного типа. В условиях курсового проектирования можно вести расчет по наибольшему тяговому усилию, на основе которого определяются с учетом КПД моменты, силы, приложенные к отдельным звеньям привода [1, С. 402; 3, С. 108; 12, С. 59].

Мощность привода подачи определяется на основе установленных ранее нескольких значений тяговых усилий и минутных подач, соответствующих условиям определения этих тяговых усилий, причем из ряда полученных значений принимается наибольшее.

## **9.3 Расчет валов**

Характерной особенностью валов коробок скоростей и подачи является большое расстояние между опорами, что приводит к большому искривлению упругой линии вала, нарушению контакта зубчатых колес, сидящих на валах, и ухудшению работы подшипников. Поэтому при проверке валов на жесткость необходимо определить взаимный угол их наклона на участках расположения зубчатых колес, а при роликовых подшипниках – угол наклона валов в подшипниках [3, С. 110]. Также необходимо учитывать, что расчет диаметров валов с отверстиями проводится по формулам, отличным от формул для расчета сплошных валов.

При повышенных требованиях к жесткости валов станков, их размеры, полученные из условия расчета на прочность, можно предварительно увеличивать в 1,4–1,7 раза.

---

**Студенты дневной формы обучения анализ напряжений выполняют средствами системы автоматизированного проектирования (например, Autodesk Inventor) и сравнивают с нормативными значениями с последующим выводом о соответствии!**

---

#### **9.4 Расчет шпинделей на жесткость**

Расчет шпинделей на жесткость производится по методике, изложенной в [3, С. 110; 6, С. 225; 11, Т.2, С. 87; 12, С. 201; 13, С. 177]. Учитывается осадка опор, жесткость опор качения [12, С. 183; 11, Т. 2, С. 212; 2]. Полученная величина прогиба конца шпинделя оценивается с точки зрения ее допустимости для станков точности Н [13, С. 136].

#### **9.5 Расчет зубчатых колес**

Расчет зубчатых колес ведется обычно на выносливость (усталость) поверхностных слоев по контактным напряжениям и проверяется по напряжениям изгиба. Характерной особенностью работы зубчатых колес станков является изменение в широком диапазоне, как передаваемой мощности, так и частоты их вращения, что находит свое отражение в определении динамического коэффициента [3, С. 110; 13, С. 46].

#### **9.6 Расчет подшипников**

Расчет подшипников производится с учетом коэффициента динамичности [1, С. 450; 3, С. 116]. Точность подшипников шпинделя определяется [6, С. 215; 12, С. 182; 13, С. 184] из условия допустимого биения конца шпинделя. В качестве допустимого биения можно принять биение режущего многолезвийного инструмента малого диаметра по соответствующему ГОСТ, а для токарных станков 0,3 соответствующего допуска на изделие. Схемы установки подшипников принимать со станков-прототипов или по литературным источникам [1, 2, 3, 5, 6, 11, 12, 13] согласно типовым решениям.

## 9.7 Расчет механизмов управления

При проектировании механизмов управления подлежат расчету величины ходов (углов поворота) и размеры элементов привода (вилки, скалок, барабана, перфорированных дисков и т. д.). Примеры механизмов переключения даны в приложении Д.

Результат расчета и проектирования отражается также тактограммой переключения, на ней выделяется позиция, в которой вычерчена коробка.

Определение сил, приложенных на рукоятках или тяговых органах других средств управления (гидравлических, электрических) [6, С. 84, 206; 1, С. 376], производится с учетом всех сопротивлений перемещению в момент поворота рукоятки или движения других тяговых органов. Силы сопротивления определяются не методом учета КПД, а расчетом фактических сил с учетом массы перемещаемых деталей, необходимости поворота колес при несовпадении зуба и впадины соединяемых зубчатых колес и проч. с последующим их приведением к расчетному звену (рукоятке, поршню и т. д.). Расчет сопровождается соответствующими расчетными схемами. Приложенная к рукоятке сила не должна превышать предельное значение 40 Н.

## 9.8 Компоновка узла

После выполнения всех расчетов и вычерчивания развертки коробки необходимо выполнить пространственную компоновку валов и механизма управления. При этом указать размеры с допусками, полностью определяющими взаимное расположение деталей в спроектированном узле.

## 10 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СПРОЕКТИРОВАННЫХ УЗЛОВ

В данном разделе обосновываются конструктивные решения с точки зрения их соответствия служебному назначению, надежности, удобству обслуживания, технологичности, ремонтпригодности; описываются методы регулировки при первоначальной сборке и по мере износа; описываются органы управления и дается их оценка в соответствии с требованиями эргономики, технической эстетики и техники безопасности; определяется тип смазочной системы. Выявляются отрицательные стороны



спроектированной коробки, зависящие от заданной структурной формулы привода, и предлагаются пути их устранения.

## **11 АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Любое усовершенствование станка и создание нового специального станка имеют своей конечной целью получение определенного технико-экономического эффекта.

Подробно вопросы анализа экономической эффективности изучаются в соответствующих курсах. В данном разделе кратко приводятся основные преимущества спроектированного узла перед существующими вариантами по показателям простоты, удобства сборки и обслуживания, удовлетворения требованиям по необходимой точности обработки и со стороны технологии.

## **12 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключении кратко формулируются результаты проектирования и приводятся рекомендации относительно возможного использования материалов проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Металлорежущие станки : учеб. пособие для студ. вузов / Н. С. Колев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1980. – 500 с.
2. Перель, Л. Я. Подшипники качения : Расчет, проектирование и обслуживание опор : справочник / Л. Я. Перель. – Москва : Машиностроение, 1983. – 543 с.
3. Металлорежущие станки и автоматы : учебник для студ. вузов / под ред. А. С. Проникова. – Москва : Машиностроение, 1983. – 736 с.
4. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев. – Москва : Машиностроение, 1982. – 736 с.
5. Кузнецов, М. М. Проектирование автоматизированного производственного оборудования : учеб. пособие для студ. машиностроит. спец. вузов / М. М. Кузнецов, Б. А. Усов, В. С. Стародубов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 283 с.
6. Металлорежущие станки : учебник для машиностроительных вузов / под ред. В. Э. Пуша. – Москва : Машиностроение, 1985. – 576 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 1985. – 656 с.
8. Справочник по электротехническим машинам / под ред. И. П. Копылова. – Москва : Энергоиздат, 1989. – 524 с.
9. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для студ. Вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – Москва : Высш. шк., 2001. – 447 с.
10. Решетов, Д. Н. Детали машин : учебник для студ. машиностроит. спец. вузов / Д. Н. Решетов. – Москва : Машиностроение, 1989. – 496 с.
11. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2 т. Т. 2 / под ред. Д. Н. Решетова. – Москва : Машиностроение, 1992. – 620 с.
12. Пуш, В. Э. Конструирование металлорежущих станков / В. Э. Пуш. – Москва : Машиностроение, 1977. – 392 с.
13. Кочергин, А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов машиностроит спец. / А. И. Корчегин. – Минск : Высш. шк., 1991. – 381 с.
14. Атлас конструкций узлов и деталей машин : учеб. пособие / Б. А. Байков [и др.]; под ред. О. А. Ряховского. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 384 с.
15. Зубченко, А. С. Марочник сталей и сплавов / А. С. Зубченко. – Москва : Машиностроение, 2001. – 672 с.
16. Тарзиманов, Г. А. Проектирование металлорежущих станков / Г. А. Тарзиманов. – Москва : Машиностроение, 1980. – 288 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Таблица А.1 – Варианты индивидуальных заданий на курсовое проектирование

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробки передач
					материал	наибольший размер	
1	2	3	4	5	6	7	8
01	12	1,26	$2_6 2_1 3_2$	продольно-фрезерный	сталь, чугун	B400	вертикальная левая скоростей
02	12	1,26	$2_6 3_2 2_1$	-“-	сталь	B350	вертикальная правая скоростей
03	24	1,06	$2_{12} 3_4 4_1$	горизонтально-фрезерный	-“-	-“-	подач
04	24	1,06	$2_{12} 4_3 3_1$	-“-	-“-	B400	-“-
05	16	1,12	$2_8 4_1 2_4$	-“-	-“-	B320	скоростей
06	18	1,12	$2_9 3_1 3_3$	токарный	-“-	Ø360	подач
07	16	1,12	$2_4 4_1 2_8$	-“-	-“-	-“-	скоростей
08	24	1,06	$2_{12} 4_1 3_4$	сверлильный	сталь, чугун	Ø15	-“-
09	12	1,26	$2_2 2_1 3_4$	-“-	-“-	Ø20	-“-
10	16	1,12	$4_4 2_2 2_1$	-“-	-“-	Ø25	-“-

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	16	1,12	2 <sub>8</sub> 2 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub>	-“-	-“-	-“-	подач
12	12	1,26	3 <sub>1</sub> 2 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub>	токарный	сталь	Ø400	-“-
13	18	1,06	3 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub>	токарный	сталь	Ø400	скоростей
14	18	1,06	3 <sub>1</sub> 2 <sub>9</sub> 3 <sub>3</sub>	-“-	сталь, чугун	Ø300	подач
15	18	1,12	2 <sub>1</sub> 3 <sub>2</sub> 3 <sub>6</sub>	-“-	-“-	-“-	скоростей
16	24	1,06	4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 3 <sub>8</sub>	-“-	-“-	Ø360	подач
17	12	1,26	3 <sub>2</sub> 2 <sub>6</sub> 2 <sub>1</sub>	продольно- фрезерный	-“-	B200	горизонтальная правая скоростей
18	12	1,12	3 <sub>4</sub> 2 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	-“-	чугун	B200	-“-
19	24	1,06	2 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 3 <sub>8</sub>	токарный	чугун, бронза	Ø420	подач
20	12	1,12	3 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub>	сверлильный	-“-	Ø30	скоростей
21	18	1,12	3 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	-“-	-“-	Ø35	подач
22	24	1,12	4 <sub>1</sub> 2 <sub>4</sub> 3 <sub>8</sub>	горизонтально- фрезерный	-“-	B240	-“-
23	12	1,26	2 <sub>1</sub> 3 <sub>4</sub> 2 <sub>2</sub>	продольно- фрезерный	-“-	-“-	горизонтальная левая скоростей

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
24	16	1,12	2 <sub>2</sub> 4 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub>	-“-	чугун, сталь	-“-	-“-
25	12	1,26	2 <sub>1</sub> 3 <sub>2</sub> 2 <sub>6</sub>	-“-	-“-	B300	вертикальная левая скоростей
26	12	1,26	2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>6</sub>	-“-	-“-	-“-	-“-
27	16	1,12	2 <sub>4</sub> 2 <sub>8</sub> 4 <sub>1</sub>	-“-	чугун, бронза	-“-	горизонтальная правая скоростей
28	24	1,12	4 <sub>2</sub> 3 <sub>8</sub> 2 <sub>1</sub>	токарный	чугун, бронза	Ø300	подач
29	16	1,12	4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>8</sub>	-“-	-“-	-“-	-“-
30	24	1,12	3 <sub>8</sub> 4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	сверлильный	-“-	Ø15	-“-
31	24	1,06	2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 4 <sub>6</sub>	-“-	чугун, сталь	Ø18	-“-
32	18	1,12	2 <sub>1</sub> 3 <sub>6</sub> 3 <sub>2</sub>	-“-	-“-	Ø20	-“-
33	12	1,26	2 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	продольно- фрезерный	-“-	B240	вертикальная правая скоростей
34	16	1,41	4 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub>	-“-	-“-	B400	-“-
35	24	1,06	4 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub>	токарный	-“-	Ø400	подач
36	16	1,26	2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 4 <sub>4</sub>	-“-	сталь	-“-	-“-

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
37	12	1,26	2 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub>	продольно-фрезерный	-"-	B260	вертикальная левая скоростей
38	18	1,12	2 <sub>9</sub> 3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	горизонтально-фрезерный	-"-	-"-	скоростей
39	24	1,06	3 <sub>8</sub> 2 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub>	-"-	сталь, чугун	-"-	подач
40	12	1,26	2 <sub>3</sub> 2 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub>	-"-	-"-	B160	скоростей
41	18	1,06	2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 3 <sub>6</sub>	токарный	сталь, чугун	Ø420	подач
42	16	1,26	2 <sub>1</sub> 4 <sub>4</sub> 2 <sub>2</sub>	-"-	-"-	-"-	скоростей
43	24	1,06	3 <sub>1</sub> 4 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub>	-"-	-"-	Ø180	-"-
44	16	1,12	4 <sub>1</sub> 2 <sub>8</sub> 2 <sub>4</sub>	токарный	сталь	Ø220	скоростей
45	24	1,06	4 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub> 3 <sub>4</sub>	-"-	-"-	-"-	подач
46	18	1,12	3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>9</sub>	-"-	-"-	-"-	скоростей
47	24	1,06	3 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub>	-"-	чугун	Ø200	-"-
48	18	1,12	2 <sub>3</sub> 3 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub>	-"-	-"-	-"-	-"-
49	16	1,12	2 <sub>8</sub> 2 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub>	сверлильный	-"-	Ø32	-"-

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
50	16	1,12	4 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub>	-“-	-“-	-“-	подач
51	24	1,06	3 <sub>4</sub> 2 <sub>12</sub> 4 <sub>1</sub>	горизонтально-фрезерный	-“-	B240	-“-
52	24	1,06	3 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub>	-“-	сталь	-“-	скоростей
53	18	1,26	3 <sub>6</sub> 3 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	-“-	-“-	B140	-“-
54	24	1,12	3 <sub>6</sub> 3 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	-“-	сталь, чугун	-“-	подач
55	24	1,12	2 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub> 3 <sub>8</sub>	-“-	-“-	B180	-“-
56	18	1,06	3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>9</sub>	-“-	-“-	-“-	скоростей
57	16	1,26	2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 4 <sub>4</sub>	-“-	-“-	B200	-“-
58	16	1,12	2 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub> 2 <sub>8</sub>	продольно-фрезерный	-“-	-“-	горизонтальная левая скоростей
59	18	1,12	3 <sub>1</sub> 3 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub>	-“-	чугун	-“-	-“-
60	12	1,41	3 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>6</sub>	-“-	-“-	-“-	вертикальная левая скоростей
61	24	1,06	2 <sub>4</sub> 3 <sub>8</sub> 4 <sub>1</sub>	сверлильный	чугун	Ø28	подач
62	16	1,41	4 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub>	-“-	-“-	-“-	скоростей

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
63	18	1,12	2 <sub>9</sub> 3 <sub>1</sub> 3 <sub>3</sub>	-“-	чугун, сталь	-“-	подач
64	16	1,12	4 <sub>2</sub> 2 <sub>8</sub> 2 <sub>1</sub>	горизонтально- фрезерный	сталь	B300	скоростей
65	24	1,06	4 <sub>1</sub> 3 <sub>8</sub> 2 <sub>4</sub>	-“-	-“-	-“-	подач
66	12	1,26	3 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub>	продольно- фрезерный	чугун, сталь	B320	вертикальная правая скоростей
67	24	1,12	3 <sub>8</sub> 2 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub>	-“-	-“-	-“-	горизонтальная правая скоростей
68	24	1,06	3 <sub>1</sub> 4 <sub>3</sub> 2 <sub>12</sub>	-“-	-“-	B360	-“-
69	24	1,12	3 <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub> 4 <sub>6</sub>	-“-	-“-	-“-	горизонтальная левая скоростей
70	18	1,26	3 <sub>1</sub> 2 <sub>3</sub> 3 <sub>6</sub>	-“-	чугун	B400	-“-
71	16	1,06	2 <sub>1</sub> 2 <sub>8</sub> 4 <sub>2</sub>	-“-	-“-	-“-	вертикальная левая скоростей
72	16	1,41	2 <sub>1</sub> 4 <sub>4</sub> 2 <sub>2</sub>	-“-	-“-	-“-	-“-
73	18	1,12	3 <sub>1</sub> 2 <sub>9</sub> 3 <sub>3</sub>	-“-	-“-	B280	вертикальная правая скоростей
74	16	1,26	2 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 4 <sub>4</sub>	-“-	-“-	-“-	вертикальная левая скоростей
75	24	1,06	4 <sub>3</sub> 2 <sub>12</sub> 3 <sub>1</sub>	горизонтально- фрезерный	чугун	-“-	подач



Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
76	24	1,12	3 <sub>8</sub> 4 <sub>1</sub> 2 <sub>4</sub>	горизонтально-фрезерный	чугун, сталь	B150	подач
77	24	1,06	3 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub> 4 <sub>3</sub>	токарный	-"-	Ø250	-"-
78	18	1,12	3 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	-"-	-"-	Ø360	-"-
79	24	1,12	2 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 3 <sub>8</sub>	-"-	-"-	Ø400	скоростей
80	18	1,12	3 <sub>3</sub> 2 <sub>9</sub> 3 <sub>1</sub>	-"-	-"-	-"-	-"-
81	18	1,26	3 <sub>2</sub> 3 <sub>6</sub> 2 <sub>1</sub>	-"-	-"-	Ø300	-"-
82	16	1,12	2 <sub>8</sub> 4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	продольно-фрезерный	-"-	B350	горизонтальная левая скоростей
83	12	1,12	2 <sub>2</sub> 3 <sub>4</sub> 2 <sub>1</sub>	-"-	-"-	-"-	-"-
84	18	1,12	3 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 3 <sub>6</sub>	-"-	чугун	-"-	горизонтальная правая скоростей
85	12	1,41	2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 3 <sub>4</sub>	-"-	-"-	B300	-"-
86	12	1,26	2 <sub>1</sub> 2 <sub>6</sub> 3 <sub>2</sub>	-"-	-"-	-"-	вертикальная правая скоростей
87	24	1,06	4 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub>	сверлильный	-"-	Ø15	подач
88	24	1,12	2 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 4 <sub>6</sub>	-"-	-"-	-"-	скоростей

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
89	18	1,06	3 <sub>6</sub> 2 <sub>1</sub> 3 <sub>2</sub>	-“-	Сталь	-“-	подач
90	16	1,12	2 <sub>1</sub> 2 <sub>2</sub> 4 <sub>4</sub>	продольно-фрезерный	сталь	B200	вертикальная левая скоростей
91	18	1,06	3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub> 2 <sub>9</sub>	токарный	сталь	Ø420	скоростей
92	16	1,12	2 <sub>1</sub> 4 <sub>2</sub> 2 <sub>8</sub>	продольно-фрезерный	сталь	B180	вертикальная правая скоростей
93	18	1,12	3 <sub>1</sub> 3 <sub>6</sub> 2 <sub>3</sub>	-“-	-“-	-“-	горизонтальная правая скоростей
94	16	1,12	2 <sub>8</sub> 4 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub>	-“-	чугун	-“-	-“-
95	18	1,06	2 <sub>9</sub> 3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	-“-	-“-	B400	горизонтальная левая скоростей
96	24	1,12	2 <sub>3</sub> 4 <sub>6</sub> 3 <sub>1</sub>	токарный	-“-	Ø400	скоростей
97	24	1,06	3 <sub>4</sub> 4 <sub>1</sub> 2 <sub>12</sub>	токарный	сталь	Ø380	-“-
98	8	1,41	2 <sub>2</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>4</sub>	продольно-фрезерный	-“-	B400	вертикальная правая скоростей
99	27	1,06	3 <sub>9</sub> 3 <sub>3</sub> 3 <sub>1</sub>	токарный	-“-	Ø400	подач
100	27	1,12	3 <sub>9</sub> 3 <sub>1</sub> 3 <sub>3</sub>	-“-	-“-	-“-	скоростей

Примечание. В графе 7 обозначение B – ширина фрезерования, Ø – диаметр заготовки или инструмента

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Таблица Б.1 – Варианты индивидуальных условий проектирования

Номер варианта	Последняя цифра года выдачи задания				
	0 или 5	1 или 6	2 или 7	3 или 8	4 или 9
1	2	3	4	5	6
01	1С	2С	3С	4С	5С
02	2С	3С	4С	5С	1С
03	1П	2П	3П	4П	5П
04	2П	3П	4П	5П	1П
05	3С	4С	5С	1С	2С
06	3П	4П	5П	1П	2П
07	4С	5С	1С	2С	3С
08	5С	1С	2С	3С	4С
09	1С	2С	3С	4С	5С
10	2С	3С	4С	5С	1С
11	4П	5П	1П	2П	3П
12	5П	1П	2П	3П	4П
13	3С	4С	5С	1С	2С
14	1П	2П	3П	4П	5П
15	4С	5С	1С	2С	3С
16	2П	3П	4П	5П	1П
17	5С	1С	2С	3С	4С
18	1С	2С	3С	4С	5С
19	3П	4П	5П	1П	2П
20	2С	3С	4С	5С	1С
21	4П	5П	1П	2П	3П
22	5П	1П	2П	3П	4П
23	3С	4С	5С	1С	2С
24	4С	5С	1С	2С	3С
25	5С	1С	2С	3С	4С
26	1С	2С	3С	4С	5С
27	2С	3С	4С	5С	1С
28	1П	2П	3П	4П	5П
29	2П	3П	4П	5П	1П
30	3П	4П	5П	1П	2П
31	4П	5П	1П	2П	3П
32	5П	1П	2П	3П	4П
33	3С	4С	5С	1С	2С
34	4С	5С	1С	2С	3С

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
35	1П	2П	3П	4П	5П
36	2П	3П	4П	5П	1П
37	5С	1С	2С	3С	4С
38	1С	2С	3С	4С	5С
39	3П	4П	5П	1П	2П
40	2С	3С	4С	5С	1С
41	4П	5П	1П	2П	3П
42	3С	4С	5С	1С	2С
43	4С	5С	1С	2С	3С
44	5С	1С	2С	3С	4С
45	5П	1П	2П	3П	4П
46	1С	2С	3С	4С	5С
47	2С	3С	4С	5С	1С
48	3С	4С	5С	1С	2С
49	1П	2П	3П	4П	5П
50	2П	3П	4П	5П	1П
51	3П	4П	5П	1П	2П
52	4С	5С	1С	2С	3С
53	5С	1С	2С	3С	4С
54	4П	5П	1П	2П	3П
55	5П	1П	2П	3П	4П
56	1С	2С	3С	4С	5С
57	2С	3С	4С	5С	1С
58	3С	4С	5С	1С	2С
59	4С	5С	1С	2С	3С
60	5С	1С	2С	3С	4С
61	1П	2П	3П	4П	5П
62	1С	2С	3С	4С	5С
63	2П	3П	4П	5П	1П
64	2С	3С	4С	5С	1С
65	3П	4П	5П	1П	2П
66	3С	4С	5С	1С	2С
67	4С	5С	1С	2С	3С
68	5С	1С	2С	3С	4С
69	1С	2С	3С	4С	5С
70	2С	3С	4С	5С	1С
71	3С	4С	5С	1С	2С
72	4С	5С	1С	2С	3С
73	5С	1С	2С	3С	4С

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
74	1С	2С	3С	4С	5С
75	4П	5П	1П	2П	3П
76	5П	1П	2П	3П	4П
77	1П	2П	3П	4П	5П
78	2П	3П	4П	5П	1П
79	2С	3С	4С	5С	1С
80	3С	4С	5С	1С	2С
81	4С	5С	1С	2С	3С
82	5С	1С	2С	3С	4С
83	1С	2С	3С	4С	5С
84	2С	3С	4С	5С	1С
85	3С	4С	5С	1С	2С
86	4С	5С	1С	2С	3С
87	3П	4П	5П	1П	2П
88	5С	1С	2С	3С	4С
89	4П	5П	1П	2П	3П
90	1С	2С	3С	4С	5С
91	2С	3С	4С	5С	1С
92	3С	4С	5С	1С	2С
93	4С	5С	1С	2С	3С
94	5С	1С	2С	3С	4С
95	1С	2С	3С	4С	5С
96	2С	3С	4С	5С	1С
97	3С	4С	5С	1С	2С
98	4С	5С	1С	2С	3С
99	5П	1П	2П	3П	4П
100	5С	1С	2С	3С	4С

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Таблица В.1 – Варианты индивидуальных условий проектирования

<i>Для коробок скоростей</i>				
Вариант	Включение передач	Механизм переключения	Шпиндель	Положение включения
<b>1С</b>	На одном блоке – муфтой по выбору, остальные – передвижением блоков	Однорукояточный, с предварительным набором, без дополнительных дисковых, грибковых переключателей и т. п.	С разгруженным приводом	На минимальную частоту вращения
<b>2С</b>	На двух блоках – муфтами, третий – передвижной	Переводным рычагом	С неразгруженным приводом	На максимальную частоту вращения
<b>3С</b>	На всех блоках муфтами	Однорукояточный с предварительным набором и дополнительным дисковым переключателем	Полый	На минимальную частоту вращения
<b>4С</b>	Передвижением всех блоков	Кулачковый барабанного типа	Без отверстия	На максимальную частоту вращения
<b>5С</b>	В каждой группе передач блоки ведущие; переключение передвижением блоков или муфтами по выбору	Кулачковый дискового типа	Выполнить конструктивно с дополнительной шестерней (по выбору) для привода коробки подач	На минимальную частоту вращения

Продолжение таблицы В.1

<i>Для коробок подач</i>				
Вариант	Включение передач	Механизм переключения	Привод подач	Положение включения
<b>1П</b>	На одном блоке – муфтой по выбору, остальные – передвижением блоков	Однорукояточный без предварительного набора	От собственного электродвигателя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт–гайка; червяк–колесо–колесо–рейка соответственно типу станка по аналогу)	На минимальную частоту вращения
<b>2П</b>	На двух блоках – муфтами, третий – передвижной	Грибкового типа	От шпинделя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт–гайка; червяк–колесо–колесо–рейка соответственно типу станка по аналогу)	На максимальную частоту вращения

Продолжение таблицы В.1

<i>Для коробок передач</i>				
Вариант	Включение передач	Механизм переключения	Шпиндель	Положение включения
<b>3П</b>	На всех блоках муфтами по выбору	Однорукояточный с расходящимися дисками	От собственного электродвигателя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт–гайка; червяк–колесо–колесо–рейка соответственно типу станка по аналогу)	На минимальную частоту вращения
<b>4П</b>	Передвижением всех блоков	Переводным рычагом (одним)	От шпинделя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт–гайка; червяк–колесо–колесо–рейка соответственно типу станка по аналогу)	На максимальную частоту вращения



Окончание таблицы В.1

<i>Для коробок передач</i>				
Вариант	Включение передач	Механизм переключения	Шпиндель	Положение включения
<b>5П</b>	В каждой группе передач блоки ведомые; переключение передвижением блоков или муфтами по выбору	Плоскими кулачками с геометрическим замыканием	От собственного электродвигателя; применить и вычертить на чертеже преобразователь вращательного движения в поступательное (винт-гайка; червяк-колесо-колесо-рейка соответственно типу станка по аналогу)	На минимальную частоту вращения

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РАСЧЕТНО-**  
**ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

---

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

Кафедра «Технология и оборудование  
машиностроительного производства»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту  
по дисциплине «Конструирование и расчет станков»  
(«Конструирование и расчет станков и станочных комплексов»)  
на тему: .....

Вариант № .....

Факультет: .....

Специальность: .....

Группа: .....

Студент

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И. О. Фамилия)  
шифр № .....

Руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

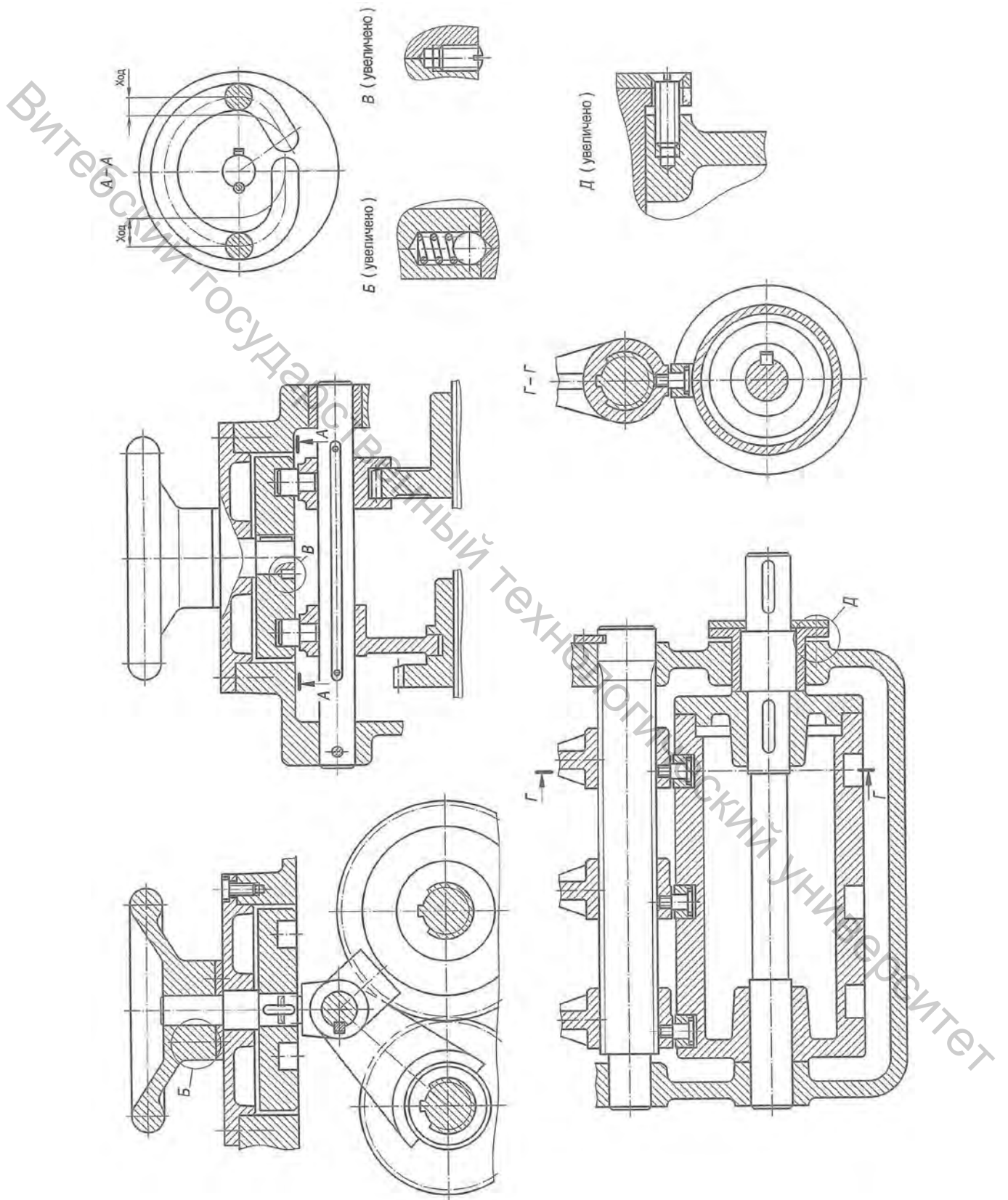
\_\_\_\_\_

(И. О. Фамилия)

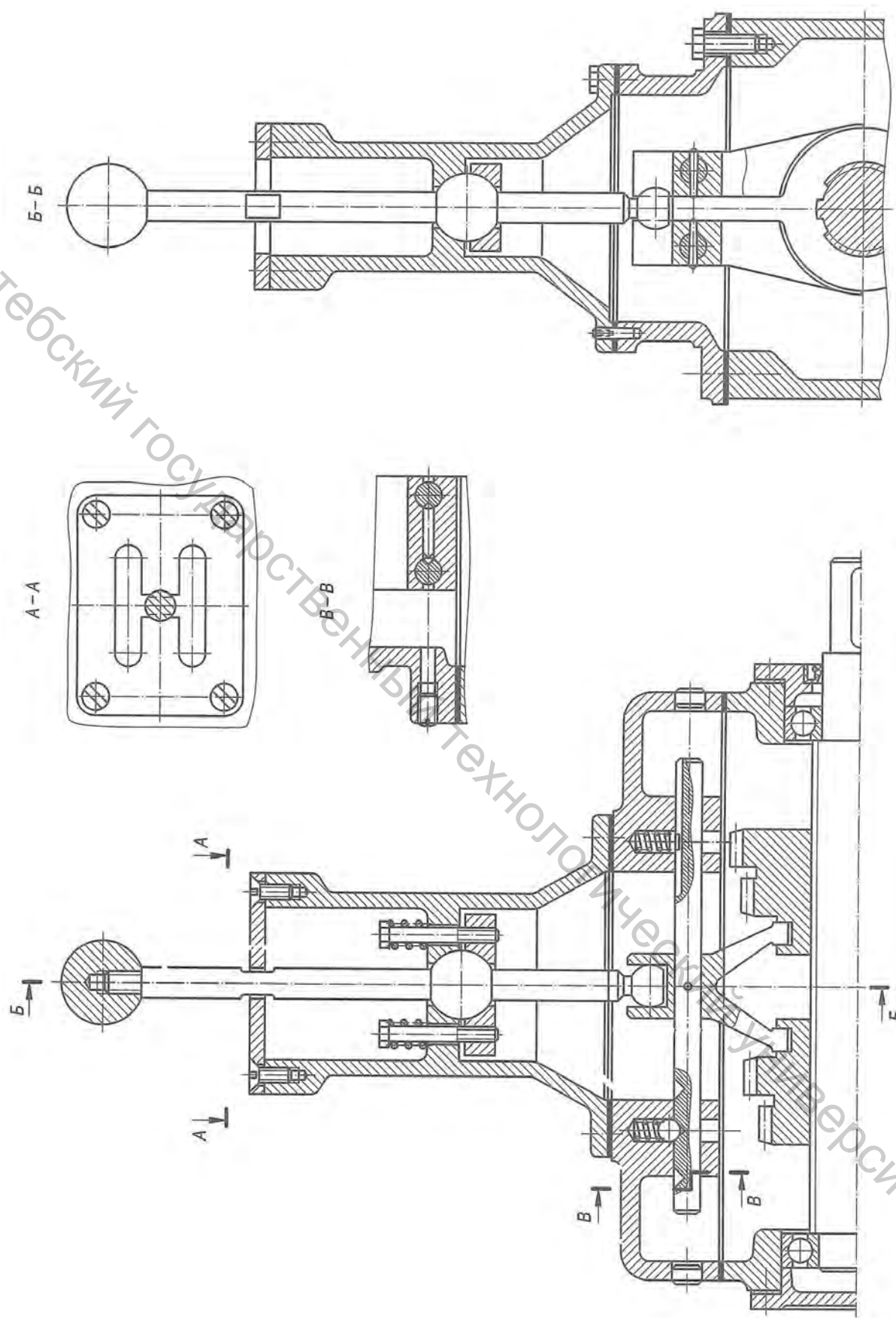
Витебск  
20\_\_

---

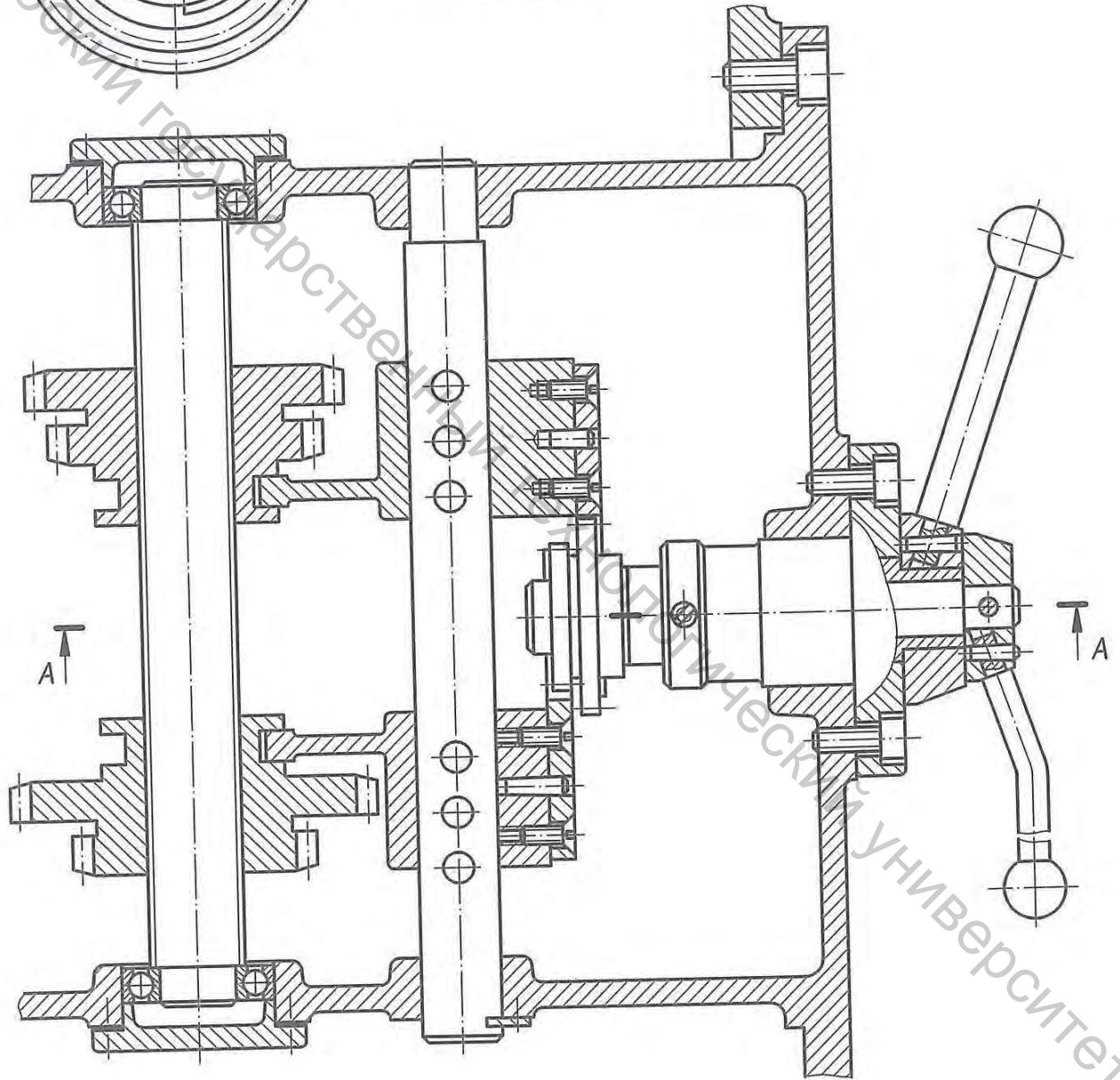
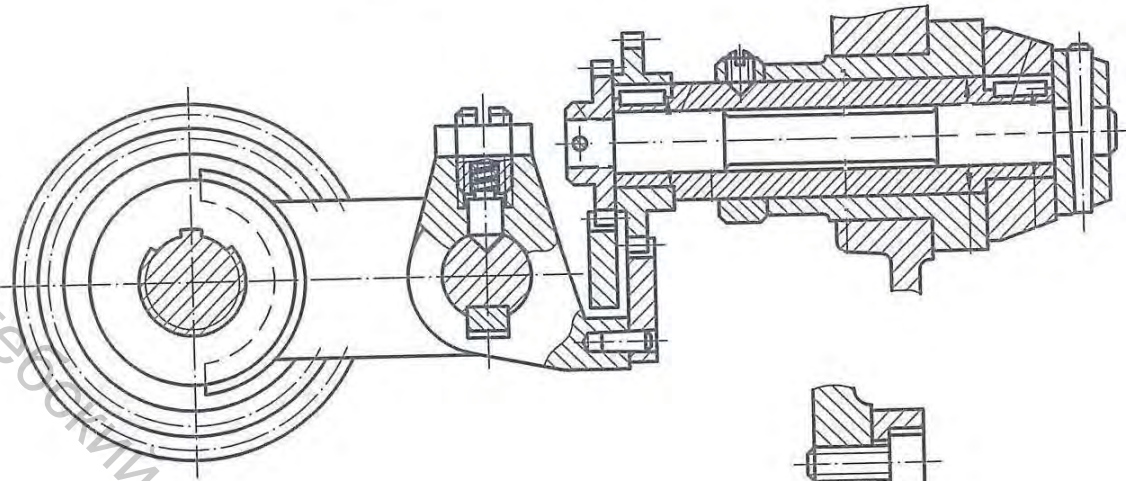
# ПРИЛОЖЕНИЕ Д ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ



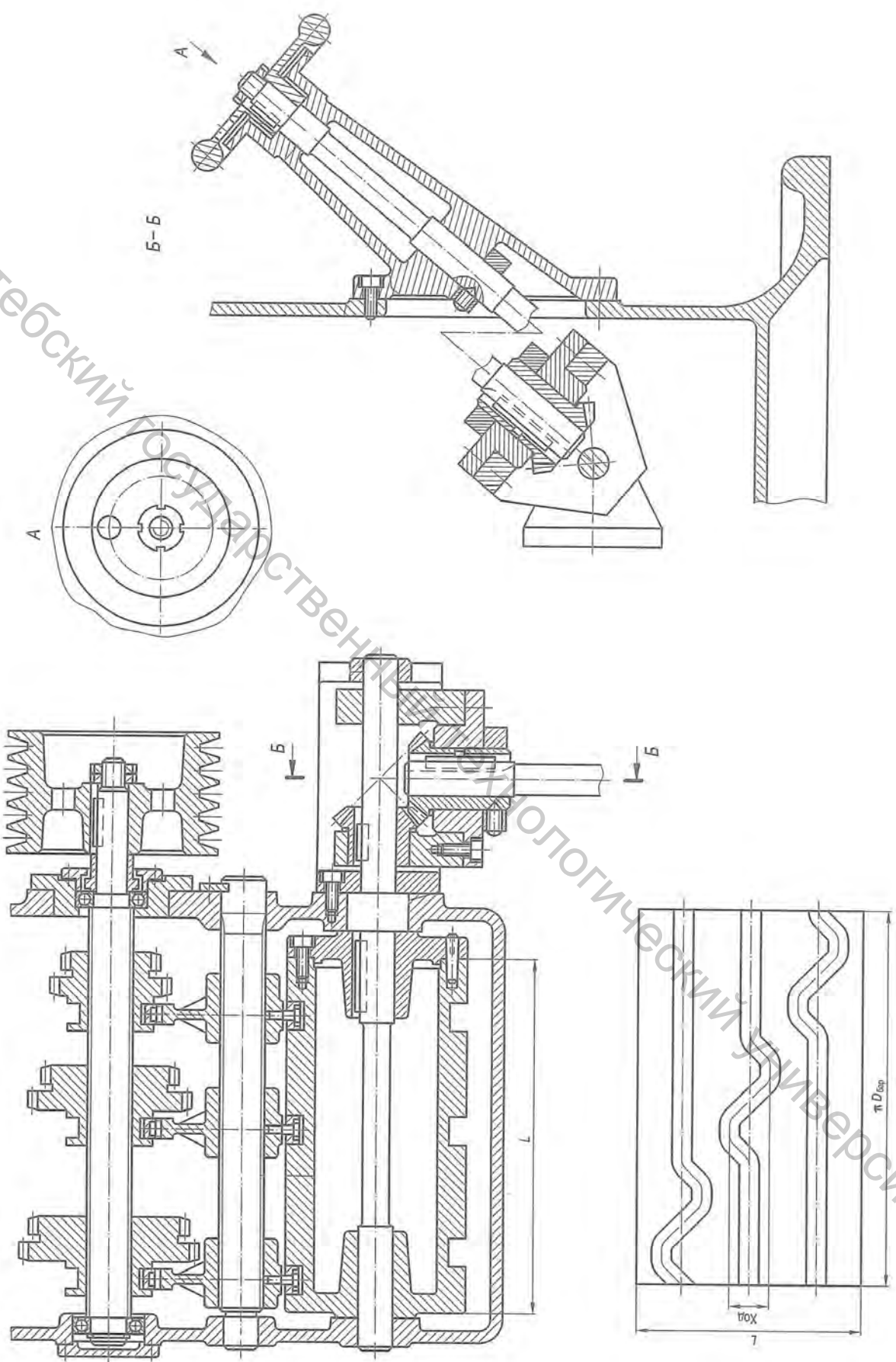
Витебский государственный технологический университет



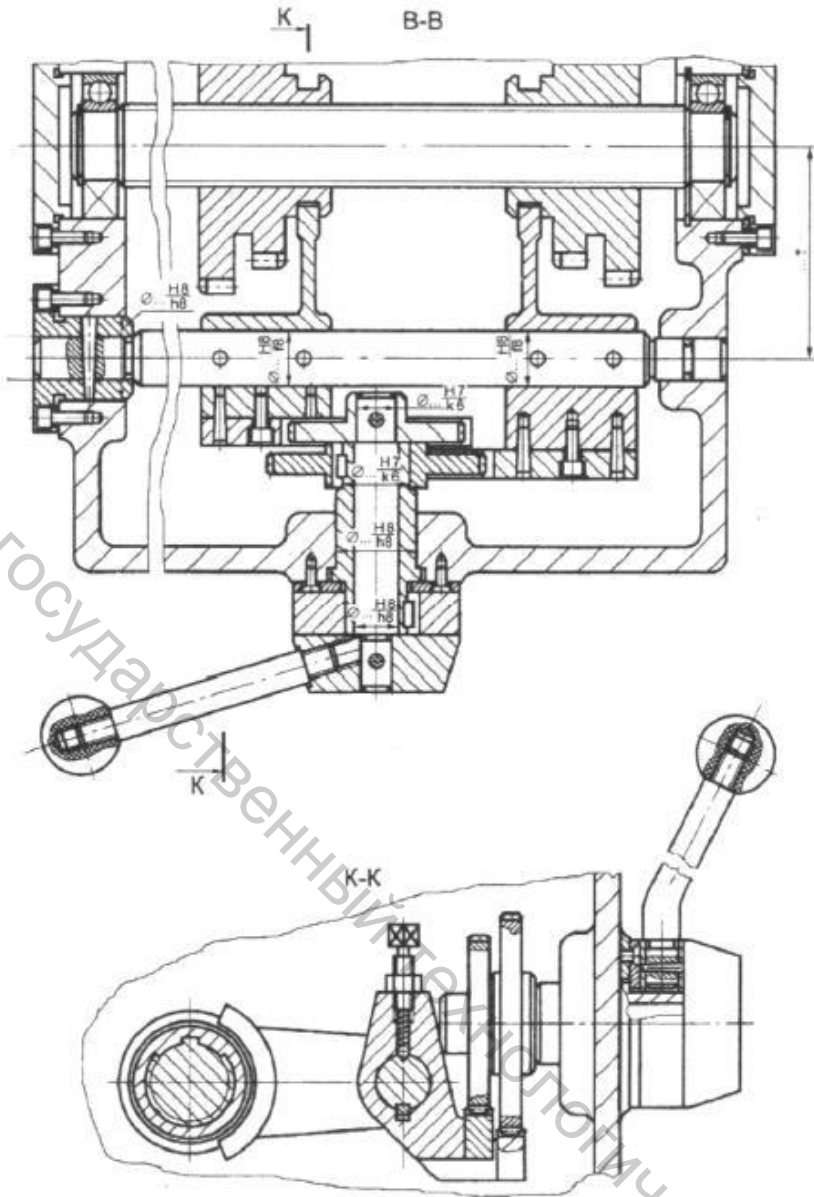
A-A



Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный политехнический университет



## ПРИЛОЖЕНИЕ Е ССЫЛКИ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

### Методические материалы

Конструирование и расчет станков. Конструирование и расчет станков и станочных комплексов: методические указания к курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» всех форм обучения / составители: Н.В.Путеев, А.А.Угольников, А.Л.Климентьев, А.С.Фирсов. – Витебск: Министерство образования РБ, УО «ВГТУ», 2011. – 36 с.



Расчет и проектирование коробок передач станков: методические указания к лабораторной работе для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» всех форм обучения / составители: Н.В.Путеев, А.А.Угольников, А.Л.Климентьев, А.С.Фирсов. – Витебск: Министерство образования РБ, УО «ВГТУ», 2012. – 24 с.



Механизмы переключения в коробках скоростей и подач станков: методические указания к лабораторной работе по курсам «Конструирование и расчет станков» и «Конструирование и расчет станков и станочных комплексов» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / составители: Н.В.Путеев, А.А.Угольников, А.Л.Климентьев, А.С.Фирсов. – Витебск: Министерство образования РБ, УО «ВГТУ», 2011. – 26 с.



Конструирование станков и станочных комплексов. Расчет и проектирование валов коробок передач: методические указания к практической (семинарской) работе для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / составители: Н. В. Путеев, А.Л. Климентьев, Р.В. Окунев. – Витебск: Министерство образования РБ, УО «ВГТУ», 2014. – 24 с.





## Полезные ссылки

Доступ к виртуальной образовательной среде УО «ВГТУ» [sdo.vstu.by](http://sdo.vstu.by) Примеры выполнения курсовых проектов



Пример выполнения в 2D курсового проекта по коробке передач

Пример выполнения курсового проекта с анализом напряжений в деталях коробки скоростей продольно-фрезерного станка



Вопросы к экзамену по учебной дисциплине «Конструирование и расчет станков»

Вопросы к тесту по учебной дисциплине «Конструирование и расчет станков»



Учебное издание

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАНКОВ

Методические указания по выполнению курсового проекта

Составители:

Путеев Николай Владимирович  
Угольников Александр Александрович  
Окунев Роман Владимирович  
Климентьев Андрей Леонидович

Редактор *Н.В. Медведева*  
Корректор *Н.В. Медведева*  
Компьютерная верстка *А.Л. Климентьев*

Подписано к печати 19.04.18. Формат 60x90<sup>1/16</sup>. Усл. печ. листов 2.6.  
Уч.-изд. листов 3.1. Тираж 50 экз. Заказ № 120.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.