

УДК 621.9.06 (075)

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
Е.Н. Петухов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Металлорежущие станки: Метод. указания и контрольные задания для выполнения курсового проекта студентами заочного отделения специальности 120100 / Владим. гос. ун-т; Сост.: Р.А. Тихомиров, В.Н. Жарков. Владимир, 2003. 68 с.

Содержат методические указания по оформлению пояснительной записки, графической части и варианты заданий на курсовой проект по дисциплине «Металлорежущие станки». Приводится список рекомендуемой литературы. Дается пример выполнения курсового проекта.

Предназначены для студентов заочной формы обучения по специальности 120100 – технология машиностроения направления подготовки дипломированного специалиста 130000 – машиностроительные технологии и оборудование» в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования 2000 г.

Табл.1 Ил. 4 Библиогр.: 53 назв.

УДК 621.9.06 (075)

ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта – одним из важнейших этапов подготовки студента к самостоятельной инженерной работе, цель которого:

- закрепить и углубить полученные студентом теоретические знания;
- развить способность студента анализировать и критически оценивать существующие металлорежущие станки с точки зрения современных требований, направленных на создание и применение новых и усовершенствование существующих станков и их элементов;
- приобрести навык решать комплексные инженерные задачи, имеющие целью разработку наиболее производительного и экономичного оборудования, его наиболее рациональных конструкций применительно к конкретным условиям задания;
- показать умение применять полученные теоретические знания к решению практических задач в области станкостроения;
- показать способность оценивать качество конструкции изделия (узла, агрегата, станка) с позиции его технологичности и технологических условий, исходя из назначения и эксплуатации станка;
- показать умение использовать техническую литературу, ГОСТы, нормативные материалы по проектированию и ЕСКД;

В курсовом проекте не должно быть общих положений, переписанных из книг, не допускается также копирование существующих конструкций узлов станков и их элементов без серьезного и целесообразного их изменения.

За принятые в курсовом проекте конструктивные и технологические решения, правильность и обоснованность приводимых расчетов, оформление чертежей и содержание расчетно-пояснительной записки несет ответственность студент. Подписи руководителя на материалах проекта только удостоверяют, что принятые в проекте решения принципиально правильные и соответствуют требованиям, предъявляемым к курсовым проектам.

На основании качества выполнения, соблюдения установленных сроков, уровня защиты курсового проекта комиссия, утвержденная кафедрой ТМС, дает ему оценку.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Курсовой проект по металлорежущим станкам выполняется по индивидуальному заданию руководителя проекта, назначенного из числа преподавателей кафедры ТМС.

Темы курсовых проектов для студентов закрепляются по вариантам заданий, представленных в табл. П1 – 6. Варианты заданий разбиты на шесть групп и при выборе соответствуют номеру студенческой группы, (например гр. ЗТ-102 выполняет варианты для первой группы, гр. ЗТ-202 – для второй группы и так далее). Номер варианта задания соответствует порядковому номеру, стоящему против фамилии студента в журнале учета посещаемости группы.

Темы курсовых проектов и исходные данные для их выполнения представлены в заданиях в виде буквенно-цифрового шифра, который имеет следующий смысл. Цифра «1» и буква за ней указывают на модернизацию определенной модели станка, цифра «2» и буква за ней – направление модернизации, цифра «3» и буква за ней – материал обрабатываемых деталей, цифра «4» и буква за ней – материал режущего инструмента, цифра «5» и буква за ней – серийность производства деталей. Кодировка вариантов заданий представлена в прил.1, табл. П7. Например, студент группы ЗТ-302, имеющий порядковый номер 7 в журнале учета посещаемости группы, выполняет задание для третьей группы, вариант № 7 (см. табл. П3), имеющий шифр 1.Ю, 2.Г, 3.АБ, 4.АБ, 5Б. Это соответствует теме курсового проекта «Модернизирование станка модели 6Р81» (см.табл. П7). Необходимо рассчитать и сконструировать привод подачи с переключением от электромагнитных муфт. Исходные данные – материалы обрабатываемых изделий – сталь, чугун; материалы режущего инструмента – быстрорежущая сталь, твердый сплав; серийность – мелкосерийное производство.

Студенты заочного отделения могут сами предложить темы курсовых проектов, исходя из потребностей предприятия, на котором они работают, в модернизации металлорежущего оборудования, проектировании его узлов и т.д.

Темы курсовых проектов должны быть актуальными и подчиненными важнейшим задачам станкостроения, должны базироваться на реальных исходных данных, отвечать текущим и перспективным запросам технологии машиностроения. Темы курсовых проектов могут быть двух направлений:

- конструкторские темы по модернизации существующего универсального или специального оборудования;
- научно-исследовательские реферативные работы по анализу методов повышения работоспособности, точности, надежности, долговечности, возможностей максимального достижения технико-экономического эффекта станков или их основных узлов.

Каждый курсовой проект независимо от его вида должен состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Объем расчетно-пояснительной записки – 50–65 листов рукописного текста при выполнении проекта конструкторского характера и 60–80 листов при написании рефератов. Она может быть выполнена на ПЭВМ.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-72 с интервалом между строками 8-10 мм. Выравнивание текста с правой стороны не требуется. Вся текстовая документация проекта должна иметь основную надпись. Основная надпись аннотации как заглавного листа выполняется по форме 2 ГОСТ 2.104-72 (рис.1,а). Основная надпись всех последующих листов выполняется по форме 2а ГОСТ 2.104-72 (рис.1,б).

Расстояние от рамки до границ текста следующее: в начале строк – не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм; от верхней или нижней рамки документа – не менее 10 мм; между заголовком и последующим текстом – равно трем межстрочным интервалам (от 24 до 30 мм); между заголовком и последней строчкой предыдущего текста (для тех случаев, когда конец одного и начало другого подразделов размещаются на одной странице) должно равняться четырем межстрочным интервалам (от 32 до 40 мм).

Рис.1. Основная надпись для расчетно-пояснительной записки:
а – заглавного листа; б – всех последующих листов

Нумерация листов пояснительной записки должна быть сквозной: первым листом является титульный лист, вторым – задание, третьим – аннотация и т.д. Номер листа проставляют арабскими цифрами в основной надписи. На листах 1 и 2 (титульный лист и задание) номера листов не ставят.

Если в пояснительной записке содержатся рисунки и таблицы, которые располагаются на отдельных листах которые необходимо включать в общую нумерацию. Если рисунок или таблица расположены на листе формата больше А4, что не рекомендуется то его следует учитывать как один лист. Номер листа в этих случаях можно не проставлять. Список литературы и приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

Все оформление расчетно-пояснительной записки должно соответствовать общим требованиям к текстовым документам по ГОСТ 2.105-72 (прил. 4).

Расчетно-пояснительная записка должна включать в себя:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- основную часть;
- список литературы;
- приложения.

Титульный лист (обложка) оформляются черными чернилами или тушью чертежным шрифтом размером 10; 5 и 3,5. Форма заполнения титульного листа показана в прил. 2.

Титульный лист подписывает руководитель по окончании выполнения всего объема курсового проекта, что дает право на защиту проекта на комиссии.

Задание на курсовой проект. Бланк, оформленный типографским способом, выдает руководитель, а заполняет студент от руки в соответствии с его вариантом задания. Оно является основным документом, определяющим содержание, объем, сроки и ход выполнения проекта.

Задание на курсовой проект подписывают руководитель проекта, студент, принявший его к исполнению, и утверждает заведующий кафедрой.

Аннотация должна давать краткую характеристику выполненному курсовому проекту и излагать краткие сведения о содержании проекта, являющиеся вместе с тем достаточными для его оценки, т.е. в сжатой форме (на 0,5 – 1 с.) указываются наиболее важные вопросы, решенные в проекте, новшества и разработки, сделанные студентом в проекте, полученные результаты о модернизации (проектировании) станка (узла).

В *содержании* (оглавлении) последовательно перечисляют заголовки разделов, подразделов и указывают номера страниц, на которых они помещены. Содержание должно включать в себя все заголовки, имеющиеся в расчетно-пояснительной записке, и приложения. Пример оформления содержания приведен в прил.3.

Основная часть расчетно-пояснительной записки курсового проекта конструкторского характера включает в себя разделы:

- введение;
- обоснование технической характеристики привода;
- разработка кинематической схемы привода;
- динамический расчет основных деталей привода;
- выбор типа, конструкции и расчет специального узла в направлении модернизации станка;
- общая компоновка привода, описание конструкции и принципа действия;
- заключение (выводы и предложения).

Введение является органической частью расчетно-пояснительной записки и входит в ее состав. Оно должно кратко характеризовать современное состояние технического вопроса, которому посвящен курсовой проект, а также цель проекта. Во введении следует четко сформулировать, в чем заключается новизна и актуальность рассматриваемого в проекте вопроса и обосновать по существу необходимость его выполнения.

Объем введения 2-3 листа.

Обоснование технической характеристики станка или отдельного привода производят на основе исходных данных задания. Оно сводится к определению:

- оптимальных режимов обработки;
- предельных значений частот вращения шпинделя (числа двойных

ходов стола) n_{\max} и n_{\min} или величин подач S_{\max} и S_{\min} ;

- сил резания, возникающих в процессе обработки;
- эффективной мощности привода и мощности электродвигателя.

Рекомендуемая литература по обоснованию технической характеристики станка [2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 16, 18, 21, 28, 29, 32].

Объем раздела 10 – 15 листов.

Разработка кинематической схемы привода включает:

- обоснование и выбор типа привода;
- выбор кинематической схемы;
- выбор типов и расчет передаточных отношений одиночных передач и всей кинематической цепи в целом.

К кинематике привода предъявляются следующие требования:

- обеспечение высокой производительности станка;
- максимальная автоматизация станка;
- точность работы механизмов;
- высокий КПД привода;
- технологичность конструкции;
- максимальное использование стандартизированных и унифицированных узлов и деталей;
- простота и удобство сборки, наладки и обслуживания;
- безопасность работы.

Рекомендуемая литература [14, 15, 17, 19, 22, 24, 26, 27, 29, 31].

Объем раздела 7 – 10 листов.

Динамическому расчету подвергаются только основные детали привода – валы, зубчатые колеса, опоры и т.д. (по одному представителю каждого вида) с тем, чтобы они удовлетворяли требованиям нормальной работоспособности, под которой понимается работа детали без поломок и значительного износа в течение определенного срока, например до ремонта.

Статический или динамический расчеты резьбовых, шлицевых соединений, муфт, ременных и других передач студенты производят, но в состав расчетно-пояснительной записки не вносят.

При уточненных расчетах следует пользоваться руководящими материалами 25. Расчетные формулы, последовательность расчета и другие указания по расчету деталей и узлов станков приведены в литературе [5, 9, 22, 23, 24, 25, 27, 32].

Объем данного раздела 10 – 12 листов.

Выбор типа, конструкции и расчет специального узла производят исходя из направления модернизации, например электромагнитных муфт или направляющих качения, или шпинделя на гидростатических опорах и т.д. Рекомендуемая литература для раздела [4, 7, 12, 23, 24, 31].

Объем раздела 7 – 10 листов.

Разработка общей компоновки привода, т.е. объединение, увязка его отдельных деталей, узлов и механизмов, является ответственным этапом в проектировании как самого привода, так и станка в целом. Отдельные детали и узлы должны быть скомпонованы так, чтобы привод был точным, экономичным, производительным, удобным в обслуживании, безопасным для работающего, а также отвечал современным эстетическим требованиям.

При выборе схемы компоновки в зависимости от назначения привода необходимо обратить внимание на удобство установки и крепления привода на станке, удобство установки и крепления в нем заготовки, смены инструмента, наладки и подналадки привода, его смазки, наблюдения за работой, сборки и разборки привода, его ремонта. Кроме того, нужно обратить внимание на устойчивость и жесткость привода, габаритные размеры, его массу, а также необходимо стремиться иметь в составе привода минимальное количество деталей и узлов.

После разработки общей компоновки привода и привязки его на станке производят описание конструкции и принципа его действия.

Рекомендуемая литература по разделу [14, 17, 22, 24, 27, 30, 31] .

Объем описания 2-3 листа.

Экономическая эффективность станка. Модернизируемый (проектируемый) станок должен обладать высокими техническими свойствами и иметь технико-экономические преимущества перед существующими конструкциями. Эти преимущества могут заключаться в более высокой производительности, уменьшении расхода электроэнергии и массы станка, использовании унификации, повышении качества изделий, обрабатываемых на станке, автоматизации управления и обслуживания станка, уменьшении эксплуатационных и ремонтных расходов и др.

Обоснование конструкторских решений должно охватывать весь комплекс определяющих вопросов, например выбор кинематической схемы привода и станка в целом; применение конструкционных материалов; ис-

пользование стандартных деталей; удобство эксплуатации и сокращение эксплуатационных расходов; обеспечение повышения точности обрабатываемой детали, надежности и долговечности станка и т.п. Если расчеты показывают, что при сравнении двух вариантов станков (приводов) более низкая себестоимость производимой продукции может быть достигнута лишь при увеличении капиталовложений, то вопрос об эффективности такого более дорогого варианта решается путем соизмерения дополнительных капитальных затрат с экономией на текущих затратах.

Модернизирование (проектирование) должно сопровождаться анализом всех перечисленных технико-экономических показателей модернизируемого станка или отдельного узла и существующих конструкций с обоснованием экономической целесообразности. Экономическая целесообразность создания нового варианта металлорежущего станка с определенными производственно-техническими параметрами должна быть подтверждена расчетами фактических затрат на производство станка (узла) и экономическим эффектом, который можно получить от внедрения нового варианта станка. Для этого должны быть установлены количественные соотношения между величиной параметров станков и себестоимостью их производства, а также между фактическими затратами и максимально доступной ценой.

Рекомендуемая литература по разделу [1, 20, 33].

Объем описания 4 – 6 листов.

Заключение (выводы и предложения) должно содержать оценку результатов работы по выполнению курсового проекта, в частности, с точки зрения его соответствия требованиям задания.

Заглавием должно служить слово «Заключение» (либо фраза «Выводы и предложения»), написанные отдельной строкой.

В заключении необходимо указать техническую, научную, социальную ценность результатов работы, дать оценку технико-экономической эффективности, которая может быть получена при использовании результатов курсового проекта в промышленности.

Объем 1 – 2 листа.

Список литературы, использованной в курсовом проекте, составляют по правилам библиографии: фамилия и инициалы автора (авторов), название книги (журнала, справочника и т.д.), место издания, год издания.

Использованную литературу в списке следует располагать в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки или в алфавитном порядке.

При ссылке в тексте расчетно-пояснительной записки на источники документальной информации следует приводить порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки.

Приложения оформляют как продолжение расчетно-пояснительной записки на последующих ее листах. В приложения помещают спецификацию на курсовой проект и другие материалы вспомогательного характера.

Каждое приложение начинают с новой страницы. В правом верхнем углу пишут слово «Приложение» и его номер. Каждое приложение должно иметь содержательный заголовок.

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Объем графической части курсового проекта должен составлять пять листов формата А1 ГОСТ 2.301-72.

Примерное расположение материала проекта по листам и объем следующие:

- кинематическая (гидравлическая) схема станка – 1 лист;
- развертка коробки скоростей (подач) – 1 лист;
- свертка коробки скоростей (подач) – 1 лист;
- механизм управления или рабочий чертеж детали привода средней сложности – 1 лист;
- конструкция специального узла – 1 лист.

Чертежи рекомендуется выполнять в масштабе 1:1, применяя уменьшающие масштабы только для крупных станков.

Всю графическую часть оформляют в курсовом проекте как последнее по номеру, самостоятельное (не сшитое с расчетно-пояснительной запиской) приложение, о чем в разделе «Содержание» пояснительной записки делают запись с полным перечнем наименований и указанием количества листов.

Например: Приложение 2. Графическая часть – 5 листов:

- кинематическая схема станка – 1 лист;
- развертка коробки подач – 1 лист;

- свертка коробки подач – 1 лист;
- механизм переключения подач – 1 лист;
- шарико-винтовая передача – 1 лист.

Требования к графической части проекта основаны на выполнении чертежей в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

Оформление сборочных чертежей осуществляется по ГОСТ 2.109-73. Они должны содержать:

- габаритные размеры;
- размеры и предельные отклонения (посадки), определяющие характер сопряжения;
- размеры и предельные отклонения, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу (например межосевые расстояния);
- установочные и присоединительные размеры;
- номера позиций составных частей;
- основные характеристики изделия.

Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.703-72, а элементы на схемах изображают условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770-72.

Выполнение гидравлических и пневматических схем основано на соблюдении ГОСТ 2.701-72 и ГОСТ 2.704-72. Линии связи, элементы сетей, аппаратура управления, насосы и двигатели выполняют по ГОСТ 2.721-72, 2.780-72, 2.781-72, 2.782-72.

Основные надписи, их форма, размеры, порядок заполнения в конструкторских документах выполняют в соответствии с ГОСТ 2.104-72. Содержание и расположение граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (рис.1), а в текстовых документах и спецификации – формам 2 и 2 а (рис.2).

Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-72.

Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов.

В графах основной надписи дополнительных графах (номера граф на формах показаны в скобках) указывают (см.рис.1 и рис.3):

в графе 1 – наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73), а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр;

в графе 2 – обозначение документа (см. с.17);

в графе 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 – в левой клетке проставляется буква «У» - учебный;

в графе 5 - массу изделия по ГОСТ 2.109-73;

в графе 6 – масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302-72 и ГОСТ 2.109-73);

в графе 7 - порядковый номер листа;

в графе 8 – общее количество листов графической части проекта (графу заполняют только на первом листе);

в графе 9 – сокращенные наименования института, факультета, кафедры и номер группы;

в графе 11 – фамилии лиц, подписывающих курсовой проект (студента, руководителя);

в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

в графе 13 – дату подписания документа;

в графе 26 – обозначение документа, повернутое на 180°.

Графы 10, 14–25, 27–33 студент не заполняет.

Дополнительные графы 19–25, 27–33 вводить не обязательно.

В соответствии с ГОСТ 2.102-72, 2.701-72 и практикой станкостроительных заводов и КБ предлагаются обозначения документов по обозначенной системе по следующей схеме:

КП. 1201. 000. 00. 000 00,

где - КП - шифр курсового проекта;

- 1201 – шифр специальности;

- 000.– обозначение сборки;

- 00. – обозначение подсборки;

- 000 – обозначение детали;

- 00 – шифр документа.

Рис. 2. Основная надпись для конструкторской части проекта

Рис. 3. Пример заполнения формы 1 при выполнении кинематической схемы станка (привода)

Рекомендуются следующие шифры документов, входящих в состав курсового проекта:

- чертеж вид общий – ВО;
- сборочный чертеж – СБ;
- расчетно-пояснительная записка – ПЗ;
- спецификация – СП;
- другие документы – ДР.

Шифр схем, входящих в состав конструкторской документации изделий, должен состоять из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

Виды схем обозначают следующими буквами: кинематическая – К; электрическая – Э; гидравлическая – Г; пневматическая – П; комбинированная – С.

Типы схем обозначают следующими цифрами: структурная – 1; функциональная – 2; принципиальная – 3; соединений – 4; подключения – 5; общая – 6; расположения – 7.

Обозначения сборки, под сборки, детали, схемы образуются из порядкового номера сборки, под сборки, детали или вида и типа схемы. Например, КП. 001. 01. 002 – вторая деталь первой под сборки первой сборки или КП. 000. 00. 000 КЗ – кинематическая схема принципиальная.

На выполненный курсовой проект составляют спецификацию по ГОСТ 2.108-72, оформленную как приложение расчетно-пояснительной записки.

В спецификацию курсового проекта входят разделы:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов курсового проекта кроме его спецификации, т.е. чертежи общего вида, схемы, расчетно-пояснительная записка.

В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, указанные в государственном стандарте; отраслевом и республиканском стандартах; стандартах предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, например крепежные детали), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименования изделий (например болты, винты гайки и т.д), в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений и стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение»; если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы.

Для документов, записанных в раздел «Стандартные изделия», графу не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: БЧ (без чертежа).

Графу «Зона» в курсовом проекте не заполняют.

В графе «Позиция» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации; для раздела «Документация» номера позициям не присваивают.

В графе «Обозначение» указывают:

- в разделе «Документация» - обозначения записываемых документов;
- в разделах «Сборочные единицы», «Детали» - обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия;
- в разделе «Стандартные изделия» графу не заполняют.

В графе «Наименование» указывают:

- в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, только наименования документов, например «Чертеж общего вида»;
- в разделах спецификации «Сборочные единицы», «Детали» - наименования изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий; в раздел «Детали» вносят наименования деталей одной сборочной единицы по указанию руководителя;
- в разделе «Стандартные изделия» – наименования и обозначения изделий в соответствии со стандартами на эти изделия.

В графе "Количество" указывают:

- для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, – количество их на одно специфицируемое изделие;
- разделе «Документация» графу не заполняют.

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям и документам.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

Пример заполнения спецификации показан на рис. 4,а - первый (заглавный) лист по форме 2 (см. рис. 1,а) и на рис 4,б - последующие листы по форме 2а (см. на рис. 1,б).

Спецификация помещается в разделе "Приложения" расчетно-пояснительной записки.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Сроки начала и окончания курсового проекта определяются учебным планом. Общий срок выполнения проекта планируется в пределах десяти недель. Контрольные сроки выполнения основных этапов проекта и дата защиты устанавливает кафедра (см. таблицу).

Рис. 4. Пример заполнения спецификации:
а – первый (заглавный) лист

Пример заполнения спецификации:
б – последующие листы

В соответствии с этими сроками руководитель проекта совместно со студентом составляют календарный план работы над курсовым проектом. Условием успешного и своевременного выполнения курсового проекта является еженедельная систематическая работа студента и строгое соблюдение сроков индивидуального плана, которое обеспечивается регулярностью консультаций у руководителя.

Типовой график выполнения этапов курсового проекта

Этап	Объем (нарастающий), %	Выдача задания	
		1 октября	15 февраля
		Срок окончания	
Анализ методов и средств осуществления модернизации станка в заданном направлении	5	4.10	18.2
Обоснование технической характеристики привода	20	14.10	28.2
Разработка кинематической схемы	35	24.10	10.3
Выполнение чертежа кинематической схемы	40	27.10	13.3
Расчет основных деталей и узлов привода	55	9.11	22.3
Выполнение сборочных чертежей	95	9.12	21.4
Оформление расчетно-пояснительной записки	100	12.12	24.4
Защита проекта	–	14.12	26.4

Законченный курсовой проект за два дня до защиты студент представляет для просмотра руководителю проекта, который решает вопрос о допуске к защите на комиссии. Если проект выполнен не в соответствии с заданием или на низком уровне, руководитель имеет право его не подпи-

сывать и передать вопрос о допуске к защите на рассмотрение кафедры. Для представления проекта к защите на комиссии необходимо иметь подписи студента на расчетно-пояснительной записке (титульном листе, заглавном листах и спецификации) и листах графической части проекта. При защите проекта студенту предоставляется слово для доклада на 7 – 10 минут. В докладе после изложения задания следует кратко осветить все узловые вопросы, решенные в проекте. При этом можно рекомендовать придерживаться порядка, принятого в пояснительной записке. Особое внимание должно быть уделено изложению и обоснованию спроектированных узлов. Следует четко выделить все то новое, что внесено, предложено или сконструировано самим студентом. В заключение надо отметить полученный в проекте технический эффект от модернизации или проектирования станка. Во время доклада студент имеет право пользоваться конспектом.

При защите проекта члены комиссии могут задавать вопросы как по существу выполненной работы, так и по различным разделам курса лекций, на базе которых выполняется проект.

Обязательным условием успешной защиты проекта является четкое представление о работе конструкции и ее отдельных узлов, правильное обоснование выбора отдельных конструктивных элементов.

Если студент слабо разбирается в работе представленной им конструкции, проект не засчитывается. При определении дифференциальной оценки за проект комиссия учитывает:

1. Правильность обоснования выбора отдельных конструктивных элементов для заданного объекта производства.
2. Умение «читать» чертежи (как студент разбирается в представленном им проекте).
3. Содержание и характер оригинальной (самостоятельной) части проекта.
4. Художественную отработку деталей, узлов и станка в целом.
5. Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части проекта в соответствии с изложенными выше требованиями (выполнение требований ГОСТов и ЕСКД).
6. Своевременность получения задания, регулярность консультирования и выполнение задания в срок.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Варианты заданий для 1-й группы курса

Т а б л и ц а П I I

Номер варианта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатываемый материал	Материал режущего инструмента	Серийность производства
1	1.А, 2.А	3.АБВГ	4.АБ	5.Б
2	1.Я, 2.В	3.Б	4.Б	5.В
3	1.П, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.А
4	1.Ф, 2.К	3.А	4.В	5.Б
5	1.С, 2.Е	3.БВ	4.АБ	5.В
6	1.И, 2.Б	3.АБ	4.АБ	5.А
7	1.М, 2.П	3.В	4.А	5.Д
8	1.Ю, 2.Д	3.Г	4.Б	5.В
9	1.Ч, 2.И	3.А	4.В	5.Б
10	1.Г, 2.П	3.АБ	4.Б	5.В
11	1.Н, 2.О	3.Б	4.Б	5.Г
12	1.Э, 2.Ж	3.АБ	4.АБ	5.А
13	1.Ц, 2.З	3.А	4.В	5.Б
14	1.У, 2.Р	3.БВ	4.БГ	5.А
15	1.О, 2.С	3.АБ	4.АБ	5.В
16	1.Х, 2.Н	3.А	4.В	5.Б
17	1.Б, 2.В	3.АБ	4.АБГ	5.В
18	1.Р, 2.М	3.Б	4.Г	5.Г
19	1.Ш, 2.А	3.АБВ	4.АБ	5.В
20	1.Д, 2.Д	3.АБ	4.Б	5.Б
21	1.Щ, 2.К	3.АБ	4.АБ	5.А
22	1.Т, 2.М	3.В	4.Г	5.А
23	1.В, 2.Б	3.АБВ	4.АБ	5.А
24	1.Л, 2.Г	3.А	4.Б	5.Г
25	1.З, 2.Р	3.АБ	4.АБ	5.Б
26	1.С, 2.З	3.БВ	4.БГ	5.В
27	1.У, 2.М	3.В	4.Г	5.Б
28	1.У, 2.М	3.А	4.ВГ	5.А

Варианты заданий для 2-й группы курса

Т а б л и ц а П2

Номер варианта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатываемый материал	Материал режущего инструмента	Серийность производства
1	1.Б, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.А
2	1.З, 2.А	3.АБ	4.АБ	5.Б
3	1.Х, 2.Н	3.А	4.В	5.В
4	1.П, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.В
5	1.М, 2.Р	3.БВ	4.АБ	5.А
6	1.Л, 2.Б	3.АБВ	4.АБ	5.Б
7	1.О, 2.О	3.АБВ	4.АБ	5.А
8	1.Ф, 2.Л	3.А	4.В	5.Б
9	1.А, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.В
10	1.Н, 2.И	3.Б	4.Б	5.Г
11	1.Е, 2.П	3.АБ	4.АБ	5.А
12	1.К, 2.А	3.АБ	4.АБ	5.В
13	1.Ц, 2.Л	3.А	4.ВГ	5.А
14	1.Я, 2.Ж	3.АБ	4.АБ	5.В
15	1.У, 2.К	3.БВ	4.БГ	5.А
16	1.Д, 2.В	3.АБ	4.АБ	5.А
17	1.Ч, 2.Т	3.А	4.В	5.Б
18	1.Г, 2.Б	3.АБ	4.АБ	5.А
19	1.Т, 2.Е	3.БВ	4.БГ	5.Б
20	1.Щ, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.В
21	1.А, 2.А	3.АБВ	4.АБ	5.А
22	1.У, 2.М	3.В	4.Г	5.Б
23	1.Р, 2.С	3.АБ	4.АБ	5.Б
24	1.Ш, 2.Б	3.АВ	4.АБ	5.А
25	1.Ж, 2.В	3.АБ	4.АБ	5.В
26	1.М, 2.П	3.В	4.А	5.Д
27	1.Р, 2.М	3.Б	4.Г	5.Г
28	1.Ц, 2.З	3.А	4.В	5.Б

Варианты заданий для 3-й группы курса

Т а б л и ц а ПЗ

Номер вари- анта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатываемый материал	Материал режущего инструмента	Серийность производства
1	1.Ч, 2.Т	3.А	4.В	5.Б
2	1.З, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.В
3	1.у, 2.Е	3.Б	4.Б	5.А
4	1.Й, 2.К	3.А	4.В	5.А
5	1.Г, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.Б
6	1.Е, 2.В	3.АБ	4.АБВ	5.В
7	1.Ю, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.Б
8	1.Х, 2.Л	3.А	4.ВГ	5.Б
9	1.Я, 2.Ж	3.АБ	4.АБ	5.Г
10	1.С, 2.З	3. В	4.Г	5.Г
11	1.М, 2.О	3.АБГ	4.АБВ	5.А
12	1.В, 2.П	3.АБ	4.АБ	5.А
13	1.М, 2.Р	3.АБ	4.Б	5.Б
14	1.К, 2.А	3.АБ	4.АБ	5.Б
15	1.Т, 2.М	3.БВ	4.БГ	5.А
16	1.Ш, 2.С	3.АБ	4.АБ	5.В
17	1.О, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.Б
18	1.Ц, 2.Н	3.А	4.В	5.А
19	1.П, 2.Б	3. АБВ	4.АБ	5.А
20	1.А, 2.А	3.АБВГ	4.АБГ	5.А
21	1.Я, 2.О	3.АБ	4.АБ	5.Б
22	1.З, 2.Г	3.АБ	4.Б	5.А
23	1.Н, 2.И	3.АБ	4.Б	5.Б
24	1.Б, 2.В	3.АБ	4.АБ	5.В
25	1.Ф, 2.М	3.А	4.АГ	5.Б
26	1.У, 2.К	3.АБ	4.АБ	5.А
27	1.Д, 2.В	3.АБ	4.Б	5.А
28	1.П, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.Б

Варианты заданий для 4-й группы курса

Т а б л и ц а П 4

Номер вари- анта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатываемый материал	Материал режущего инструмента	Серийность производства
1	1.Б, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.А
2	1.М, 2.О	3.ВГ	4.АБ	5.Б
3	1.Х, 2.К	3.А	4.В	5.В
4	1.Ц, 2.Л	3.А	4.В	5.Б
5	1.Ю, 2.К	3.БВ	4.АБ	5.Б
6	1.Л, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.В
7	1.О, 2.Ж	3.БВ	4.АБ	5.А
8	1.Ф, 2.Н	3.А	4.ВГ	5.Б
9	1.А, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.А
10	1.Н, 2.И	3.БВ	4.АБ	5.А
11	1.А, 2.А	3.АБВГ	4.АБГ	5.А
12	1.П, 2.С	3.А	4.АБ	5.В
13	1.Х, 2.Т	3.А	4.В	5.Б
14	1.Е, 2.В	3.АБ	4.АБ	5.БВ
15	1.Ш, 2.Ж	3.БВ	4.АБ	5.А
16	1.К, 2.Б	3.АБВ	4.АБ	5.В
17	1.Ч, 2.К	3.А	4.В	5.А
18	1.Т, 2.А	3.АВ	4.АБ	5.В
19	1.И, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.Б
20	1.С, 2.И	3.АБВ	4.АБ	5.Б
21	1.Т, 2.М	3.АВ	4.А	5.А
22	1.Р, 2.Д	3.БВ	4.АБ	5.А
23	1.У, 2.З	3.АБВ	4.АБ	5.В
24	1.О, 2.Б	3.А	4.ВГ	5.А
25	1.П, 2.Г	3.АБ	4.Б	5.В
26	1.Б, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.Б
27	1.Е, 2.П	3.АБ	4.АБ	5.А
28	1.У, 2.М	3.В	4.Г	5.В

Варианты заданий для 5-й группы курса

Т а б л и ц а П5

Номер вари- анта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатываемый материал	Материал режущего инструмента	Серийность производства
1	1.М, 2.С	3. БВ	4.АВ	5.Б
2	1.Я, 2.Ж	3.АВ	4.АБ	5.А
3	1.И, 2.А	3.АБВ	4.АБ	5.В
4	1.Ф, 2.И	3.А	4.ВГ	5.А
5	1.К, 2.П	3. АБВ	4.АБ	5.А
6	1.Х, 2.Т	3.А	4.В	5.Б
7	1.Б, 2.А	3.АБВГ	4.АБ	5.А
8	1.Г, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.А
9	1.У, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.В
10	1.З, 2.О	3.ВГ	4.АБ	5.Б
11	1.О, 2.Р	3.БВ	4.АБ	5.А
12	1.Х, 2.К	3.А	4.В	5.В
13	1.В, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.Б
14	1.Ц, 2.Л	3.А	4.В	5.А
15	1.Ш, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.Б
16	1.А, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.А
17	1.Л, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.В
18	1.Ю, 2.Ж	3.БВ	4.АБ	5.А
19	1.Ч, 2.О	3. А	4.ВГ	5.А
20	1.М, 2.П	3.БВ	4.АБ	5.А
21	1.Н, 2.З	3.БВ	4.АБ	5.А
22	1.Ж, 2.А	3.АБВГ	4.АБГ	5.А
23	1.Т, 2.К	3.А	4.Б	5.А
24	1.Е, 2.В	3.АБ	4.АБ	5.Б
25	1.И, 2.С	3.АБВ	4.АВ	5.А
26	1.Д, 2.Г	3.АБ	4.АБ	5.А
27	1.З, 2.П	3.АБВ	4.АВ	5.А
28	1.В, 2.Б	3.АБВ	4.АБ	5.Б

Варианты заданий для 6-й группы курса

Т а б л и ц а П 6

Номер вари- анта	Тема курсового проекта	Исходные данные		
		Обрабатывае- мый материал	Материал Режущего инструмента	Серийность производства
1	1.Н, 2.О	3.Б	4.Б	5.Г
2	1.Ц, 2.З	3.А	4.В	5.Б
3	1.О, 2.С	3.АБ	4.АБ	5.В
4	1.Б, 2.В	3.АБ	4.АБГ	5.В
5	1.Ш, 2.А	3.АБВ	4.АБ	5.А
6	1.З, 2.А	3.АБ	4.АБ	5.Б
7	1.П, 2.В	3.АБВ	4.АБ	5.В
8	1.Л, 2.Б	3.АБВ	4.АБ	5.Б
9	1.Ф, 2.Л	3.А	4.В	5.Б
10	1.Н, 2.И	3.В	4.БГ	5.Г
11	1.Я, 2.О	3.АБ	4.АБ	5.Б
12	1.Н, 2.И	3.АБ	4.Б	5.В
13	1.Ф, 2.М	3.А	4.АГ	5.А
14	1.Д, 2.В	3.АБ	4.Б	5.А
15	1.Б 2.П	3.АБ	4.Б	5.А
16	1.М, 2.О	3.ВГ	4.АБ	5.В
17	1.Ц, 2.Л	3.А	4.В	5.А
18	1.Л, 2.П	3.АБВ	4.АБ	5.Б
19	1.Ф, 2.Н	3. А	4.В	5.А
20	1.А, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.Б
21	1.У, 2.И	3.БВ	4.АБ	5.А
22	1.О, 2.С	3.АБ	4.АБ	5.Б
23	1.Е, 2.К	3.АБ	4.Б	5.А
24	1.З, 2.О	3.АБ	4.АБ	5.А
25	1.Х, 2.К	3.А	4.В	5.В
26	1.В, 2.Д	3.АБ	4.АБ	5.Б
27	1.я, 2.Ж	3.АБ	4.АБ	5.А
28	1.Х, 2.Т	3.А	4.В	5.Б

1. Модернизировать станок модели						
Шифр	А	Б	В	Г	Д	Е
Модель	1А62	1К62	1616	16К20	1И611П	165
Шифр	Ж	З	И	К	Л	М
Модель	16Б04П	1553	1550	Ш326	Ш365	2А135
Шифр	Н	О	П	Р	С	Т
Модель	2614	2А53	2А55	262Г	2А430	2В440
Шифр	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш
Модель	2А450	3А250	3Б756	3М151	3Г71	621М
Шифр	Щ	Э	Ю	Я		
Модель	6Р13Ф3	6Р82Г	6Р81Г	6А54		
2. Рассчитать и сконструировать						
Шифр						
А	Привод главного движения с расширенным диапазоном регулирования					
Б	Привод подач с расширенным диапазоном регулирования					
В	Привод главного движения с переключением скоростей от электромагнитных муфт					
Г	Привод подач с переключением скоростей от электромагнитных муфт					
Д	Привод подач с применением винтовой шариковой пары					
Е	Привод подач с применением гидростатической винтовой пары					
Ж	Привод подач с применением несоосной винтовой пары					
З	Привод подач с перемещением стола на аэростатических направлениях					

Шифр	2. Рассчитать и сконструировать			
И	Привод подач с перемещением стола на гидростатических направлениях			
К	Привод подач с перемещением стола на направляющих качения			
Л	Шпиндель станка на аэростатических опорах			
М	Шпиндель станка на гидростатических опорах			
Н	Шпиндель станка на гидродинамических опорах			
О	Привод подач с бесступенчатым регулированием скоростей			
П	Привод главного движения с бесступенчатым регулированием скоростей			
Р	Привод подач с предварительным набором скоростей			
С	Привод главного движения с предварительным набором скоростей			
Т	Гидросхема привода подач			
3. Материалы обрабатываемых изделий				
Шифр	А	Б	В	Г
Материал	Сталь	Чугун	Цветные сплавы	Пластмассы
4. Материалы режущего инструмента				
Шифр	А	Б	В	Г
Материал	Быстрорежущий	Твердосплавный	Абразивный	Алмазный
5. Серийность производства				
Шифр	А	Б	В	Г
Серийность	Индивидуальное	Мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное
Шифр	Д			
Серийность	Массовое			

Приложение 2

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Министерство Российской Федерации
Владимирский государственный университет

Кафедра ТМС

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по металлорежущим станкам

Студент _____
(номер группы)

(фамилия, инициалы)

(подпись, дата)

Руководитель _____
(фамилия, инициалы)

(подпись, дата)

Владимир 2003

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «СОДЕРЖАНИЕ»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	4
2. Обоснование технической характеристики привода подачи.....	15
2.1. Расчет режимов резания.....	15
2.2. Определение сил резания.....	17
2.3. Расчет мощности электропривода.....	10
3. Разработка кинематической схемы привода подачи.....	21
3.1. Выбор типа привода.....	21
3.2. Выбор оптимального варианта кинематики привода.....	27
3.3. Определение передаточных отношений и межосевых расстояний.....	29
4. Динамический расчет основных деталей привода	31
4.1. Определение модуля и ширины зубчатых колес	31
4.2. Расчет диаметров валов.....	35
4.3. Выбор типа опор валов и их расчет.....	38
5. Выбор типа и расчет электромагнитных муфт.....	44
6. Разработка общей компоновки привода, описание конструкции и принципа его действия.....	48
7. Экономическое обоснование модернизации станка	50
8. Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	57
Приложение 1 «Спецификация».....	58
Приложение 2 «Графическая часть» – 5 листов.....	60

Приложение 4

***ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА НА ТЕМУ
«МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 6Т12»***

Министерство образования Российской Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра ТМС

**Пояснительная записка к курсовому проекту по дисциплине
«Металлорежущие станки».**

Модернизация фрезерного станка 6Т12

**Тема: «Разработать привод главного движения
с переселективным набором скоростей»**

Выполнил студент группы Т-198 Кошелев Д.И.
Принял преподаватель Жарков В.Н.

Владимир 2003

Оглавление

Введение.....	2
I. Обоснование технических характеристик привода.....	2
II. Кинематический расчет станка	4
III. Определение силовых и кинематических параметров привода.....	6
IV. Геометрический расчет привода	7
V. Определение контактных напряжений и напряжений изгиба зубьев зубчатых колес привода. Выбор материала и термообработки.....	10
VI. Расчетные схемы валов коробки скоростей.....	14
VII. Проверочный расчет подшипников.....	19
VIII. Описание узла станка.....	20
Литература.....	21
Приложение 1- спецификация.....	22
Приложение 2	

Введение

Фрезерные станки предназначены для выполнения широкого круга операций. Они позволяют обрабатывать наружные и внутренние фасонные поверхности, нарезать прямые и винтовые канавки, фрезеровать зубья зубчатых колес и прочее.

Вертикально-фрезерные станки характеризуются вертикальным расположением шпинделя. На фундаментной части установлена станина, внутри которой размещены механизм главного движения с приводом от электродвигателя и коробка скоростей. На вертикальных направляющих станины смонтирована консоль, которая может перемещаться вертикально по направляющим станины. На горизонтальных направляющих консоли установлены салазки поперечные, по которым находится рабочий стол. Таким образом, деталь, установленная на столе, может получить подачу в трех направлениях. Привод подач стола от отдельного электродвигателя и коробка подач размещены внутри консоли. При обработке на вертикально-фрезерных станках используются торцевые, концевые и шпоночные фрезы.

Целью курсового проекта является разработка привода главного движения по заданным ширине фрезерования и материалами инструмента и обрабатываемой заготовки на базе существующего станка модели 6Т12. В ходе выполнения курсового проекта формируются навыки конструирования металлорежущих станков.

I. Обоснование технических характеристик привода

Определение предельных габаритных размеров

1. Ширина рабочего стола $b = 2B_{\phi} = 2 \cdot 300 = 600$ мм.

Наиболее близкий к расчетному стандартный размер стола:

$$b = 650 \text{ мм; } (650 \times 2500).$$

1. Наибольший диаметр фрезы $D_{\sigma} = 315$ мм из условия $D_{\sigma} = 0,5b$.
2. Наименьшая ширина фрезерования $B_{.м} = \frac{b}{5} = \frac{650}{5} = 130$ мм.
3. Наименьший диаметр фрезы из стандартного ряда $D_{.м} = 160$ мм.

Определение рациональных режимов обработки

1. Наибольшая глубина резания для сталей при максимальной ширине фрезерования $t_{\sigma} = 8$ мм, при минимальной – $t_{\sigma} = 4$ мм. Наименьшая глубина резания для сталей $t_{.м} = 1$ мм. Наибольшая глубина резания для чугунов при максимальной ширине фрезерования $t_{\sigma} = 12$ мм, при минимальной – $t_{\sigma} = 6$ мм. Наименьшая глубина резания для чугунов $t_{.м} = 1$ мм.

2. Наибольшая подача при обработке самой мягкой стали:
 - фрезами из быстрорежущей стали $S_{z\sigma} = 0,2$ мм/зуб.;
 - фрезами из твердого сплава $S_{z\sigma} = 0,15$ мм/зуб.

Наименьшая подача при обработке самой мягкой стали:

- фрезами из быстрорежущей стали $S_{z.м} = 0,02$ мм/зуб.;
- фрезами из твердого сплава $S_{z.м} = 0,01$ мм/зуб.

Наибольшая подача при обработке самой твердой стали:

- фрезами из быстрорежущей стали $S_{z\sigma} = 0,12$ мм/зуб.;
- фрезами твердого сплава $S_{z\sigma} = 0,08$ мм/зуб.

Наименьшая подача при обработке самой твердой стали:

- фрезами из быстрорежущей стали $S_{z.м} = 0,01$ мм/зуб.;
- фрезами из твердого сплава $S_{z.м} = 0,007$ мм/зуб.

Наибольшая подача при обработке чугуна:

- фрезами из быстрорежущей стали $S_{z\sigma} = 0,4$ мм/зуб.;
- фрезами из твердого сплава $S_{z\sigma} = 0,3$ мм/зуб.

Наименьшая подача при обработке чугуна:

- фрезами из быстрорежущей стали $S_{z.м} = 0,016$ мм/зуб.;
- фрезами из твердого сплава $S_{z.м} = 0,02$ мм/зуб.

3. По рекомендациям находим наибольшую и наименьшую скорость резания:

$$v_{\bar{o}} = C_v D^q / T^M t^x S_z^y z^n B^z = (332 \cdot 160^{0,2}) / (180^{0,2} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,007^{0,4} \cdot 10^1 \cdot 130^{0,2}) = 87,25 \text{ м/мин},$$

$$v_M = (64,7 \cdot 315^{0,25}) / (300^{0,2} \cdot 12^{0,1} \cdot 0,4^{0,4} \cdot 30^{0,1} \cdot 300^{0,15}) = 29,76 \text{ м/мин}.$$

4. Найдем предельные значения частот вращения шпинделя:

$$n_{\bar{o}} = 1000 v_{\bar{o}} / \pi D_m = (1000 \cdot 87,25) / (3,14 \cdot 160) = 173,7 \text{ об/мин},$$

$$n_M = 1000 v_M / \pi D_{\bar{o}} = (1000 \cdot 29,76) / (3,14 \cdot 315) = 30,1 \text{ об/мин}.$$

5. Найдем предельные значения подач:

$$S_{\bar{o}} = S_{z\bar{o}} z_{\bar{o}} n_M = 0,4 \cdot 30 \cdot 30,1 = 361,2 \text{ мм/мин},$$

$$S_M = S_{z_M} z_M n_{\bar{o}} = 0,007 \cdot 10 \cdot 173,7 = 12,2 \text{ мм/мин}.$$

6. Определим диапазоны регулирования:

$$R_v = \frac{n_{\bar{o}}}{n_M} = \frac{173,7}{30,1} = 5,77,$$

$$R_s = \frac{S_{\bar{o}}}{S_M} = \frac{361,2}{12,2} = 29,61.$$

Определение силовых параметров процесса резания

1. Определим силу резания при фрезеровке (главную составляющую)

$$P_z = c_p t^x S_z^y B^n z / D^w n^w = 8,25 \cdot 12^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 300^{1,1} \cdot 30 / 315^{1,3} \cdot 30,1^{0,2} = 22,54 \text{ кН}.$$

2. Крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D_{\bar{o}}}{1000 z} = \frac{22,54 \cdot 315}{2 \cdot 1000} = 3,55 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчет эффективной мощности привода и мощности электродвигателя

1. Эффективная мощность:

$$N_{\bar{o}} = \frac{22,540 \cdot 29,76}{102 \cdot 60} = 8,96 \text{ кВт} = \frac{P_z \cdot v_M}{102 \cdot 60}.$$

2. Мощность электродвигателя:

$$N_{дв} = \frac{N_э}{k \cdot \eta} = \frac{8,96}{1,2 \cdot 0,8} = 9,33 \text{ кВт.}$$

3. Выбираем двигатель типа – 4А132М4, у которого $N=11$ кВт и $U=730$ мин⁻¹.

II. Кинематический расчет станка

Определение числа ступеней привода

В этих целях задаемся знаменателем геометрической прогрессии привода равным $\phi=1,26$, как наиболее часто принимаемым в универсальных станках. Тогда

$$Z_n = 1 + \frac{\lg R_v}{\lg \phi} = 1 + \frac{0,76}{0,1} = 8,6, \text{ берем } Z_n = 9.$$

Зная Z_n , запишем структурную формулу привода в общем виде:

$$Z_n = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_m.$$

В частном виде $Z_n = 9 = 3 \cdot 3$; с учетом кинематического расположения основных и переборных групп и их характеристик:

$$Z_n = 9 = 3(1) \cdot 3(3).$$

Построение структурной сетки

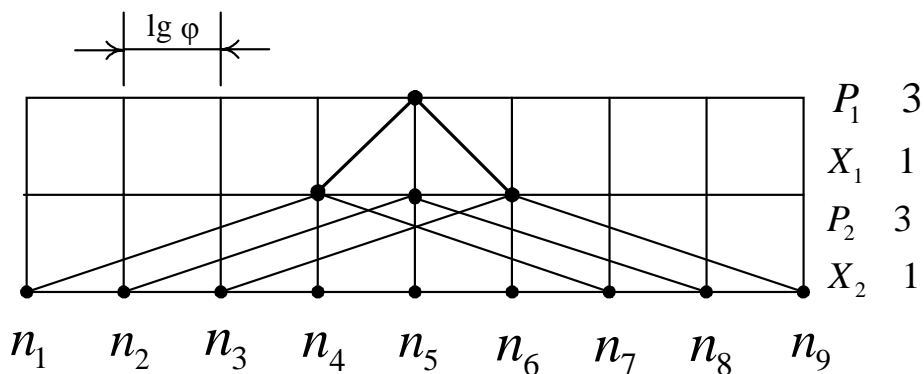


Рис. 1

Для построение графика частот вращения валов привода построим его предварительную кинематическую схему с учетом одиночных передач.

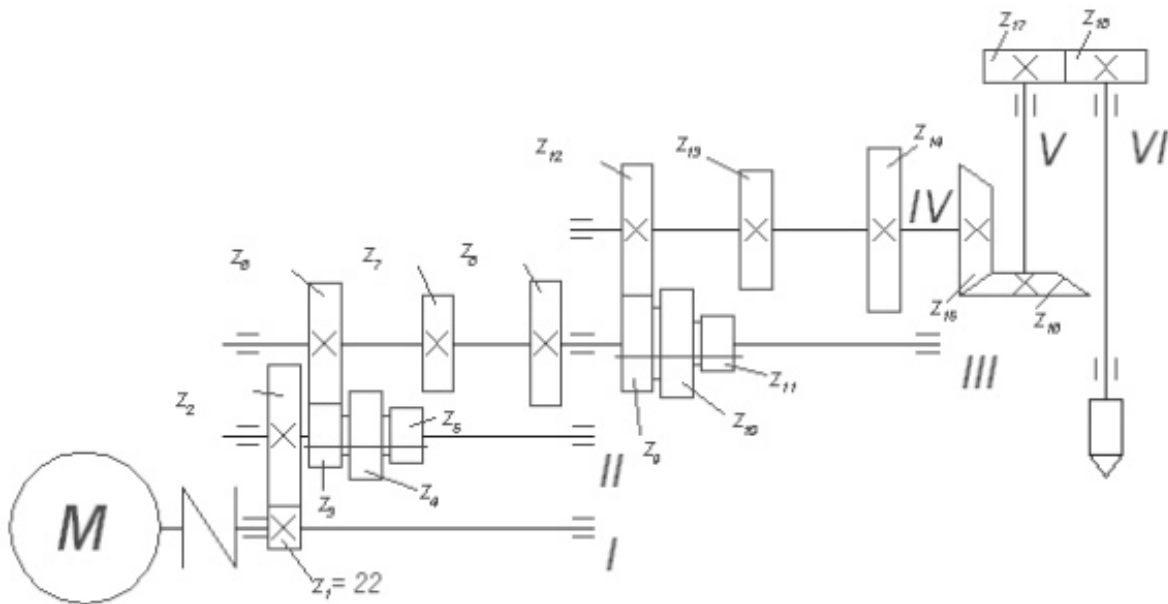


Рис. 2

Тогда график частот вращения валов привода будет иметь вид

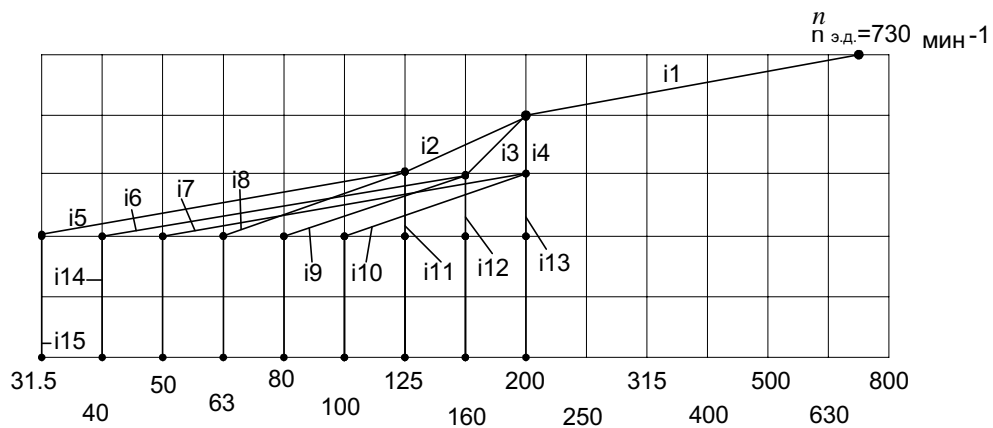


Рис. 3

Расчетные передаточные отношения колес привода будут равны:

$$i_1 = \frac{730}{200} = -3,65; \quad i_2 = \varphi^2 = -1,58; \quad i_3 = \varphi^1 = -1,26; \quad i_4 = \varphi^0 = 1; \quad i_5 = i_6 = i_7 = \varphi^6 = -4;$$

$$i_8 = i_9 = i_{10} = \varphi^3 = -2; \quad i_{11} = i_{12} = i_{13} = \varphi^0 = 1; \quad i_{14} = 1; \quad i_{15} = 1;$$

Знак (-) обозначает передаточное отношение колес между валами, уменьшающее частоту вращения нижележащего вала.

Реальное передаточное отношение через числа зубьев колес с использованием нормали станкостроения Н21-5 приведено в табл.1.

Таблица 1

Z	Z ₁ :Z ₂	Z ₃ :Z ₆	Z ₄ :Z ₇	Z ₅ :Z ₈	Z ₉ :Z ₁₂	Z ₁₀ :Z ₁₃	Z ₁₁ :Z ₁₄	Z ₁₅ :Z ₁₆	Z ₁₇ :Z ₁₈
Число зубьев	22:84	36:46	41:41	32:50	30:60	45:45	18:72	56:56	60:60
i	3,818	0,782	1	0,64	0,5	1	0,25	1	1
$\sum Z$	106	82			90			112	120

Число зубьев для пар колес $i_8 = 1$, $i_9 = 1$ выбираем позже, исходя из габаритов станка и условий прочности.

Кинематическая схема привода главного движения и всего станка представлена в графической части.

III. Определение силовых и кинематических параметров привода

Так как для проектных расчетов нас интересует наиболее нагруженный режим, то рассчитываем силовые и кинематические параметры для наименьших угловых скоростей валов.

Порядок и результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вал	Сила P, кН	Минимальная частота вращения n, об/мин	Минимальная угловая скорость ω 1/с	Максимальный вращающий момент T, Н· м
I	$P_1 = P_{об} \eta_m \eta_{нк} = 10,67$	$n_1 = n_{об} = 730$	$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = 76,4$	$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = 139,7$
II	$P_2 = P_1 \eta_{зн} \eta_{нк} = 10,24$	$n_2 = \frac{n_1}{i_0} = 190$	$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = 19,8$	$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = 517,2$
III	$P_3 = P_2 \eta_{зн} \eta_{нк} = 9,84$	$n_3 = \frac{n_2}{i_3} = 120$	$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = 12,56$	$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = 783,4$
IV	$P_4 = P_3 \eta_{зн} \eta_{нк} = 9,45$	$n_4 = \frac{n_3}{i_4} = 30$	$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = 12,56$	$T_4 = \frac{P_4}{\omega_4} = 3009,6$
V	$P_5 = P_4 \eta_{зн} \eta_{нк} = 9,07$	$n_5 = n_4 = 30$	$\omega_5 = \omega_4 = 3,14$	$T_5 = \frac{P_5}{\omega_5} = 2888,5$
VI	$P_6 = P_5 \eta_{зн} \eta_{нк} = 8,71$	$n_6 = n_5 = 30$	$\omega_6 = \omega_5 = 3,14$	$T_6 = \frac{P_6}{\omega_{16}} = 2773,8$

IV. Геометрический расчет привода

Расчет геометрических параметров зубчатых колес

Для первой ступени выбираем модуль $m = 3$.

Шестерня $z = 22$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 3 \cdot 22 = 66$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 66 + 2 \cdot 3 = 72$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 66 - 2,4 \cdot 3 = 58,8$ мм.

Шестерня $z = 84$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 3 \cdot 84 = 252$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 252 + 2 \cdot 3 = 258$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 252 - 2,4 \cdot 3 = 244,8$ мм.

Для второй ступени выбираем модуль $m = 4$.

Шестерня $z = 36$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4 \cdot 36 = 144$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 144 + 2 \cdot 4 = 152$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 144 - 2,4 \cdot 4 = 134,4$ мм.

Шестерня $z = 46$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4 \cdot 46 = 184$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 184 + 2 \cdot 4 = 192$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 184 - 2,4 \cdot 4 = 174,4$ мм.

Шестерня $z = 41$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4 \cdot 41 = 164$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 164 + 2 \cdot 4 = 172$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 164 - 2,4 \cdot 4 = 154,4$ мм.

Шестерня $z = 32$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4 \cdot 32 = 128$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 128 + 2 \cdot 4 = 136$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 128 - 2,4 \cdot 4 = 118,4$ мм.

Шестерня $z = 50$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4 \cdot 50 = 200$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 200 + 2 \cdot 4 = 208$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 200 - 2,4 \cdot 4 = 190,4$ мм.

Длина зуба $b = 0,2a = 0,2 \cdot 164 = 32$ мм, $a = \frac{z_1 + z_2}{2} m = 164$ мм.

Для третьей ступени выбираем модуль $m = 4,5$.

Шестерня $z = 45$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 45 = 202,5$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 202,5 + 2 \cdot 4,5 = 211,5$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 202,5 - 2,4 \cdot 4,5 = 191,7$ мм.

Шестерня $z = 30$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 30 = 135$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 135 + 2 \cdot 4,5 = 144$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 135 - 2,4 \cdot 4,5 = 124,2$ мм.

Шестерня $z = 60$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 60 = 270$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 270 + 2 \cdot 4,5 = 279$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 270 - 2,4 \cdot 4,5 = 259,2$ мм.

Шестерня $z = 18$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 18 = 81$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 81 + 2 \cdot 4,5 = 90$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 81 - 2,4 \cdot 4,5 = 70,2$ мм.

Шестерня $z = 72$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 72 = 324$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 324 + 2 \cdot 4,5 = 333$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 324 - 2,4 \cdot 4,5 = 313,2$ мм.

Длина зуба $b = 0,2a = 0,2 \cdot 202,5 = 40$ мм, $a = \frac{z_1 + z_2}{2} m = 202,5$ мм.

Для конической пары шестерен выбираем модуль $m = 4,5$.

Угол делительного конуса для обеих шестерен $\delta_{1,2} = 45^\circ$.

Длина образующей делительного конуса $L = 0,5m\sqrt{z_1^2 + z_2^2} =$
 $= 0,5 \cdot 4,5\sqrt{56^2 + 56^2} = 178,19$ мм.

Длина зуба $b = 0,285L = 0,285 \cdot 178,19 = 50$ мм.

Диаметр делительной окружности $d_c = mz = 4,5 \cdot 56 = 252$ мм.

Диаметр окружности выступов $d_{ac} = d_c + 2m \cos \delta = 258,36$ мм.

Диаметр окружности впадин $d_{fe} = d_e - 1,64 \cdot 1,2m \cos 45^\circ = 244,36$ мм.

Для колес $z = 60$ выбираем модуль $m = 4$.

Диаметр делительной окружности $d = mz = 4,5 \cdot 60 = 240$ мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a = d + 2m = 248$ мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f = d - 2,4m = 230,4$ мм.

Длина зуба $b = 0,2 \cdot a = 46$ мм, $a = \frac{z_1 + z_2}{2} m = 240$ мм.

Расчет диаметров валов

Диаметр валов рассчитываются приближенно по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{M \cdot 10^3}{0,2[\tau]_k}},$$

где $M = T$ – крутящий момент, равный вращающему моменту на валу;
 $[\tau]_k$ – допускаемое напряжение на кручение.

$$\text{I вал: } d = \sqrt[3]{\frac{139,7 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 10}} = 45 \text{ мм.}$$

$$\text{II вал: } d = \sqrt[3]{\frac{517,2 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 55 \text{ мм.}$$

$$\text{III вал: } d = \sqrt[3]{\frac{783,4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 60 \text{ мм.}$$

$$\text{IV вал: } d = \sqrt[3]{\frac{3009,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 80 \text{ мм.}$$

$$\text{V вал: } d = \sqrt[3]{\frac{2888,5 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 75 \text{ мм.}$$

V. Определение контактных напряжений и напряжений изгиба, зубьев, зубчатых колес. Выбор материала и термообработки

Определим контактные напряжения в зацеплении δ_n , Н/м по формулам:

$$\text{для цилиндрических колес } \delta_n = K \sqrt{\frac{F_t(i+1)}{d_2 b_2} K_{n\alpha} K_{n\beta} K_{nv}},$$

$$\text{для конических колес } \delta_n = 470 \sqrt{\frac{F_t \sqrt{i+1}}{\vartheta_n d_{c2} b} K_{n\alpha} K_{n\beta} K_{nv}},$$

где K – вспомогательный коэффициент (для прямозубых колес $K = 436$);

$F_t = 2T_2 \cdot 10^3 / d_2$ - окружная сила в зацеплении;

$K_{n\alpha}$ - коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями (для прямозубых колес $K_{n\alpha} = 1$);

ϑ_n - коэффициент вида конических колес (для прямозубых колес $\vartheta_n = 1$).

Определим напряжения изгиба зубьев шестерни и колеса

$$\text{для цилиндрических колес } \sigma_{F2} = Y_{F2} Y_{\beta} \frac{F_t}{b_2 m} K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{F\theta},$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} Y_{F1} / Y_{F2},$$

$$\text{для конических колес } \sigma_{F2} = Y_{F2} Y_{\beta} \frac{F_t}{\Theta_F b m} K_{F\alpha} K_{F\beta} K_F,$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} Y_{F1} / Y_{F2}.$$

где $K_{F\alpha}$ - аналогичен $K_{H\alpha}$;

$K_{F\beta}$ - аналогичен $K_{H\beta}$;

$K_{F\theta}$ - аналогичен K_{θ} ;

Y_{F1} и Y_{F2} - коэффициент формы зуба шестерни и колеса;

$$Y_{\beta} = 1.$$

После определения контактных напряжений и напряжений изгиба подбираем материал и термообработку, обеспечивающие прочность на изгиб и износостойкость.

22:84

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{4140,76(3,84 + 1)}{252 \cdot 32}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,09 = 714,48 \text{ Н/мм}^2;$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 517,2 \cdot 10^3}{252} = 4104,76 \text{ Н};$$

$$v = 2,49 \text{ м/с};$$

$$\sigma_{F2} = 3,61 \cdot 1 \cdot \frac{4104,76}{32 \cdot 3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,07 = 165,16 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 165,16 \cdot \frac{3,48}{3,61} = 182,1 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 40Х.

Термообработка: закалка по сечению HRC 45÷50.

41:41

$$F_t = \frac{2 \cdot 497 \cdot 10^3}{164} = 6060,97 \text{ Н};$$

$$v = 1,62 \text{ м/с};$$

46

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{6060,97(1+1)}{164 \cdot 32}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 679 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,69 \cdot 1 \cdot \frac{5060,97}{32 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 192,19 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 192,19 \cdot \frac{3,69}{3,69} = 192,19 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 40Х.

Термообработка: закалка по сечению HRC 45÷50.

36:46

$$F_t = \frac{2 \cdot 623 \cdot 10^3}{184} = 6771,75 \text{ Н};$$

$$v = 1,45 \text{ м/с};$$

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{6771,75(1,26+1)}{184 \cdot 32}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 716,84 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,661 \cdot \frac{6771,75}{32 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,09 = 211 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 211 \cdot \frac{3,74}{3,16} = 215,64 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 40Х.

Термообработка: закалка по сечению HRC 45÷50.

32:50

$$F_t = \frac{2 \cdot 783 \cdot 10^3}{200} = 7830 \text{ Н};$$

$$v = 1,25 \text{ м/с};$$

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{7830(1,58+1)}{200 \cdot 32}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 789,95 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,65 \cdot 1 \cdot \frac{7830}{32 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,08 = 241 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 241 \cdot \frac{3,78}{3,65} = 249,6 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 40Х.

Термообработка: закалка по сечению HRC 45÷50.

18:72

$$F_t = \frac{2 \cdot 3009,6 \cdot 10^3}{324} = 18577,7 \text{ Н};$$

$$v = 0,8 \text{ м/с};$$

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{18577,7(4+1)}{324 \cdot 40}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 1173 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,61 \cdot 1 \cdot \frac{18577,7}{40 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 344,49 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 344 \cdot \frac{4,1}{3,61} = 391,25 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 18ХГТ.

Термообработка: закалка по сечению HRC 57÷62; сердцевина HRC 30).

45:45

$$F_t = \frac{2 \cdot 3009,6 \cdot 10^3}{324} = 18577,7 \text{ Н};$$

$$v = 0,8 \text{ м/с};$$

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{18577,7(4+1)}{324 \cdot 40}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 1173 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,61 \cdot 1 \cdot \frac{18577,7}{40 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 344,49 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 344 \cdot \frac{4,1}{3,61} = 391,25 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 18ХГТ.

Термообработка: закалка по сечению HRC 57÷62; сердцевина HRC 30).

30:60

$$F_t = \frac{2 \cdot 2392 \cdot 10^3}{270} = 17718,5 \text{ Н};$$

$$v = 1,35 \text{ м/с};$$

$$\sigma_H = 438 \sqrt{\frac{17718,5(2+1)}{270 \cdot 40}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 1173 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,62 \cdot 1 \cdot \frac{17718,5}{40 \cdot 4,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 359,9 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 359,9 \cdot \frac{3,8}{3,62} = 377,79 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 40Х.

Термообработка: закалка по сечению HRC 45÷50.

56:56

$$v = 1,35 \text{ м/с};$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 2888,5 \cdot 10^3}{215,96} = 26750,3 \text{ Н};$$

$$\sigma_H = 470 \sqrt{\frac{26750,3 \sqrt{1^2 + 1}}{252 \cdot 50}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,07 = 842 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F2} = 3,63 \cdot 1 \cdot \frac{26750,3}{50 \cdot 4,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,02 = 395,09 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{F1} = 395,09 \text{ Н/мм}^2.$$

Материал для обоих колес – Сталь 18ХГТ.

Термообработка: закалка по сечению HRC 57÷62; сердцевина HRC 30).

VI. Расчетные схемы валов коробки скоростей

Вал I

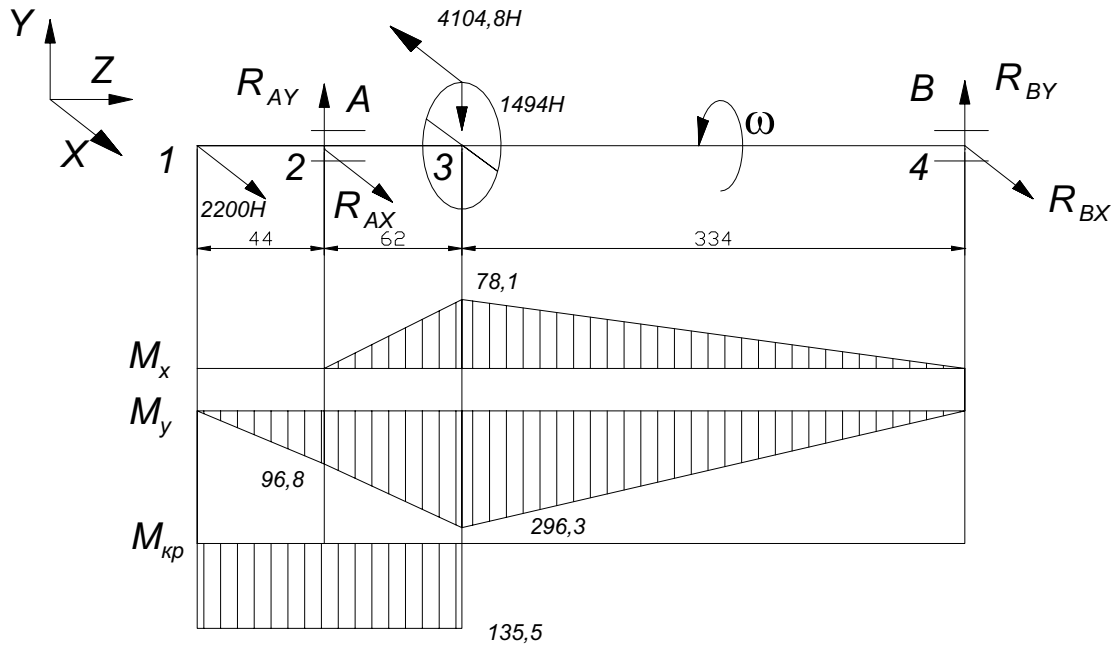


Рис. 4

1. Вертикальная плоскость:

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_2 = 0; 1494 \cdot 0,062 - R_{BY} \cdot 0,396 = 0,$$

$$R_{BY} = 233,9 \text{ Н},$$

$$\sum M_4 = 0; R_{AY} \cdot 0,396 - 1494 \cdot 0,334 = 0,$$

$$R_{AY} = 1260,1 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X:

$$M_{x1} = 0; M_{x2} = 0; M_{x3} = 1260,1 \cdot 0,062 = 78,1 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{x4} = 0.$$

2. Горизонтальная плоскость:

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_2 = 0; -2200 \cdot 0,044 - 4104,8 \cdot 0,062 + R_{BX} \cdot 0,396 = 0,$$

$$R_{BX} = 887,1 \text{ Н},$$

$$\sum M_4 = 0; -2200 \cdot 0,4496 - R_{AX} \cdot 0,396 + 4104,8 \cdot 0,334 = 0,$$

$$R_{AX} = 1017,7 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X :

$$M_{Y1} = 0; M_{Y2} = -2200 \cdot 0,044 = 96,8 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y3} = -2200 \cdot 0,106 - 1017,7 \times \\ \times 0,062 = 296,3 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y4} = 0$$

3. Строим эпюру крутящих моментов

$$M_{\kappa} = M_z = -135,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Определяем суммарные радиальные реакции

$$R_A = \sqrt{1017,7^2 + 1260,1^2} = 1619,7 \text{ Н},$$

$$R_B = \sqrt{887,1^2 + 233,4^2} = 917,4 \text{ Н}.$$

5. Определяем суммарный изгибающий момент в опасном сечении

$$M_3 = \sqrt{78,1^2 + 296,3^2} = 306,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вал II

1. Вертикальная плоскость:

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; -1494 \cdot 0,058 + 2851,3 \cdot 0,322 - R_{BY} \cdot 0,392 = 0,$$

$$R_{BY} = 2121,1 \text{ Н},$$

$$\sum M_4 = 0; -R_{AY} \cdot 0,392 + 1494 \cdot 0,334 - 2851,3 \cdot 0,070 = 0,$$

$$R_{AY} = 763,7 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X :

$$M_{X1} = 0; M_{X2} = -763,7 \cdot 0,058 = -44,3; M_{X3} = -763,7 \cdot 0,322 + \\ + 1494 \cdot 0,264 = 148,5 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{X4} = 0.$$

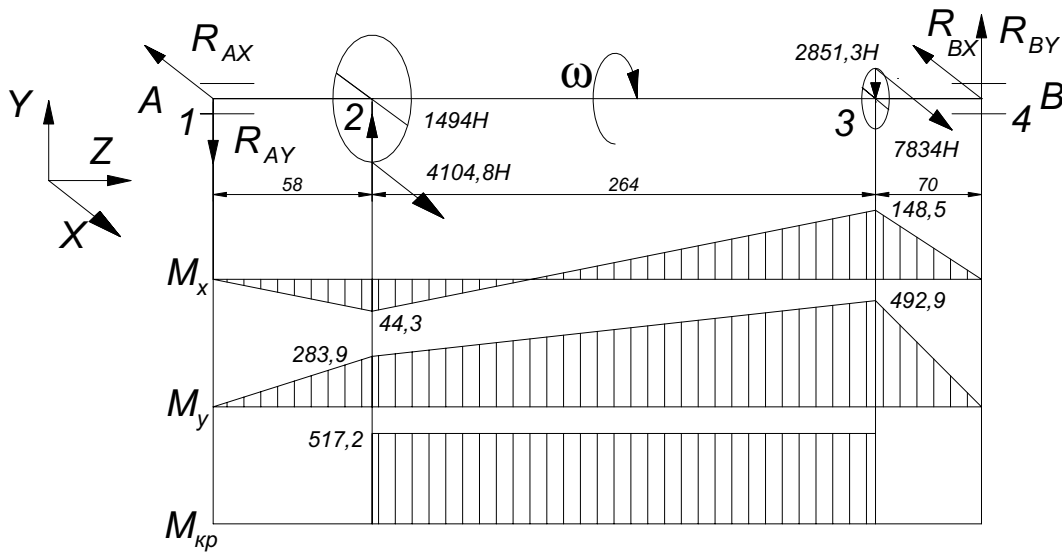


Рис. 5

2. Горизонтальная плоскость:

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; 4104,8 \cdot 0,058 + 7834 \cdot 0,322 + R_{BX} \cdot 0,392 = 0,$$

$$R_{BX} = 7042,4 \text{ Н},$$

$$\sum M_2 = 0; R_{AX} \cdot 0,392 - 4104,8 \cdot 0,334 - 7234 \cdot 0,06070 = 0,$$

$$R_{AX} = 4296,4 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси Y:

$$M_{Y1} = 0; M_{Y2} = 4896,4 \cdot 0,058 = 283,9 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y3} = 4896,4 \cdot 0,322 -$$

$$- 4104,8 \cdot 0,264 = 492,9 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y4} = 0.$$

3. Строим эпюру крутящих моментов

$$M_{кр} = M_z = 517,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Определяем суммарные радиальные реакции

$$R_A = \sqrt{4896,4^2 + 763,7^2} = 4955,6 \text{ Н},$$

$$R_B = \sqrt{7042,4^2 + 2121,1^2} = 7354,9 \text{ Н}.$$

5. Определяем суммарный изгибающий момент в опасном сечении

$$M_3 = \sqrt{148,5^2 + 492,9^2} = 514,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

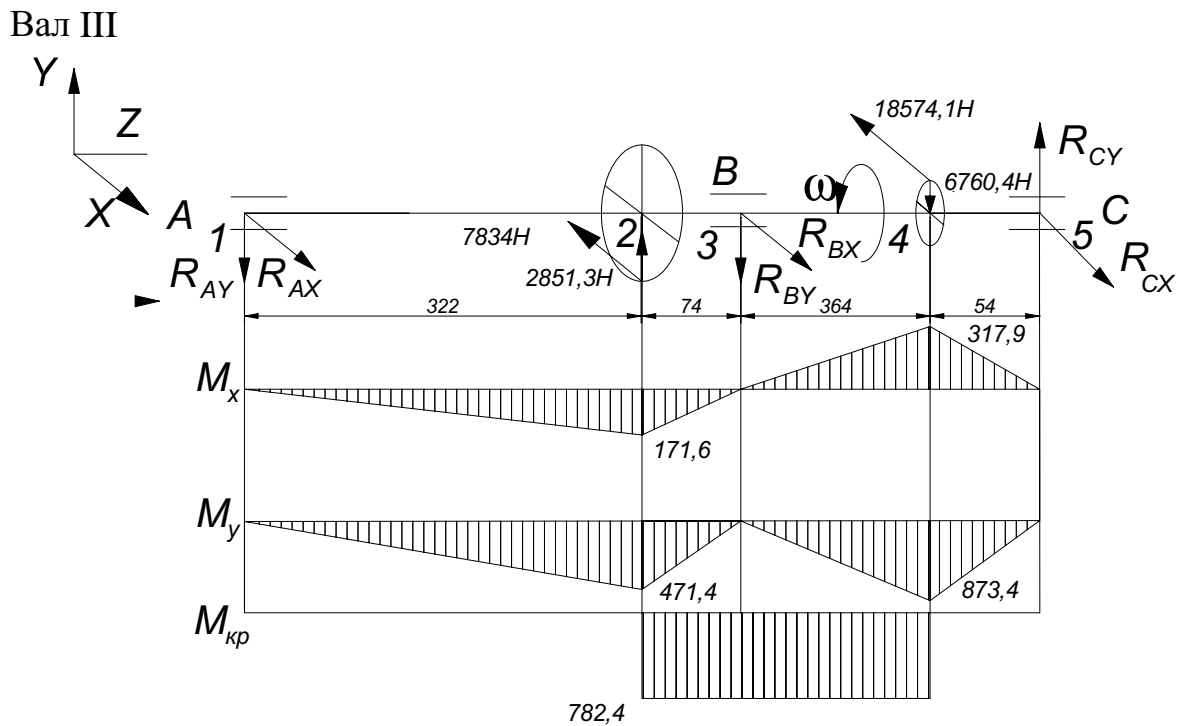


Рис. 6

1. Вертикальная плоскость

слева

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; -2851,3 \cdot 0,322 + R_{BX} \cdot 0,396 = 0,$$

$$R_{BY} = 2318,5 \text{ Н},$$

$$\sum Y = 0; -R_{AY} + 2851,3 - 2318,5 = 0,$$

$$R_{AY} = 532,8 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X:

$$M_{X1} = 0; M_{X2} = -532,8 \cdot 0,322 = -171,6; M_{X3} = 0.$$

справа

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_3 = 0; 6760,4 \cdot 0,364 - R_{CY} \cdot 0,418 = 0,$$

$$R_{CY} = 5887 \text{ Н},$$

$$\sum Y = 0; R_{BY} - 6760,42 + 5887 = 0,$$

$$R_{BY} = 873,4 \text{ Н},$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X:

$$M_{X3} = 0; M_{X4} = 873,4 \cdot 0,364 = 317,9; M_{X5} = 0.$$

2. Горизонтальная плоскость

слева

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; -7834 \cdot 0,322 + R_{BX} \cdot 0,396 = 0,$$

$$R_{BX} = 6370,1 \text{ Н},$$

$$\sum X = 0; R_{AX} - 7834 + 6370,1 = 0,$$

$$R_{AX} = 1463,9 \text{ Н},$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси Y :

$$M_{Y1} = 0; M_{Y2} = -1463,90,322 = -471,4 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y3} = 0.$$

справа

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_3 = 0; -18574,1 \cdot 0,364 + R_{CX} \cdot 0,418 = 0,$$

$$R_{CX} = 16174,6 \text{ Н},$$

$$\sum X = 0; R_{BX} - 18574,1 + 16174,6 = 0,$$

$$R_{BX} = 2399,5 \text{ Н}.$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси Y :

$$M_{Y3} = 0; M_{Y4} = -2399,5 \cdot 0,364 = -873,4; M_{Y5} = 0.$$

3. Строим эпюру крутящих моментов

$$M_{кр} = M_z = -783,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Определяем суммарные радиальные реакции

$$R_A = \sqrt{1463,9^2 + 532,8^2} = 1557,9 \text{ Н},$$

$$R_B = \sqrt{16174,6^2 + 5887^2} = 17212,6 \text{ Н}.$$

5. Определяем суммарный изгибающий момент в опасном сечении

$$M_4 = \sqrt{317,9^2 + 873,4^2} = 929,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вал IV

1. Вертикальная плоскость

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; -6760,4 \cdot 0,356 - R_{BY} \cdot 0,418 - 6669,3 \cdot 0,108 + 6669,3 \cdot 0,478 = 0,$$

$$R_{BY} = 145,8 \text{ Н},$$

$$\sum M_3 = 0; -R_{AY} \cdot 0,418 + 6760,4 \cdot 0,062 - 6669,3 \cdot 0,108 + 6669,3 = 0,$$

$$R_{AY} = 914,1 \text{ Н.}$$

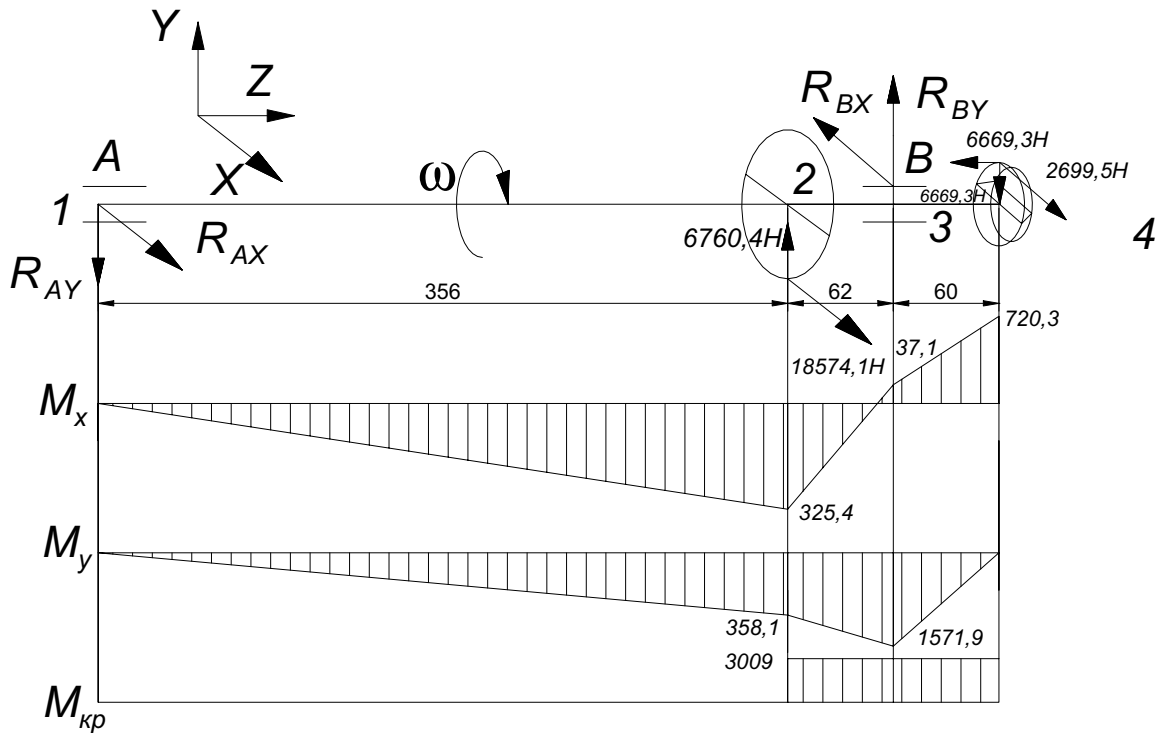


Рис. 7

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси X:

$$M_{X1} = 0; M_{X2} = -914,1 \cdot 0,356 = -325,4; M_{X3} = -914,1 \cdot 0,418 +$$

$$+ 6760,4 = 37,1 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{X4} = 6669,3 \cdot 0,108 = 720,3.$$

2. Горизонтальная плоскость

а) определим реакции в опорах

$$\sum M_1 = 0; 18574,1 \cdot 0,356 - R_{BX} \cdot 0,418 + 26199,5 \cdot 0,478 = 0,$$

$$R_{BX} = 45779,2 \text{ Н.}$$

$$\sum M_3 = 0; -R_{AX} \cdot 0,418 - 18574,1 \cdot 0,062 + 26199,5 \cdot 0,060 = 0,$$

$$R_{AX} = 1005,7 \text{ Н.}$$

б) строим эпюру изгибающих моментов относительно оси Y:

$$M_{Y1} = 0; M_{Y2} = -1005,7 \cdot 0,356 = -358,1; M_{Y3} = -26199,5 \cdot 0,06 =$$

$$= -1571,9 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{Y4} = 0.$$

3. Строим эпюру крутящих моментов

$$M_{кр} = M_z = 3009 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Определяем суммарные радиальные реакции

$$R_A = \sqrt{1005,7^2 + 914,1^2} = 1359 \text{ Н},$$

$$R_B = \sqrt{45779,2^2 + 145,8^2} = 45779,4 \text{ Н}.$$

5. Определяем суммарный изгибающий момент в опасном сечении

$$M_3 = \sqrt{37,1^2 + 1571,9^2} = 1572,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

VII. Проверочный расчет подшипников

Пригодность подшипников определяется сопоставлением расчетной динамической грузоподъемности C_{rp} = базовой C_r .

Расчетная динамическая грузоподъемность C_{rp} определяется по формуле

$$C_{rp} = R_E \sqrt[m]{573\omega \frac{Lh}{10^6}},$$

где $m = 3$ для шариковых подшипников;

$L_h = 10000$ ч для зубчатых передач;

$$R_E = (XVR_r + YR_a)K_\delta K_T \text{ при } \frac{R_a}{VR_r} > C,$$

$$R_E = VR_r K_\delta K_T \text{ при } \frac{R_a}{VR_r} \leq C,$$

где R_a – осевая нагрузка подшипника;

$R_r = R$ - суммарная реакция подшипника;

V – коэффициент вращения ($V = 1$);

X – коэффициент радиальной нагрузки;

K_δ - коэффициент безопасности;

K_T - температурный коэффициент ($K_T = 1$).

Вал I

Подшипник 314

$$R_E = 1 \cdot 1619,7 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1781,7 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 1781,7 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 1352,8 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

Подшипник 407

$$R_E = 1 \cdot 917,4 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1009,1 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 1009,1 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 7662,1 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

Вал II

Подшипник 409

$$R_E = 1 \cdot 4955,6 \cdot 1,1 \cdot 1 = 5451,2 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 5451,2 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 26389,5 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

Подшипник 309

$$R_E = 1 \cdot 7354,5 \cdot 1,1 \cdot 1 = 8090,4 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 8090,4 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 39166,1 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

Вал III

Подшипник 410

$$R_E = 1 \cdot 17212,6 \cdot 1,1 \cdot 1 = 18933,8 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 18933,8 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 78756 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

Вал IV

Подшипник 414

$$R_E = 1 \cdot 45779,4 \cdot 1,1 \cdot 1 = 50357,3 \text{ Н},$$

$$C_{rp} = 50357,3 \sqrt[3]{573 \cdot 76,4 \frac{10000}{10^6}} = 131954 \text{ Н} < C_r \text{ (годен)}.$$

VIII. Описание узла станка

Поворотная головка

Поворотная головка центрируется в кольцевой виточке горловины станины и крепится к ней четырьмя болтами, входящими в Т-образный паз фланца станины.

Шпиндель смонтирован на шариковых и роликовых подшипниках с внутренним натягом в гильзе, которая может двигаться в вертикальной плоскости. Шпиндель получает вращение через пару конических и пару цилиндрических колес, смонтированных в головке, причем последнее колесо сидит на втулке. Так как втулка вращается на независимых подшипниках, то усилия в зацеплении не передаются шпинделю, который связан со втулкой скользящими шпонками. Смазка подшипников осуществляется разбрызгиванием от централизованной системы смазки.

Перемещение гильзы осуществляется с помощью передачи винт – гайка скольжения.

Также в поворотной головке смонтировано устройство электромеханического зажима. Оно предназначено для закрепления инструмента в шпинделе станка. Затяжка и выталкивание инструмента производится с помощью тяги, расположенной внутри шпинделя. Возвратно-поступательное перемещение тяги обеспечивается резьбовым соединением ее со шлицевым валиком, получающим вращательное движение от головки электромеханического зажима инструмента. На конце тяги имеется Т-образная головка, которая соединяется с Т-образным пазом захвата, ввернутого в оправку с фрезой.

Список использованной литературы

1. *Проников А.С.* Расчет и конструирование металлорежущих станков: Высш. шк., 1968. – 431 с.
2. *Тарзиманов Г.А.* Проектирование металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1972. – 312 с.
3. *Пуш В.Э.* Конструирование металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1977. – 390 с.
4. *Иванов М.Н. и Иванов В.Н.* Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. вузов. – М.: Высш. шк., 1975. – 551 с.
5. *Шейнблит А.Е.* Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.
6. *Кучер И.М.* Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1969. – 720 с.
7. *Тихомиров Р.А., Жарков В.Н.* Обоснование технических характеристик приводов металлорежущих станков: Учеб. пособие. – Владимир, 1984. – 68 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агурский М.С.* Экономическая эффективность автоматизации металлорежущих станков. – М., 1968. – 285 с.
2. *Аришинов В.А., Алексеев Г.А.* Резание металлов и режущий инструмент. – М., 1975. – 341 с.
3. *Бушуев В.В.* Основы проектирования станков. – М., 1992. – 407 с.
4. *Ващук Н.М.* Справочник по расчету металлорежущих станков. Красноярск, 1965. – 247 с.
5. *Гжиров Р.И., Серебренницкий П.П.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справ. – Л., 1990. – 588 с.
6. *Воробьева Т.М.* Электромагнитные муфты. М. – Л., 1960. – 197 с.
7. Гидравлическое оборудование: Кат. – справ.: В 2 ч. – М., 1967. Ч.1. – 680 с. Ч.2. – 570 с.
8. *Гусев В.Г., Жарков В.Н.* Методические указания по оформлению технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов. – Владимир, 1998. – 56 с.
9. *Данилевский В.В.* Технология машиностроения. – М., 1972. – 453 с.
10. Детали и механизмы металлорежущих станков: В 2 ч. / Под ред. Д.Н. Решетова. – М., 1972. – Т.1 – 564 с.; Т.2. – 520 с.
11. *Егоров М.Е., Дементьев И.К., Дмитриева В.А.* Технология машиностроения. – М., 1976. – 286 с.
12. *Ермаков В.В.* Гидравлический привод металлорежущих станков. – М., 1963. – 215 с.
13. *Зазарский Е.М., Жолнерчик С.И.* Технология обработки деталей на станках с программным управлением. Л., 1975. – 208 с.
14. *Игумнов Б.Н.* Расчет оптимальных режимов обработки для станков и автоматических линий. – М., 1974. – 294 с.
15. *Ильичев Д.Д.* Системы с электромагнитными муфтами. М.–Л., 1965. – 311 с.
16. *Ковшов А.Н.* Технология машиностроения: Учеб. – М., 1987. – 320 с.
17. *Колесов И.М.* Основы технологии машиностроения: Учеб. – М., 1999. – 591 с.
18. *Корсаков В.С.* Основы технологии машиностроения: Учеб. – М., 1974. – 335 с.

19. *Кочергин А.И.* Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. – Минск, 1991. – 301 с.
20. *Кучер И.М.* Металлорежущие станки. Основы конструирования и расчета. Л., 1971. – 720 с.
21. *Малов А.Н.* Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. – М., 1970. Т.1. – 496 с. Т.2. – 568 с.
22. *Маталин А.А., Дашевский Т.Б., Княжицкий И.И.* Многооперационные станки. М., 1974. – 320 с.
23. Металлорежущие станки / Под ред. В.Э Пуша. – М., 1985. – 256 с.
24. Металлорежущие станки – автоматы / Под ред. А.С. Проникова. – М., 1981. – 318 с.
25. Металлорежущие станки машиностроительных производств / О.В. Таратинова и др.; Под ред. Г.Г. Земскова. – М., 1988. – 464 с.
26. Методические указания к выполнению дипломного проекта по технологии машиностроения / Сост.: Г. Гусев и др. Владим. гос. ун-т. – Владимир, 1992. – 76 с.
27. *Миллер Э.Э.* техническое нормирование труда в машиностроении. – М., 1972. – 284 с.
28. *Монахов Г.А.* Станки с программным управлением: Справ. – М., 1975. – 267 с.
29. *Новожиллов В.И.* Экономика использования металлорежущего оборудования. – Л., 1977. – 244 с.
30. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: В 3 ч. – М., 1974. Ч.1. – 416 с.; Ч.2. – 200 с.; Ч.3. – 360 с.
31. *Орлов П.И.* Основы конструирования: Справ. Метод. пособие: В 2 кн. / Под ред. П.Н. Усачева. – М., 1988. Кн.1 – 560 с.; Кн.2. – 544 с.
32. *Проников А.С.* Расчет и конструирование металлорежущих станков. – М., 1967. – 411 с.
33. *Пронин Б.А., Ревков Г.А.* Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи (вариаторы). – М., 1967. – 387 с.
34. *Пуш А.В.* Шпиндельные узлы: качество и надежность. – М., 1992. – 283 с.
35. *Пуш В.Э.* Конструирование металлорежущих станков. – М., 1977. – 390 с.

36. Расчетные нагрузки станков. Руководящие материалы. – М., 1964. – 197 с.
37. Расчет экономической эффективности новой техники: Справ. / Под ред. К.М. Великанова. – Л., 1985. – 387 с.
38. Руководство к дипломному проектированию ТМС, МРС и инструментам: Учеб. Пособие / Под общ. ред. Л.В. Худобина. – М., 1986. – 288 с.
39. Режимы резания металлов: Справ./ Под ред. Ю.В. Барановского. – М., 1972. – 177 с.
40. *Свирицевский Ю.И., Макейчик Н.Н.* Расчет и конструирование коробок скоростей и подач. – Минск, 1976. – 296 с.
41. *Спиридонов А.А., Федоров В.Б.* Металлорежущие станки с программным управлением. – М., 1977. – 287 с. В 2 т.
42. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. Н.С. Кована. – М., 1972. Т.1 – 411 с.; Т.2 – 396 с.
43. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева – Л., 1987. – 846 с.
44. Справочник технолога. Обработка материалов резанием / Под общ. ред. А.А. Панова. – М., 1988. – 736 с.
45. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова, А.Н. Панова. – М., 1985. Т.1 – 656 с.; Т.2 – 496 с.
46. Станки с программным управлением: Справ. – М., 1975. – 286 с.
47. Станки с числовым программным управлением. / Под общ. ред. В.А. Лещенко. – М., 1988. – 568 с.
48. *Тарзиманов Г.А.* Проектирование металлорежущих станков. – М., 1973. – 263 с.
49. Технология машиностроения: Учеб. в 2 т. / Под общ. ред. Г.Н. Мельникова. – М., 1999. Т.1 – 640 с.
50. Технология машиностроения (специальная часть): Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов / Под ред. А.А. Гусева. – М., 1986. – 480 с.
51. *Шаумян Г.А.* Комплексная механизация производственных процессов. – М., 1973. – 415 с.
52. *Фигатнер А.М.* Прецизионные подшипники качения современных металлорежущих станков. – М., 1981. – 72 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Цель курсового проекта.....	
Темы курсовых проектов.....	
Объем и структура расчетно-пояснительной записки.....	
Объем и содержание графической части.....	
Порядок выполнения и защиты курсового проекта.....	
Приложения.....	
Список рекомендуемой литературы.....	

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Методические указания и контрольные задания
для выполнения курсового проекта студентами заочного отделения
специальности 120100

Составители

ТИХОМИРОВ Рудольф Анатольевич

ЖАРКОВ Владимир Николаевич

Ответственный за выпуск – зав.кафедрой профессор В.В. Морозов

Редактор Р.С. Кузина

Корректор К.К. Данилова

Верстальщик Е.Г. Радченко

ЛР № 020275. Подписано в печать 02.12.02.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл.-печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 4,45. Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра технологии машиностроения

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Методические указания и контрольные задания для выполнения
курсового проекта студентами заочного отделения
специальности 120100

Составители
Р.А. ТИХОМИРОВ
В.Н. ЖАРКОВ

Владимир 2003