

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет

Филиал БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ»**

Минск 2022

Методические указания к выполнению курсового проекта обсуждены и одобрены цикловой комиссией металлорежущих станков и технологии материалов. Протокол заседания 09.09.2022 № 2.

Председатель цикловой комиссии

И.П. Харитонова

Жданович В.В.

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Металлорежущие станки». Специальность 2-360103-01 «Технологическое оборудование машиностроительного производства (производственная деятельность)»: Методические указания. – Минск: Филиал БНТУ «МГМК», 2022. – 48 с., ил.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект по дисциплине «Металлорежущие станки» по специальности 2-360103 «Технологическое оборудование машиностроительной отрасли» выполняется в ходе учебного процесса на заключительном этапе изучения дисциплины.

Курсовое проектирование систематизирует, углубляет и закрепляет знания, полученные учащимся во время теоретических и практических занятий. Курсовое проектирование должно научить учащегося пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, нормами времени и т. д., умело сочетать умения и навыки, полученные на технологической практике с теоретическими знаниями.

При курсовом проектировании особое внимание уделяется индивидуальной деятельности учащихся с целью формирования навыков самостоятельной работы при решении профессиональных задач, творческого анализа типовых кинематических схем.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка курсового проекта состоит из частей, приведенных в содержании методического указания.

Пояснительную записку следует оформлять в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и (или) с принятым стандартом учебного заведения (выполняется на листах писчей бумаги формата А4 инженерным почерком или набирается на компьютере). Её содержание необходимо иллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами, графиками.

1. Введение

Введение – вступительная часть к разработке курсового проекта должна быть логически связана с основной частью и отражать состояние вопроса по объекту проектирования. В содержании введения рекомендуется включать значение для народного хозяйства задач, решаемых в проекте, существующие в машиностроении, других родственных отраслях, способы решения поставленной задачи, тенденции развития и применения в Республике Беларусь.

2. Общие сведения о базовой модели станка

2.1. Назначение и область применения станка

Обязательно выполнить следующие этапы.

Необходимо описать:

- для выполнения каких операций предназначен станок, и какой режущий инструмент может использоваться на станке;
- какого типа детали могут обрабатываться на станке, какой сложности и какого размера;
- в каком типе производства экономически эффективно применять станок; объяснить почему;
- достоинства и недостатки модели станка;
- классификационный анализ модели станка по различным признакам;
- технические характеристики станка.

В этом разделе пояснительной записки для станков проектируемой группы следует описать их назначение (виды работ, выполняемые на станках). Описание желательно иллюстрировать схемами, рисунками, чертежами.

Указать, в каком типе производства экономически эффективно применять станок заданного типа, объяснить – почему.

Далее следует изучить, систематизировать и описать типовые компоновки станков проектируемого типа. На соответствующих рисунках изобразить эти компоновки (общие виды станков), обозначить на них и описать основные узлы и движения станков.

В следующем пункте приводится подробное и систематизированное описание технологической оснастки, применяемой в станках проектируемого типа по группам: режущий и вспомогательный инструмент, станочные приспособления.

Описать конструкцию базовых присоединительных поверхностей станка для установки на него режущего и вспомогательного инструмента, станочных приспособлений. Для этого следует изучить стандарты, устанавливающие конструкции концов шпинделей, хвостовики вспомогательного и режущего инструментов (приложение 3).

2.2. Компоновка станка, узлы и движения

Обязательно выполнить следующие этапы.

- Необходимо изобразить схему обработки на станке (инструмент и заготовка – произвольные). Схема обработки включает:

- изображение заготовки;
- режущего инструмента;
- указание основных движений, необходимых для обеспечения процесса резания, а также для получения необходимых размеров детали.

Перед изображением компоновки, дается описание особенностей конструктивного исполнения станка (в отношении компоновки: горизонтальная, вертикальная, наклонная, традиционная, нетрадиционная и т.д.).

– Изображается компоновка станка в изометрии (схема должна содержать все основные узлы и направляющие, мелкие детали не изображаются).

– на схеме компоновки делаются выноски с указанием названия всех основных узлов и механизмов.

– на схеме обозначаются основные движения станка, а также вспомогательные движения (обозначаются стрелками на узлах, совершающих данное движение, движения подписываются $D_{г}$, $D_{верт}$ и т.д.).

– Под схемой даются описания назначения всех узлов.

2.3. Анализ кинематики станка

Обязательно выполнить следующие этапы.

– приводы каких основных движений существуют в станке и какие узлы перемещаются от каждого из приводов.

– структурно изобразить эти приводы в контурах компоновки данного станка (примеры см. [4, с. 27, 170, рисунок 122, с. 148, рисунок 103, с. 138, рисунок 95, с. 52, рисунок 26 а]).

– уточнить, приводы взаимосвязанные или обособленные от отдельных ИД, объяснить почему.

– описать каждый привод станка по следующей структуре:

- 1) назначение привода;
- 2) технические характеристики привода;
- 3) вид и тип источника движения (ИД) и исполнительного органа (ИО), перечислить механизмы, меняющие характер движения (вращательное в поступательное, постоянное в прерывистое, вращательное в возвратно-поступательное и т. д.), а так же другие передающие механизмы;

4) указать способ изменения скорости ИО привода (или способы изменения общего передаточного отношения), назвать орган настройки привода;

5) кинематическая настройка:

- условие согласования с указанием размерности;
- УКБ в общем виде;
- формула настройки;

6) настройка привода на наименьшее и наибольшее движения:

– сравнить полученные данные с паспортными данными.

3. Разработка технической характеристики станка

3.1. Определение основных характеристик станка

Обязательно выполнить следующие этапы.

С помощью составления УКБ описывают все возможные варианты включения кинематических цепей привода, УКБ располагают их от max до min, например: «...скоростное регулирование привода – ступенчатое, имеется 18 вариантов включения, т.е. 18 скоростей...»

$$n_{шп.18} = n_{дв} \cdot \dots = 1500 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{шп.17} = n_{дв} \cdot \dots = 1250 \text{ мин}^{-1} \text{ и т.д.}$$

Определение характеристик привода, таких как $M_{кр}$, N , $N_{вых}$.

Можно использовать следующие формулы:

$$M_{кр} = 9,55 \cdot \frac{N_{дв}}{n}$$

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

$$N = M_{кр} \omega$$

$$N_{вых} = N_{вх} \eta_{з.п} \eta_{р.п} \eta_{п.к} \cdot \dots$$

Подставлять значения необходимо строго соблюдая размерность:

- осевая сила – $Q_{осев}$, Н
- крутящий момент – $M_{кр}$, Н·м;
- мощность – N , Вт;
- угловая скорость – ω , рад/с;
- частота вращения – n , мин⁻¹,
- линейная скорость – v , м/с

Определяют общее передаточное отношение кинематической цепи при каждом включении ($i_{общ1}$, $i_{общ2}$ и т.д.) и общее передаточное отношение органа настройки цепи ($i_{общ.орг.н}$).

По результатам данных расчетов определяют диапазон привода R и знаменатель геометрической прогрессии φ (необходимо определить значение знаменателя геометрической прогрессии; стандартные значения $\varphi = 1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2$)

$$R = \frac{n_{max}}{n_{min}}$$

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{max}}{n_{min}}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 — Результаты расчета базовой модели

Ряд частот	$n_{шп}$, мин ⁻¹	N , Вт	$M_{кр}$, Н·м или ($Q_{осев}$, Н)	ω , рад/с	$i_{общ}$	$i_{общ.орг.н}$	φ	D
Z								
Z-1								
и т.д.								

3.2. Расчет диапазона регулирования приводов главного движения и подач станка

Скорости рабочих движений станка зависят от рекомендуемых режимов резания при обработке заданного множества деталей. Выбор диапазона регулирования скоростных характеристик станка осуществляют на основе статистических данных об использовании станков в реальных условиях производства. Такие данные в проекте определяются заданием на проектирование.

Для определения диапазона регулирования привода (n_{\min} , n_{\max}) по заданным диаметрам обработки, материалам обрабатываемых деталей и инструмента и других параметров следует рассчитать диапазон скоростей v_{\min} , v_{\max} .

Расчет наименьшей и наибольшей

Определив таким образом предельные значения (диапазон) скорости v главного движения и диаметров D заготовок (инструмента), рассчитывают *минимальную* и *максимальную* частоты вращения шпинделя (т.е. исходные величины для проектирования коробки скоростей):

$$n_{\min} = \frac{1000v_{\min}}{\pi D_{\max}}; n_{\max} = \frac{1000v_{\max}}{\pi D_{\min}}, \quad (3.1)$$

где v_{\min} , v_{\max} и D_{\min} , D_{\max} – предельные значения соответственно скоростей главного движения, м/мин, и диаметров заготовок (инструмента), мм.

Диапазон регулирования частот вращения:

$$R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} \frac{D_{\max}}{D_{\min}} = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} \frac{D_{\max}}{D_{\min}} \quad (3.2)$$

Полученный при расчете диапазон R_n *рекомендуется* увеличивать на 20...25 % (резерв на совершенствование процессов обработки).

4. Кинематический расчет привода главного движения станка

4.1. Выбор исходных данных

Из формулы $R_n = \varphi^{s-1}$, где s – число ступеней скорости, φ – знаменатель геометрического ряда, определяют *число ступеней скорости* привода, прологарифмировав левую и правую части:

$$\lg R_n = (s-1) \cdot \lg \varphi; \Rightarrow s-1 = \frac{\lg R_n}{\lg \varphi}; s = \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} + 1 \quad (4.1)$$

Для определения s предварительно выбирают *рекомендуемый* знаменатель ряда φ (табл. 3.2).

Таблица 3.2 — Рекомендуемые значения φ

Группа станков	φ
Автоматы и тяжелые станки (важна точная настройка на заданный режим резания)	1,12

Универсальные токарные, сверлильные и другие станки	1,26; 1,41
Станки, обработка на которых не требует точной настройки на режим резания из-за большого вспомогательного времени.	1,58; 1,78

После выбора φ вычисляют число ступеней s по формуле (3.3) и *корректируют* его так, чтобы оно было целым и разлагалось на множители 2 и 3, что связано с применением двух или трех (реже четырех) передач между смежными валами. Этому требованию удовлетворяют *рекомендуемые* значения: $s = (2); 3; 4; 6; 8; (9); 12; (16); 18; 24, (27; 32; 36)$.¹

Таблица 3.3 — Рекомендуемые значения R_n и s для станков с вращательным главным движением

Группа станков	R_n	s
Токарные средних размеров	50...200	18...24
Токарно-револьверные станки и полуавтоматы	30...50	8...16
Токарно-карусельные	50...100	18...24
Вертикально-сверлильные	8...45	5...12
Радиально-сверлильные	25...125	8...22
Фрезерные горизонтальные и вертикальные	30...80	12...20

Однако, корректировка вычисленного s вызывает необходимость корректировки R_n и, следовательно, n_{\min} или n_{\max} (или обеих величин). Окончательные значения n_{\min} и n_{\max} следует *выбирать* из стандартного ряда частот вращения (прилож. 1). Для наиболее оптимального выбора s , n_{\min} и n_{\max} следует провести расчет при другом, близком значении φ .

Пример. Пусть для универсального вертикально-сверлильного станка вычислены $n = 50...1150 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{1150}{50} = 23.$$

По табл. 3.2. рекомендуется $\varphi = 1,26 (1,41)$. При возможности желательно принимать бóльший знаменатель φ , так как это упрощает расчёты и конструкцию коробки скоростей – потребуется меньшее количество ступеней s при том же диапазоне регулирования R_n . При $\varphi_1 = 1,41$ по формуле (3.3)

$$s = \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} + 1 = \frac{\lg 23}{\lg 1,41} + 1 = \frac{1,3617}{0,1492} + 1 = 10,1. \text{ Примем } s = 12 \text{ ступеней.}$$

В стандартном ряду частот вращения для $\varphi = 1,41$ (см. прилож. 1) есть $n = 22,4; 31,5$ и 45 мин^{-1} . То есть возможны следующие пределы частот вращения при $s = 12$ ступеней: $22,4...1000; 31,5...1400; 45...2000 \text{ мин}^{-1}$.

Можно принять и $s = 10$, тогда определяют другие варианты предельных частот вращения. Однако, следует иметь в виду, что если принять s меньше расчётного (пусть даже на очень малую величину), то и диапазон регулирова-

¹ В скобках – не предпочтительные значения s .

ния окажется меньше расчётного. А это значит, что хотя бы одна вычисленная предельная частота вращения (n_{\min} или n_{\max}) в принятый ряд частот вращения не войдёт. Тем более что принятый по стандарту ряд частот вращения начинается или заканчивается не вычисленными значениями n_{\min} и n_{\max} , а ближайшими стандартными, что также сдвигает вычисленные частоты вращения за пределы принятого ряда частот.

Так как в табл. 3.2 рекомендуется два знаменателя ϕ , то те же расчёты нужно выполнить для $\phi_2 = 1,26$. Все полученные варианты сведены в табл. 3.4².

Таблица 3.4

ϕ	s	Вариант		
		1	2	3
1,41	12	22,4...1000	31,5...1400	45...2000
	10	31,5...710	45...1000	63...1400
1,26	16	31,5...1000	40...1250	50...1600
	12	50...630	80...1000	100...1250

4.2. Выбор структуры и построение структурной сетки

При разработке кинематической схемы коробки скоростей, вычислив s , составляют структурную формулу, строят структурную сетку, а затем график частот вращения. Каждый шаг должен рассматриваться в вариантах, из которых один, *наиболее эффективный*, выбирают для проработки на последующем этапе.

Структурная формула (формула структуры) показывает количество групп передач, порядок их конструктивного расположения и кинематический порядок. Например, структурная формула $s = 12 = 2_2 \cdot 3_3 \cdot 2_1$ означает, что должно быть три группы передач ($p_1 = 2$; $p_2 = 3$; $p_3 = 2$) в указанном конструктивном порядке, а *кинематический порядок* этих передач обозначен индексами (2; 3; 1). От кинематического порядка групп зависит *характеристика* каждой группы передач, которая нарастает от группы к группе.

Согласно этому порядку **одна из групп (любая) является основной, для нее $x = 1$. Характеристика каждой последующей в кинематическом порядке группы (второй, третьей и других переборных групп) равна произведению чисел передач p всех групп, предшествующих в кинематическом порядке.**

Для структурной формулы $s = 12 = 2_2 \cdot 3_3 \cdot 2_1$ основной группой в кинематическом порядке является третья, затем – первая и вторая.

Тогда характеристики этих групп:

основная	– $x_3 = 1$	$x_1 = 2$;
первая переборная	– $x_1 = 2$	или $x_2 = 4$;
вторая переборная	– $x_2 = 2 \cdot 2 = 4$	$x_3 = 1$.

² Полужирным шрифтом выделены наиболее целесообразные варианты; из них предпочтительны те, которые относятся к $\phi = 1,41$. Наиболее оптимальным является интервал 31,5...1400, так как он охватывает исходные (вычисленные) предельные частоты вращения и требует меньше ступеней скорости s . Кроме того, учитывает рекомендацию увеличения R_n на 20 % ($1,2 \cdot 1150 = 1380 \text{ мин}^{-1}$), хотя она и *необязательна*.

Каждой выбранной структурной формуле однозначно соответствует структурная сетка, которая отличается от графика частот вращения обязательной симметричностью. Постоянные (одиночные) передачи в сетке не отражаются. Она не показывает частоты вращения и передаточные величины, а лишь отражает соотношение между передаточными величинами в каждой группе, т.е. число интервалов ($\lg\phi$) между концами соседних лучей.

Пусть, например, выбрана структура $s = 12 = 2_2 \cdot 3_3 \cdot 2_1$. Для построения структурной сетки (рисунок 4.1) проводят горизонтальные линии, соответствующие валам, – на одну больше, чем число сомножителей в структурной формуле. Вертикально проводят s линий – по числу ступеней скорости. Сбоку пишут число передач p_i и характеристику x_i для каждой группы передач в конструктивном порядке.

Построение структурной сетки начинают с точки O . Из каждой выделенной точки проводят столько лучей, сколько передач p в данной группе, причем число интервалов $\lg\phi$ между концами смежных лучей равно характеристике x данной группы.

В структуре $s = 12 = 3_1 \cdot 2_2 \cdot 2_3$ (рисунок 4.3, а) другой порядок расположения групп. Тройная передача оказалась в начале и стала основной.

Если необходимо искусственно уменьшить число ступеней скорости s , не изменяя сомножителей в структурной формуле (кратных 2 и 3), то следует характеристику последней в кинематическом порядке группы уменьшить на разность между числом ступеней, которое получается из сомножителей и числом ступеней, которое требуется получить.

Пример. Пусть требуется $s = 10$ ступеней. При этом сомножители в структурной формуле должны быть 2 и 3.

Примем следующую структурную формулу $s' = 12 = 3_1 \cdot 2_2 \cdot 2_3$. Но структурную сетку (рисунок 4.2) построим с измененной характеристикой последней группы передач (уменьшив ее на $12 - 10 = 2$). Тогда каждую из двух частот вращения (5 и 6) можно получить двумя разными вариантами передач.

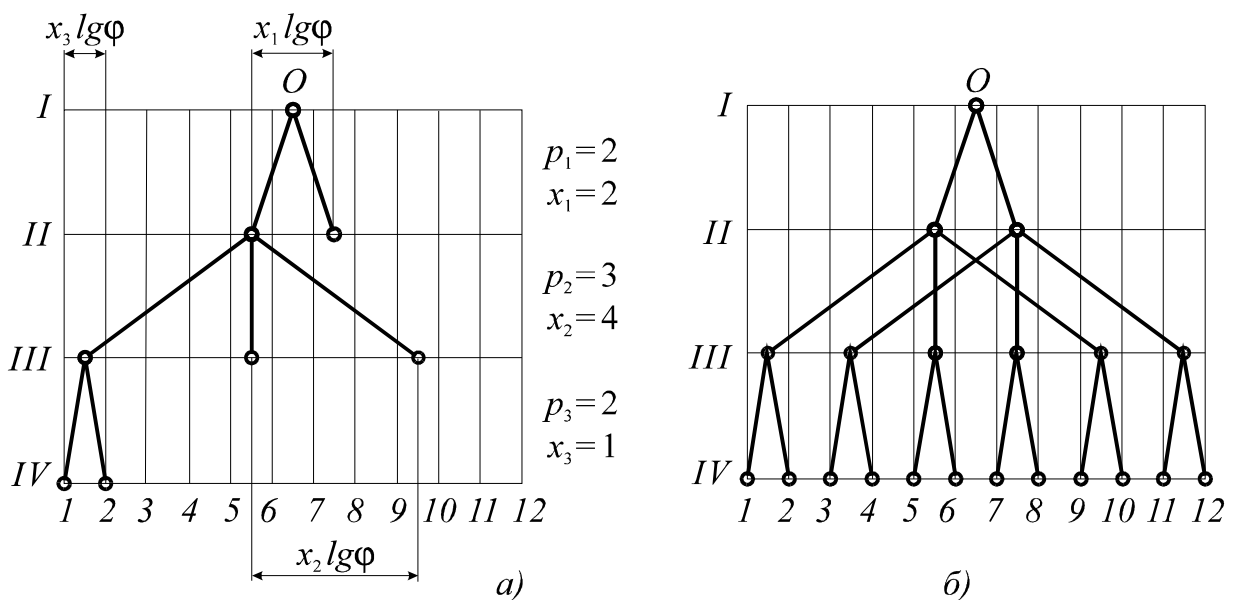


Рисунок 4.1 — Построение структурной сетки для $s = 12 = 2_2 \cdot 3_3 \cdot 2_1$:

а – начало построения; б – полная сетка.

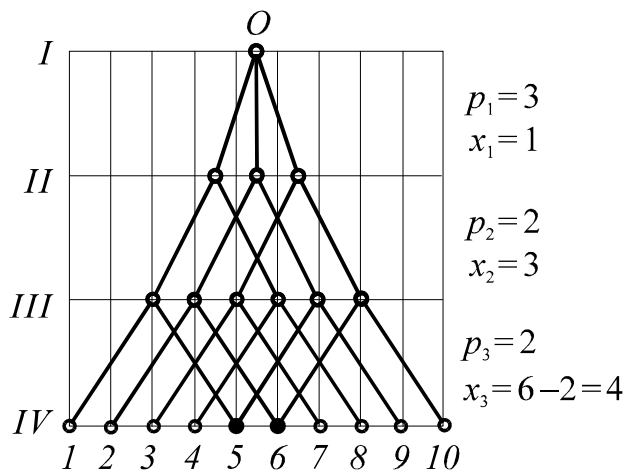


Рисунок 4.2 — Структурная сетка с измененной характеристикой для $s = 12 (10) = 3_1 \cdot 2_2 \cdot 2_3$

При сравнении вариантов структурных сеток необходимо обращать внимание в первую очередь на размах *крайних* лучей, выходящих из одной точки (в каждой группе). Число интервалов ($\lg \varphi$) между концами таких лучей определяет диапазон регулирования R_p в группе.

При выборе структурной формулы, а значит и рациональной структуры привода, необходимо придерживаться некоторых условий.

Поскольку для цилиндрической прямозубой передачи установлен *предел передаточной величины*³

$$\frac{1}{4} \leq i \leq 2 \quad (3.4)$$

максимально допустимый условием (3.4) диапазон регулирования в группе $R_{p_{max}} = \frac{i_{max}}{i_{min}} = 2 : \frac{1}{4} = 8$, т.е. наибольший допускаемый коэффициент редукции в группе (от i_{min} до i_{max}) определяется по формуле:

$$\varphi^k \leq 8 \quad (3.5)$$

где k – число интервалов между крайними (внешними) лучами группы передач.

Прологарифмировав обе части неравенства (3.5), получим

$$k \cdot \lg \varphi \leq \lg 8 \text{ откуда } k \leq \frac{\lg 8}{\lg \varphi} \quad (3.6)$$

Таким образом, каждому φ соответствует *максимально допустимое число k интервалов шкалы*, охватываемых диапазоном регулирования R_p в группе, что позволяет выдержать условие (3.4). Допустимое число интервалов k , рассчитанных по условию (3.6), приведено в табл. 3.4.

Таблица 3.5 — Допустимое число интервалов $\lg \varphi$ для *прямозубых* передач *коробок скоростей*

Допустимое число интервалов		Знаменатель ряда φ				
		1,12	1,26	1,41	1,58	1,78
на структурной сетке (k)		18	9	6	4	3
на графике частот для передач:	повышающих	6	3	2	1	1
	понижающих	12	6	4	3	2

³ Чрезмерная редукция ($i \leq \frac{1}{4}$) *нежелательна* из-за неоправданного возрастания габаритных размеров передач: диаметр ведущего колеса принимают обычно минимально возможным ($z_{min} = 17 \dots 20$ зубьев), поэтому чем меньше i , тем больше число зубьев, а следовательно, и диаметр ведомого колеса. Повышение скорости в передачах ограничено еще больше ($i \geq 2$), так как оно неблагоприятно с точки зрения динамики: возрастают вибрации, шум, изнашивание, потери энергии.

Однако, *при необходимости*, можно не очень строго придерживаться этого ограничения.

Варианты структурных сеток, не удовлетворяющих данному ограничению, следует не принимать во внимание при поиске структурной формулы.

Чтобы не приближаться к i_{\min} и i_{\max} , стремятся к структурам с меньшими R_p . Кроме того, *рекомендуется* цепь редукции i_{\min} строить так, чтобы выполнялось условие:

$$i_{\min(P_1)} \geq i_{\min(P_2)} \geq i_{\min(P_3)} \geq \dots \quad (3.7)$$

Для этого R_p в последних группах передач должно быть больше, чем в первых.

При разработке кинематической структуры надо стремиться к наименьшему числу валов, передач, зубчатых колес. Для уменьшения радиальных размеров и унификации чисел зубьев колес в группе передач желательно выдерживать соотношение:

$$i_{\min} \cdot i_{\max} = 1 \quad (3.8)$$

При этом крайние лучи, выходящие из одной точки, на графике частот вращения располагаются симметрично.

Для выбора рациональной структуры привода не требуется пересматривать все возможные варианты структурных сеток. Уже при выборе структурной формулы надо руководствоваться следующими рекомендациями:

1) **группы с большим числом передач (три, тем более четыре) следует располагать ближе к двигателю**, так как чем больше колес на быстроходных (и менее нагруженных большими моментами) валах, тем больше выигрыш в массе деталей, габаритах узла;

2) **в кинематическом порядке в качестве последней переборной группы обычно принимают группу с минимальным числом передач**, иначе сочетание максимальной характеристики χ и большого числа передач p может дать слишком большой диапазон регулирования R_p в группе;

3) **последнюю переборную группу следует располагать в конце структуры**; в этой группе из-за большого диапазона регулирования, который нарастает в кинематическом порядке, передаточные величины близки к предельным; поэтому, в последней переборной группе неизбежна большая редукция и для выполнения условия (3.7) требуется, чтобы она была в конце структуры.

Другими словами, для уменьшения габаритов и массы привода большее число его элементов должно работать в области более высоких скоростей. Этому соответствуют приводы, у которых *число передач* в группах *уменьшается*, а *характеристика увеличивается* в цепи передач *от двигателя к шпинделю*.

Структура по рисунку 4.3, *а* удовлетворяет всем рекомендациям, однако она возможна только при $\varphi \leq 1,41$ (в противном случае $R_{p_3} > 8$). Структура по рисунку 4.1, *б* при $\varphi = 1,41$ неприемлема по той же причине. При $\varphi = 1,26$ она возможна, но нерациональна, т.к. нарушены все рекомендации о порядке расположения групп и кинематическом порядке.

Вообще, предпочтительны структуры, у которых в структурной сетке лучи первых групп передач располагаются более компактно.

4.3. Построение графика частот вращения

После принятия рациональной структурной сетки строят график частот вращения. График показывает частоты вращения валов n при всех комбинациях включенных передач и передаточные отношения всех передач. До построения графика должна быть намечена кинематическая схема, поскольку в графике следует учесть одиночные передачи, служащие для связи коробки скоростей с двигателем или со шпинделем, для реверсирования или создания определенной компоновки.

Для примера построим график частот вращения коробки скоростей при условии $n = 31,5 \dots 1400 \text{ мин}^{-1}$ и $\varphi = 1,41$, выбрав структуру $s = 12 = 3_1 \cdot 2_2 \cdot 2_3$. Структурная сетка – на рисунке 4.3, а. Кинематическая схема (рисунок 4.3, з) содержит три группы передач и одну одиночную передачу, введенную для связи двигателя с коробкой скоростей.

Для построения графика частот вращения надо провести и пронумеровать горизонтальные линии, соответствующие валам, и вертикальные, каждая из которых соответствует определенной частоте вращения (рисунок 4.3, б).

График начинают строить от точки n_{\min} ($31,5 \text{ мин}^{-1}$) на линии последнего вала (V), руководствуясь требованиями табл. 3.4 и условиями (3.7), (3.8). Из этих условий следует, что пределы передаточной величины (условие (3.4)) определяют допустимый наклон лучей, т.е. допускаемое число m перекрываемых лучом интервалов $\lg\varphi$ шкалы частот вращения при выбранном φ .

Первым проводят луч i_7 (это i_{\min} в группе $p_3 = 2$). Чтобы не выходить за пределы передаточной величины по условию (3.4) при $\varphi = 1,41$ по табл. 3.4 луч понижающей передачи должен перекрывать не более четырех интервалов $\lg\varphi$ (при понижающей передаче и $m = 4$ $i_7 = \frac{1}{\varphi^m} = \frac{1}{1,41^4} = \frac{1}{4}$). Так как у лучей i_7 и

i_8 (i_{\max} в группе $p_3 = 2$) общее начало, а расстояние между концами этих лучей определено структурной сеткой (шесть интервалов), то от выбора i_7 зависит значение i_8 . Луч i_8 по табл. 3.4 не должен перекрывать более двух интервалов $\lg\varphi$ (при повышающей передаче и $m = 2$ $i_8 = \varphi^m = 1,41^2 = 2$). Таким образом, если лучи i_7 и i_8 должны соответственно перекрывать не более четырёх и двух интервалов $\lg\varphi$ и между их концами должно быть шесть интервалов $\lg\varphi$, то их положение на графике не может варьироваться – оно определено единственно возможным образом.

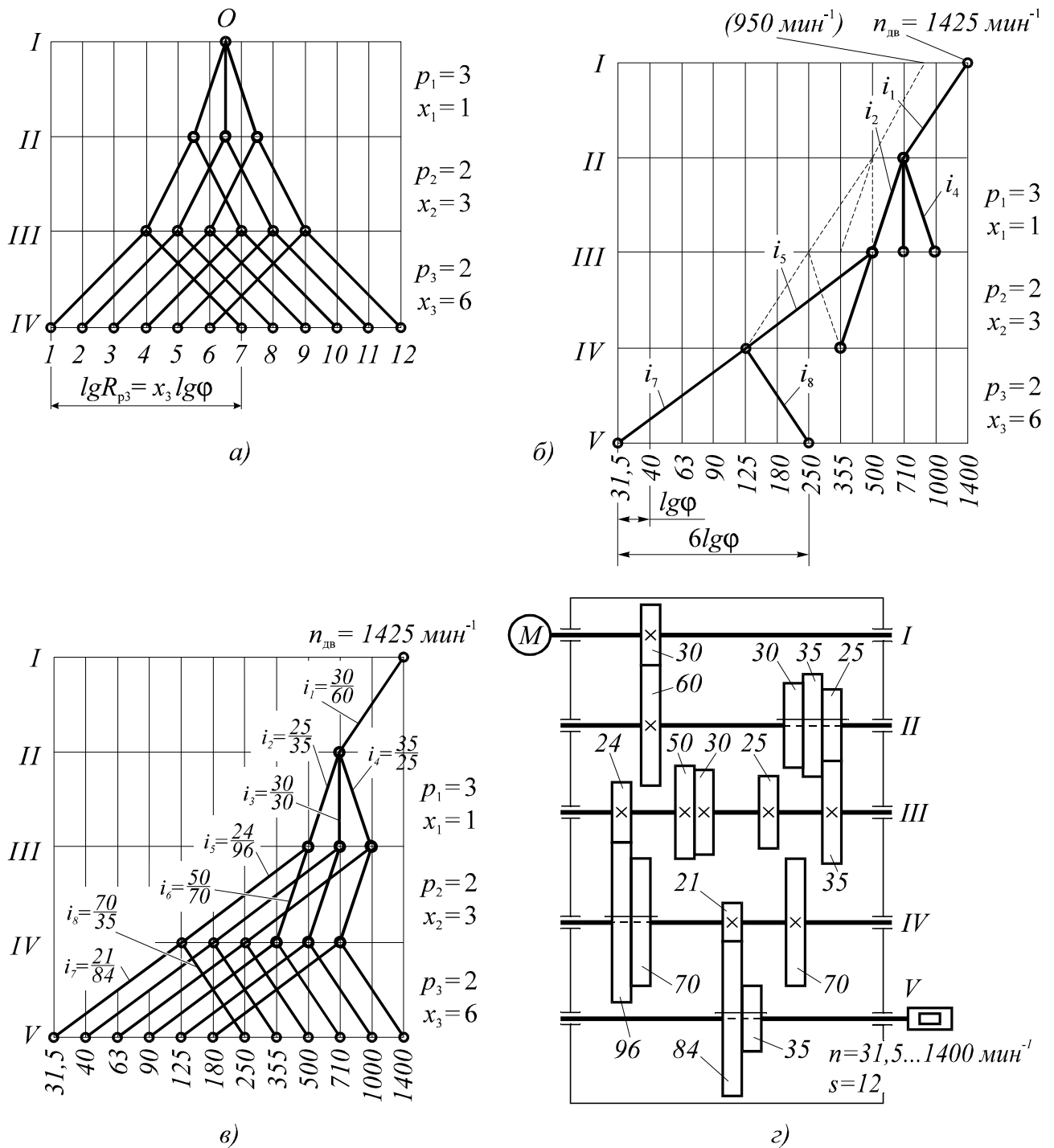


Рисунок 4.3 — Структурная сетка (а), начало построения графика (б) и полный график частот вращения (в), кинематическая схема коробки скоростей (з).

Далее проводят лучи i_5, i_2, i_1 стремясь к тому, чтобы было $i_1 \geq i_2 \geq i_5 \geq i_7$ (по условию (3.7)). Строя луч i_2 (i_{\min} в группе $p_1 = 3$), надо обратить внимание на наклон луча i_4 (i_{\max} в той же группе). При этом число интервалов $\lg \phi$ между концами лучей i_2 и i_4 , соответствующее диапазону регулирования R_{p_1} , одинаково в структурной сетке и в графике. После этого достраивают график (рисунок 4.3, в), на котором должно быть в каждой группе столько же лучей и интервалов $\lg \phi$ между соседними лучами, сколько и в структурной сетке.

В графике возможны варианты, связанные с выбором двигателя или i_{\min} и i_{\max} в отдельных группах передач (например, вариант, показанный пунктиром на рисунке 4.3, б при $n = 950 \text{ мин}^{-1}$).

При выборе электродвигателя (прилож. 2) необходимо обеспечить заданную мощность привода (см. индивидуальное задание). Для этого потребная мощность электродвигателя определяется по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{шп}}}{\eta} \quad (3.9)$$

где $N_{\text{шп}}$ – мощность на шпинделе станка, кВт; η – общий КПД станка (для станков с вращательным главным движением $\eta = 0,7 \dots 0,85$).

4.4. Расчет чисел зубьев колес

Так как межосевое расстояние между валами в коробках передач неизменно, то для обеспечения зацепляемости зубчатых колёс в каждой *группе передач* (при одинаковом модуле зацеплений m) необходимо, чтобы сумма зубьев колёс Σz во всех передачах группы была постоянной.

При проектировании *рекомендуется* пользоваться стандартными суммами Σz чисел зубьев сопряженных колес, чтобы $z_k + z'_k = \Sigma z$, где z_k и z'_k – числа зубьев ведущего и ведомого колес. Для большинства случаев стандартные суммы $\Sigma z = 50 \dots 120$. Они связаны со стандартными межосевыми расстояниями A и модулями m . Для прямозубых цилиндрических передач $\Sigma z = \frac{2A}{m}$ (табл. 3.6).

Таблица 3.6 — Стандартные суммы чисел зубьев сопряженных колес (рекомендуемые)

Модуль m , мм	Межосевое расстояние A , мм											
	60	75	90	105	120	135	150	180	210	240	270	300
Стандартная сумма зубьев Σz												
2	60	75	90	105	120	135	–	–	–	–	–	–
2,5	48	60	72	84	96	108	120	–	–	–	–	–
3	–	50	60	70	80	90	100	120	–	–	–	–
4	–	–	45	–	60	–	75	90	105	120	135	–
5	–	–	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120

Для одиночной передачи определяют её передаточное отношение i_k и принимают число зубьев наименьшего в зацеплении колеса $z_{k\min}$. Недопустимо слишком малое число зубьев ($z < 17$); обычно принимают $z_{k\min} = 18 \dots 20$ зубьев.

Затем находят число зубьев бóльшего колеса из соотношения:

$$i_k = \frac{z_k}{z'_k} \quad (3.10)$$

Получившееся число зубьев округляют до целого и корректируют сумму ($z_k + z'_k$) до ближайшего большего значения Σz .

Если $(z_{k\min} + z'_k)$ значительно отличается от Σz , подбирают другие z_k и z'_k по формулам

$$z_k = \frac{i_k}{i_k + 1} \Sigma z ; z B_k = \frac{1}{i_k + 1} \Sigma z \quad (3.11)$$

Например (рисунок 4.3, в)

$$i_1 = \frac{710}{1425} = 0,4983; z_{\min} = 30; z'_1 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{30}{0,4983} = 60,2 \approx 60 ; i_1 = \frac{30}{60}.$$

В каждой группе передач Σz должна быть одинакова для всех передач группы (если их модули m равны).

Сначала каждую передаточную величину представляют в виде простой дроби $\frac{a_k}{b_k}$.

Для рисунка 4.3, в

$$i_2 = \frac{z_2}{z'_2} = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,41} = \frac{a_2}{b_2} = 0,71 \approx \frac{7}{10} \approx \frac{5}{7}; \quad i_6 = \frac{z_6}{z'_6} = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,41} = \frac{a_6}{b_6} = 0,71 \approx \frac{5}{7};$$

$$i_3 = \frac{z_3}{z'_3} = \frac{a_3}{b_3} = \frac{1}{1}; \quad i_7 = \frac{z_7}{z'_7} = \frac{1}{\varphi^4} \approx \frac{1}{4};$$

$$i_4 = \frac{z_4}{z'_4} = \varphi = \frac{a_4}{b_4} = \frac{1,41}{1} = \frac{7}{5}; \quad i_8 = \frac{z_8}{z'_8} = \varphi^2 = 2 = \frac{2}{1}.$$

$$i_5 = \frac{z_5}{z'_5} = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{3,9525} = \frac{a_5}{b_5} = 0,253 \approx \frac{1}{4};$$

Далее находят для всех передач группы суммы $(a_k + b_k)$ и наименьшее кратное этих сумм K (оно должно делиться без остатка на эти суммы):

$a_2 + b_2 = 5 + 7 = 12;$	$a_5 + b_5 = 1 + 4 = 5;$	$a_7 + b_7 = 1 + 4 = 5;$
$a_3 + b_3 = 1 + 1 = 2;$	$a_6 + b_6 = 5 + 7 = 12;$	$a_8 + b_8 = 2 + 1 = 3;$
$a_4 + b_4 = 7 + 5 = 12;$	$K = 60; E = 2;$	$K = 15; E = 7;$
$K = 12; E = 5; \Sigma z = 60$	$\Sigma z = 120$	$\Sigma z = 105$

Иногда Σz равна K , но если K мало ($K < 40$), то $\Sigma z = KE$, причем E – целое число. Числа зубьев определяют по формулам

$$z_k = \frac{a_k}{a_k + b_k} \Sigma z ; z'_k = \frac{b_k}{a_k + b_k} \Sigma z \quad (3.12)$$

Число E определяют предварительно, используя выражение для $z_{k\min}$ (причем в данной группе передач $\frac{a_k}{b_k} = i_{\min}$, т.е. с наименьшим i_k):

$$z_{k\min} = \frac{a_k}{a_k + b_k} KE, \text{ откуда } E = \frac{z_{k\min} (a_k + b_k)}{K a_k}. \quad (3.13)$$

Если принять $z_{k\min} = 21$, то для i_2, i_3, i_4

$$E = \frac{25}{12} \cdot \frac{12}{5} = 5. \text{ Тогда } \Sigma z = KE = 12 \cdot 5 = 60 \text{ зубьев}$$

Определив суммы $(a_k + b_k)$ и Σz для каждой группы передач, рассчитывают числа зубьев колес и заносят их на график частот вращения:

$z_2 = \frac{5}{12} \cdot 60 = 25;$	$z'_2 = \frac{7}{12} \cdot 60 = 35$	$z_5 = \frac{1}{5} \cdot 120 = 24;$	$z'_5 = \frac{4}{5} \cdot 120 = 96$
$z_3 = \frac{1}{2} \cdot 60 = 30;$	$z'_3 = \frac{1}{2} \cdot 60 = 30$	$z_6 = \frac{5}{12} \cdot 120 = 50;$	$z'_6 = \frac{7}{12} \cdot 120 = 70$
$z_4 = \frac{7}{12} \cdot 60 = 35;$	$z'_4 = \frac{5}{12} \cdot 60 = 25$	$z_7 = \frac{1}{5} \cdot 105 = 21;$	$z'_7 = \frac{4}{5} \cdot 105 = 84$
		$z_8 = \frac{2}{3} \cdot 105 = 70;$	$z'_8 = \frac{1}{3} \cdot 105 = 35$

Необходимо учитывать также, что при малом числе зубьев колеса может оказаться невозможной насадная его конструкция. При малой сумме чисел зубьев колес межосевое расстояние может оказаться недостаточным для размещения колес других групп, муфт или иных деталей. При большом числе зубьев колеса может оказаться высокой окружная скорость, что требует повышенной точности изготовления.

5. Конструктивный расчет механизма станка

5.1. Выбор и расчёт муфт привода

Обязательно выполнить следующие этапы.

Необходимо по справочной литературе выбрать вид и тип муфт (постоянные, сцепные и предохранительные муфты) и указать по ГОСТ (или ОСТ, ТУ и т. д.) их полную маркировку. Выбор осуществляется исходя из рассчитанных технических характеристик привода.

5.2. Расчет ременной передачи

5.2.1. Исходные данные:

вид передачи	клиноременная
частота вращения ведущего шкива d_1 (частота вращения электродвигателя $n_{дв}$), мин ⁻¹	1425
частота вращения ведомого шкива d_2 , мин ⁻¹	1000
мощность электродвигателя (на ведущем шкиве)	
$N_{дв}$, кВт	11

5.2.2. Расчет момента, передаваемого ременной передачей

Рассчитываем передаваемый момент, Н·м:

$$T_1 = \frac{N_{дв}}{\omega_1} 10^3, \quad (5.1)$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя, кВт; ω – окружная скорость, с⁻¹.

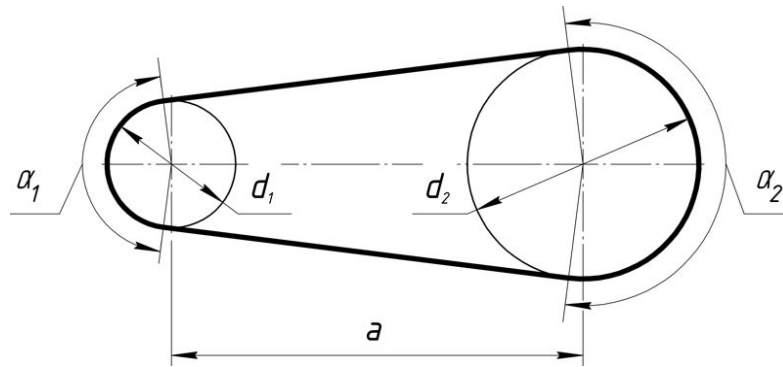


Рисунок 5.1 — Расчетная схема ременной передачи

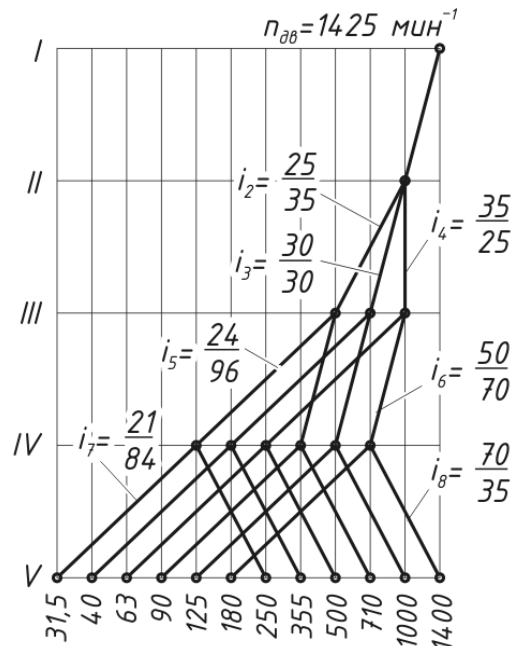


Рисунок 5.2 — График частот вращения

Окружная скорость, с^{-1} :

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} \tag{5.2}$$

Для принятых исходных данных:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot 1425}{30} = 149,23 \text{ с}^{-1} \tag{5.3}$$

Тогда:

$$T_1 = \frac{11}{149,23} 10^3 = 73,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \tag{5.4}$$

5.2.3. Расчет сечения ремня

Определяем сечение ремня в зависимости от передаваемого момента по [1, с. 16, таблица 2.2.1].

Для этого предварительно вычисляем расчетный передаточный момент, Н·м:

$$T_{1p} = T_1 \cdot C_p,$$

где T_1 – передаваемый момент, Н·м; C_p – коэффициент, учитывающий динамичность нагружения передачи и режим ее работы [1, с. 16, таблица 2.2.2].
 $C_p = 1,5$ – для среднего режима работы и при трехсменной работе передачи, электродвигатель переменного тока общепромышленного применения [там же].

Тогда

$$T_{1p} = T_1 \cdot C_p = 73,7 \cdot 1,5 = 110,6 \text{ Н·м}$$

Для $T_{1p} = 110,6 \text{ Н·м}$ по таблице 2.2.1 принимаем ремень нормального сечения B , со следующими параметрами:

передаваемый момент 50...150 Н·м

минимальный диаметр ведущего шкива $d_{1\min} = 125 \text{ мм}$

количество ремней в передаче $z = 2...6$, принимаем $z = 3$ ремня

Табл. 2.2.1 - Размеры и параметры поперечных сечений клиновых ремней

ГОСТ 1284.1-89, ГОСТ 20889-88, ТУ 38-40534-75

Обозначение сечения ремня	T_{1p} , Н·м	$d_{1\min}$, мм	Кол-во ремней z , шт.	Размеры, мм				
				B_p	B	H_p	H	
Нормальные сечения	$Z (O)$	<30	63	2 ÷ 4	8,5	10	6	2,1
	A	15 ÷ 60	90	2 ÷ 5	11,0	13	8	2,8
	$B (B)$	50 ÷ 150	125	2 ÷ 6	14,0	17	11	4,0
	$C (B)$	120 ÷ 600	200	2 ÷ 7	19,0	22	14	4,8
	$D (Г)$	450 ÷ 2400	315	2 ÷ 7	27,0	32	19	6,9
Узкие сечения	$УО$	<150	63	2 ÷ 4	8,5	10	8	2,0
	$УА$	90 ÷ 400	90	2 ÷ 4	11,0	13	10	2,8
	$УБ$	300 ÷ 2000	140	2 ÷ 5	14,0	17	13	3,5
	$УВ$	>1500	224	2 ÷ 5	19,0	22	18	4,8

Табл. 2.2.2 - Значения коэффициента C_p , учитывающего динамичность нагружения передачи и режим ее работы

ГОСТ 1284.3-96

Режим работы	C_p при числе смен работы передач								
	I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Легкий	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6
Средний	1,0	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Тяжелый	1,2	1,3	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,9
Очень тяжелый	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,0

В табл. 2.2.2:

- I - Электродвигатели переменного тока общепромышленного применения, электродвигатели постоянного тока шунтовые, турбины;
- II - Электродвигатели постоянного тока компаундные, ДВС при $n \geq 600 \text{ мин}^{-1}$;
- III - Электродвигатели переменного тока с повышенным пусковым моментом, электродвигатели постоянного тока серийные, ДВС при $n < 600 \text{ мин}^{-1}$.

5.2.4. Расчет диаметра ведомого шкива

По таблице 2.2.4 принимаем стандартный диаметр ведущего шкива $d_1 = 125 \text{ мм}$.

Рассчитываем передаточное отношение i ременной передачи (по графику частот вращения, рисунок 5.2):

$$i = \frac{n_{II}}{n_I} = \frac{n_{II}}{n_{дв}} = \frac{1000}{1425} = 0,70 \quad (5.5)$$

Принимаем коэффициент скольжения передачи $\eta = 0,95$.

Табл. 2.2.4 - Расчетные диаметры шкивов d клиноременных передач

ГОСТ 20889-88

... 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000 ...
--

Табл. 2.2.5 - Коэффициент, учитывающий число ремней C_k

ГОСТ 1284.3-96

Число ремней	2	3	4	5÷6	Св. 6
C_k	0,80 ÷ 0,85	0,70 ÷ 0,82	0,76 ÷ 0,80	0,75 ÷ 0,79	0,75

Далее определяем минимальный расчетный диаметр ведомого шкива, мм:

$$d_2 = \frac{d_1 \cdot \eta}{i}, \quad (5.6)$$

где η – коэффициент скольжения ($\eta = 0,95$); i – передаточное отношение передачи (по графику частот вращения).

$$d_2' = \frac{125 \cdot 0,95}{0,70} = 169,64 \text{ мм}$$

Уточняем диаметр ведущего шкива по таблице 2.2.4 ($d_2 \leq d_2'$). Принимаем его $d_2 = 160$ мм.

Тогда действительное передаточное отношение проектируемой передачи

$$i = \frac{d_1}{d_2} \eta = \frac{125}{160} \cdot 0,95 = 0,74$$

5.2.5. Минимальное межосевое расстояние, мм

$$a_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + H_p, \quad (a > a_{\min}) \quad (5.7)$$

5.2.6. Расчетная длина ремня, мм

$$L'_p = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{0,25(d_2 - d_1)^2}{a}. \quad (5.8)$$

Действительная длина ремня, мм $L_p \geq L'_p$ (таблица 2.2.6)

5.2.7. Межцентровое расстояние, мм

$$a = \frac{21 - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[21 - \pi(d_2 - d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \quad (5.9)$$

5.2.8. Коэффициент, учитывающий длину ремня,

$$C_L = f(L_p, \text{сечение ремня}) \text{ (таблица 2.2.6).}$$

5.2.9. Угол обхвата ремнем меньшего шкива, град (таблица 2.2.3):

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{(d_2 - d_1)}{a}. \quad (5.10)$$

5.2.10. Скорость ремня, м/с

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{(60 \cdot 10^3)}. \quad (5.11)$$

5.2.11. Число ремней передачи, шт:

$$z = \frac{P_1 C_p}{P_o C_L C_\alpha C_k}, \quad (5.12)$$

где P_o – мощность, передаваемая одним ремнем, кВт.

$P_o = f(\text{сечение ремня}, V)$ (таблица 2.2.7 или 2.2.8);

C_k – коэффициент, учитывающий число ремней в передаче (таблица 2.2.5).

Предварительно можно принять $C_k=1,0$, а потом уточнить.

z – целое число (таблица 2.2.1).

5.2.12. Сила, нагружающая валы передачи, Н:

$$F = 2F_o \sin\left(\frac{\alpha_1^\circ}{2}\right), \quad (5.13)$$

где $F_o = \frac{0,5F_t}{\varphi}$ – предварительное натяжение ремня, Н

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^3 T_1}{d_1} \text{ – окружное усилие, Н}$$

$\varphi = (0,45 \dots 0,55)$ – коэффициент тяги.

Для передач с периодическим контролем натяжения ремня $F_{\max} \approx 1,3F$.

6. Графическая часть проекта

Графическая часть проекта содержит:

Лист 1 – График частот вращения шпинделя (формат А3...А2)

Лист 2 – Кинематическая схема привода главного движения станка (формат А3...А2)

Лист 3 – Элементы конструкции базовых поверхностей станка (переднего конца шпинделя, поверхностей для установки приспособления, режущего инструмента (формат А2...А1)

6.1. Кинематическая схема привода главного движения

Кинематическая схема станка вычерчивается на формате А3...А2. На чертеже изображается кинематическая схема станка в соответствии с ГОСТ 2.770-68. Расположение элементов схемы должно соответствовать расположению узлов станка, то есть на схеме вертикально-фрезерного станка шпиндель должны быть расположен вертикально, если двигатель в станке расположен сверху (у вертикально-сверлильных станков), то и на кинематической схеме он должны быть вверху.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курмаз, Л.В. Детали машин. Проектирование: Учеб. пособие / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 290 с.
2. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972. – 664 с.
3. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972. – 520 с.
4. Колев, Н.С. Металлорежущие станки: учеб. пособие для вузов по спец. «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Колев, Н.С., Красниченко, Л.В., Никулин, Н.С. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
5. Кочергин, А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Вышэйшая школа, 1991. – 382 с.
6. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.
7. Маеров, А.Г. Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1986. – 368 с.
8. Металлорежущие станки. В 2-х т. Т.2 / Под ред. Н.С. Ачеркана. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1965. – 628 с.
9. Металлорежущие станки. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие / М.Л. Орликов, И.Г. Федоренко, В.Н. Шишкин. – Киев: Вища школа, 1987. – 152 с.
10. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
11. Пуш, В.Э. Конструирование металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1977.
12. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам. / Под общ. ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроение, 1986.
13. Справочник инструментальщика / Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987.
14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Нормальные ряды частот вращения (ОСТ 2 Н11-1-72)

Знаменатель ряда φ						
1,06	1,12	1,26	(1,41)	1,58	(1,78)	(2)
10,0	10,0	10,0	1,00	10,0	10,0	1,00
10,6			1,40			2,00
11,2	11,2		2,00			4,00
11,8			2,80			8,00
12,5	12,5	12,5	4,00			
13,2			5,60			
14,0	14,0		8,00			
15,0			11,2			
16,0	16,0	16,0	16,0	16,0		16,0
17,0						
18,0	18,0				18,0	
19,0						
20,0	20,0	20,0				
21,2						
22,4	22,4		22,4			
23,6						
25,0	25,0	25,0		25,0		
26,5						
28,0	28,0					
30,0						
31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5
33,5						
35,5	35,5					
37,5						
40,0	40,0	40,0		40,0		
42,5						
45,0	45,0		45,0			
47,5						
50,0	50,0	50,0				
53,0						
56,0	56,0				56,0	
60,0						
63,0	63,0	63,0	63,0	63,0		63,0
67,0			90,0			
71,0	71,0		125			
75,0			180			
80,0	80,0	80,0	250			
85,0			355			
90,0	90,0		500			
95,0			710			
100	100	100	1000	100	100	

Примечания:

1. ОСТ распространяется на ряды частот вращения, подач, мощностей и других параметров станков.
2. Ряды чисел менее 10 или более 100 (менее 1 или более 1000 для ряда с $\varphi = 1,41$) получают делением или умножением табличных значений на 10 (за исключением ряда с $\varphi = 2$).
3. Ряды со знаменателями φ , заключенными в скобки, применяют в основном только для частот вращения и подач.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технические данные асинхронных электродвигателей

Промышленность выпускает асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором **серии 4А** мощностью от 0,06 до 400 кВт (таблица 1).

Обозначение типа электродвигателя расшифровывается так:

4 — порядковый номер серии; А — асинхронный; Х — алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В — двигатель встроен в оборудование; Н — исполнение защищенное IP23, для закрытых двигателей

Т а б л и ц а 1 — Технические данные некоторых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором серии 4А

Тип двигателя	$P_{\text{ном2}}, \text{кВт}$	$n_{2, \text{мин}}^{-1}$	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$I_{\text{п}}/I_{\text{ном}}$	$M_{\text{п}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$
4A100S2Y3	4	2880	0,89	7,5	2,0	2,2	0,86
4A100L2Y3	5,5	2880	0,91	7,5	2,0	2,2	0,87
4A112M2CY3	7,5	2900	0,88	7,5	2,0	2,2	0,87
4A132M2CY3	11	2900	0,9	7,5	1,6	2,2	0,88
4A80A4Y3	1,1	1400	0,81	5,0	2,0	2,2	0,75
4A90L4Y3	2,2	1400	0,83	6,0	2,0	2,2	0,8
4A100S4Y3	3,0	1425	0,83	6,5	2,0	2,2	0,82
4A100L4Y3	4,0	1425	0,84	6,5	2,2	2,2	0,84
4A112M4CY1	5,5	1450	0,85	7,0	2,0	2,2	0,85
4A132M4CY1	11	1450	0,87	7,5	2,0	2,2	0,87
4AP160S4Y3	15	1465	0,83	7,5	2,0	2,2	0,865
4AP160M4Y3	18,5	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,885
4AP180S4Y3	22	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,89
4AP180M4Y3	30	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,9
4A250S4Y3	75	1480	0,9	7,5	1,2	2,2	0,93
4A250M4Y3	90	1480	0,91	7,5	1,2	2,2	0,93
4AH250M4Y3	90	1475	0,89	6,5	1,2	2,2	0,935
4A100L6Y3	2,2	950	0,73	5,5	2,0	2,0	0,81
4AP160S6Y3	11	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,855
4AP160M6Y3	15	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,875
4AP180M6Y3	18,5	970	0,8	6,5	2,0	2,2	0,87
4A250S6Y3	45	985	0,89	6,5	1,2	2,0	0,92
4A250M6Y3	55	985	0,89	7,0	1,2	2,0	0,92
4AH250M6Y3	75	985	0,87	7,5	1,2	2,5	0,93
4A100L8Y3	1,5	725	0,65	6,5	1,6	1,7	0,74
4AP160S8Y3	7,5	730	0,75	6,5	1,8	2,2	0,86
4A250S8Y3	37	740	0,83	6,0	1,2	1,7	0,9
4A250M8Y3	45	740	0,84	6,0	1,2	1,7	0,91
4AH250M8Y3	55	740	0,82	6,0	1,2	2,0	0,92
4A160S4/2Y3	11	1460	0,85	7,5	1,5	2,1	0,85
	14,5	2940	0,95	7,5	1,2	2,0	0,83
4A180S4/2Y3	18,5	1470	0,9	6,5	1,3	1,8	0,883
	21	2920	0,92	6,5	1,1	1,8	0,85
4A160M8/4Y3	9	732	0,69	5,5	1,5	2,0	0,79
	13	1460	0,92	7,0	1,2	2,0	0,865
4A160S8/4Y3	6	745	0,69	5,0	1,5	2,0	0,765
	9	1460	0,92	7,0	1,2	2,0	0,84

исполнения IP44 обозначение защиты не приводится; Р — двигатель с повышенным пусковым моментом; С — сельскохозяйственного назначения.

Следующие за буквами числа (двух- или трехзначные) соответствуют высоте оси вращения, мм (100, 112 и т.д.). Буквы S, M, L — после цифр — установочные размеры по длине корпуса (S — станина самая короткая; M — промежуточная; L — самая длинная).

Цифры 2, 4, 6 и 8 после установочного размера — число полюсов.

Буква У — климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра — категория размещения: 1 — для работы на открытом воздухе, 3 — для закрытых неотапливаемых помещений.

В обозначениях типов двухскоростных двигателей после установочного размера указывают через дробь оба числа полюсов, например 4A160S4/2Y3. Здесь цифры 4 и 2 означают, что обмотки статора могут переключаться так, что в двигателе образуются 4 или 2 полюса.

Т а б л и ц а 2 — Электродвигатели асинхронные серии 4А, закрытые обдуваемые (по ГОСТ 19523-81)

Мощность, кВт	Синхронная частота вращения, мин ⁻¹											
	3000			1500			1000			750		
	Типо-размер	s, %	T _п /T _н	Типо-размер	s, %	T _п /T _н	Типо-размер	s, %	T _п /T _н	Типо-размер	s, %	T _п /T _н
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0	71B6	10	2,0	80B8	9	1,6
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5		80A6	8,4		90LA8	8,4	
1,1	71B2	6,3		80A4	5,4		80B6	8,0		90LB8	7,0	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8		90L6	6,4		100L8	7,0	1,8
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1		100L6	5,1		112MA8	6,0	
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	1,4
5,5	100L2	3,4		112M4	3,7		132S2	3,3		132M8	4,1	
7,5	112M2	2,5		132S4	3,0		132 M6	3,2		160S8	2,5	
11,0	132M2	2,3		1,6	132M4		2,8	160S6		2,7	160M8	2,5
15	160S2	2,1	160S4	2,3	160 M6	2,6	180M8	2,5				
18,5	160M2	2,1	160M4	2,2	180M6	2,7	200M8	2,3				
22	180S2	2,0	1,4	180S4	2,0	1,4	200M6	2\$	200L8	2,7	1,2	
30	180M2	1,9	180M4	1,9	200L6	2,1	1,2	225M8	1,8			
37	200M2	1,9	200M4	1,7	225 M6	1,8	250S8	1,5				
45	200L2	1,8	200LA	1,6	250S6	1,4	250M8	1,4	1,0			
55	225M2	1,8	225M4	1,4	250M6	1,3	280S8	2,2				
75	250S2	1,4	1,2	250S4	1,2	1 1	280S6	2,0		280M8	2,2	
90	250M2	1,4	250M4	1,3	280 M6	2,0	315S8	2,0	1,0			
110	280S2	2,0	280S4	2,3	315S6	2,0	315M8	2,0				

Пр и м е ч а н и я :

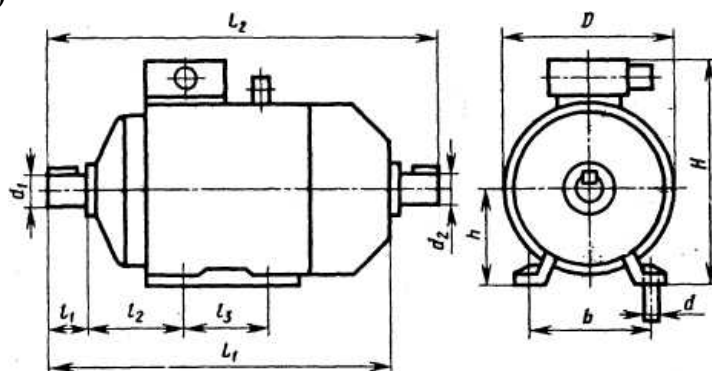
1. Пример условного обозначения электродвигателя мощностью 11 кВт, синхронная частота вращения 1500 мин⁻¹:

Электродвигатель 4А132М4У3

2. В графе s указано скольжение, %; в графе T_п/T_н даны значения отношения величин пускового и номинального вращающих моментов.

3. Габаритные и установочные размеры двигателей серии 4А даны в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Электродвигатели серии 4А. Исполнение закрытое обдуваемое (по ГОСТ 19523-81)



Типо-размер	Число полюсов	Габаритные размеры, мм						Установочные и присоединительные размеры, мм				
		L ₁	L ₂	H	D	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	l ₃	b	d
4AA50	2; 4	174	198	142	112	9	9	20	32	63	80	5,8
4AA56	2; 4	194	221	152	128	11	11	23	36	71	90	

Типо-размер	Число полюсов	Габаритные размеры, мм						Установочные и присоединительные размеры, мм				
		L_1	L_2	H	D	d_1	d_2	l_1	l_2	l_3	b	d
4AA63	2; 4; 6; 8	216	250	164	138	14	14	30	40	80	100	7
4A71	2; 4; 6; 8	285	330	201	170	19	19	40	45	90	112	
4A80A		300	355	218	186	22	22	50	50	100	175	
4A80B		320	375									
4A90L		350	405	243	208	24	24	50	56	125	140	
4A100S	2; 4; 6; 8	365	427	265	235	28	28	60	63	132	160	12
4A100L		395	457	280						140		
4A112M		452	534	310	260	32	32	80	70	140	190	
4A132S		480	560	350	302	38	38	80	89	178	216	
4A132M		530	610									
4A160S	2 4; 6; 8	674	737	430	358	42 48	47	110	108	178	754	15
4A160M	2 4; 6; 8									667		
4A180S	2 4; 6; 8	662	778	470	410	48	48	110	121	203	279	
4A180M	2 4; 6; 8					702				818		
4A200M	2 4; 6; 8	760	875	535	450	55	55	110	133	267	318	
4A200L	2 4; 6; 8	780	905			60		140	133			
		800	915			55		110	133	305		
		830	945			60		140				
4A225M	2 4; 6; 8	810	925	575	491	55	55	110	149	311	356	19
		840	985			65	60	140				
4A250S	2 4; 6; 8	915	1060	610	554	65	65	140	168	349	406	24
						75	70					
4A250M	2 4; 6; 8	955	1100	610	554	65	65	140	168	349	406	24
						75	70					

Ряд возможных синхронных частот вращения магнитного поля статора* при частоте 50 Гц: 3000, 1500, 1000, 750, 600 мин⁻¹ и т.д. При частоте вращения ротора, например, 950 мин⁻¹ из этого ряда выбираем ближайшую к ней частоту вращения поля $n_1 = 1000$ мин⁻¹. Тогда можно определить скольжение ротора, даже не зная числа пар полюсов двигателя:

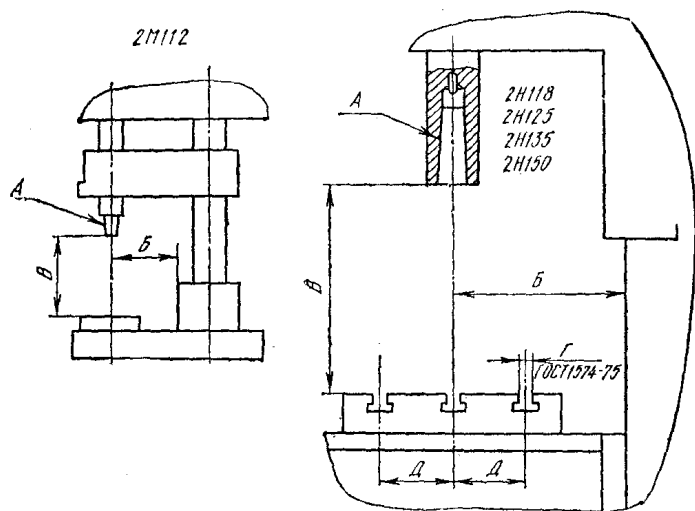
$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

Из формулы для скольжения можно определить частоту вращения ротора $n_2 = n_1(1-s)$

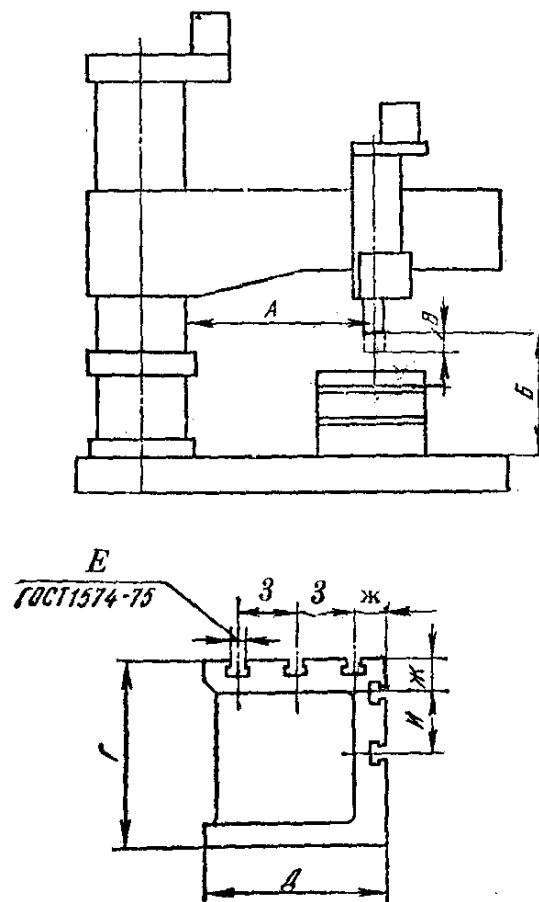
* Общая электротехника с основами электроники: Контрольные задания для учащихся заочных средних специальных учебных заведений / Михеев, Ю.А., Григорьевский, М.И. –М.: Высш. шк., 1986. – 191 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

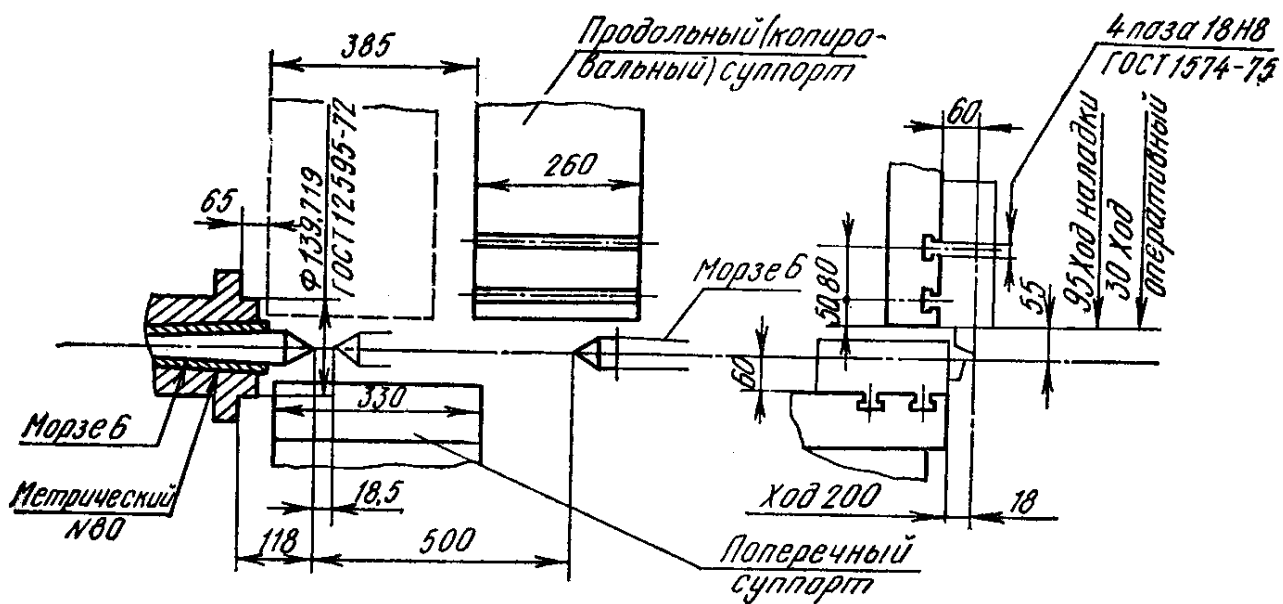
Размеры рабочей зоны основных типов станков



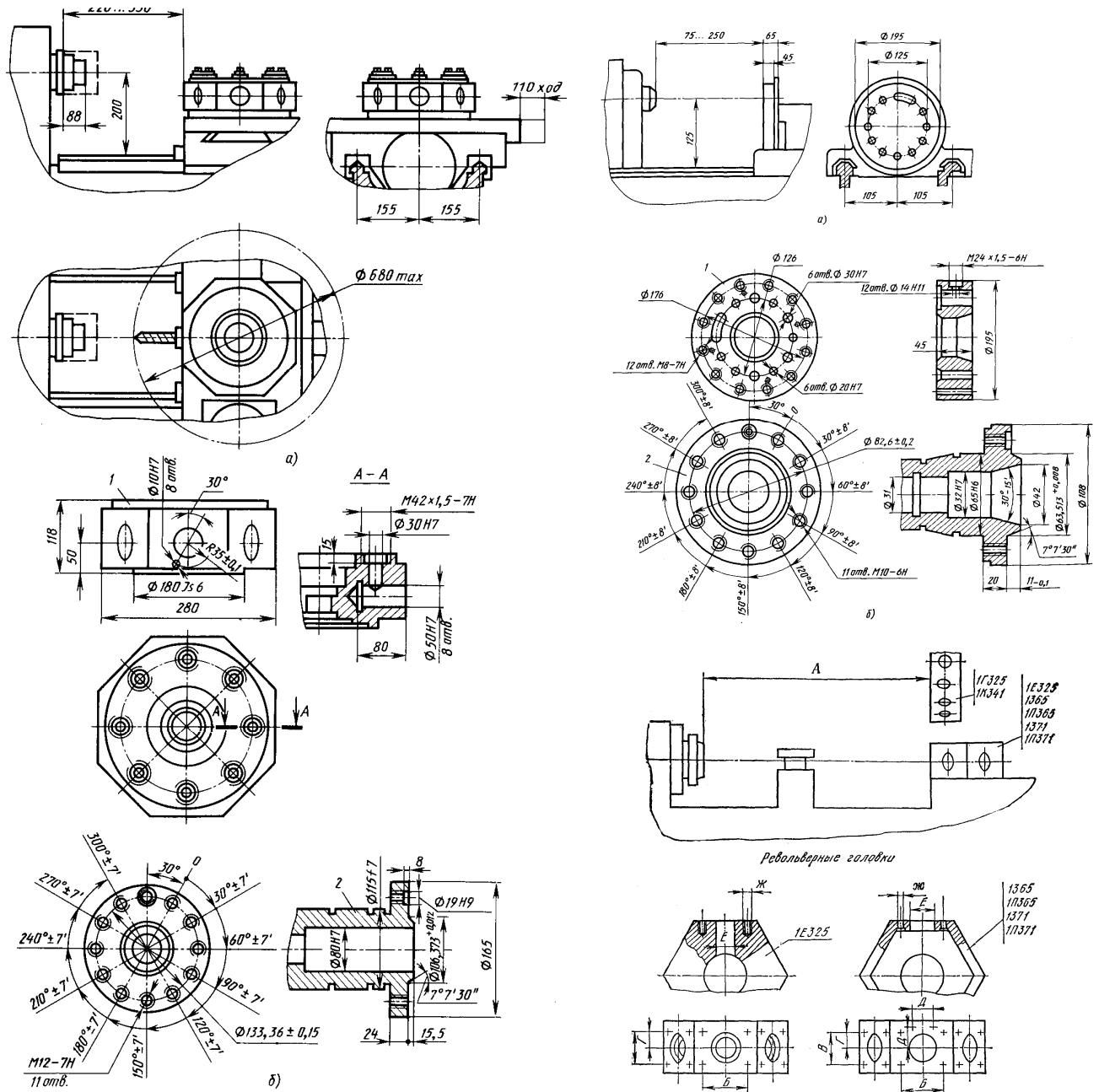
Настольно- и вертикально-сверлильные станки



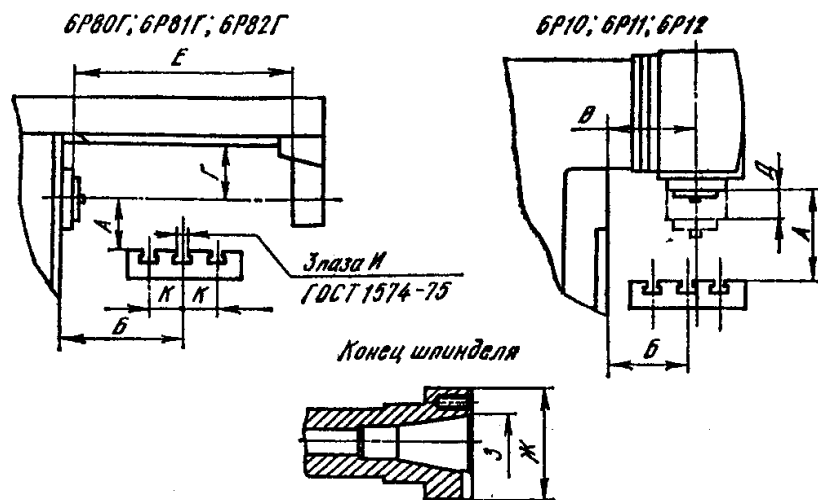
Радиально-сверлильные станки



Токарные многолезцовые и копировальные полуавтоматы



Токарно-револьверные станки



Консольно-фрезерные станки

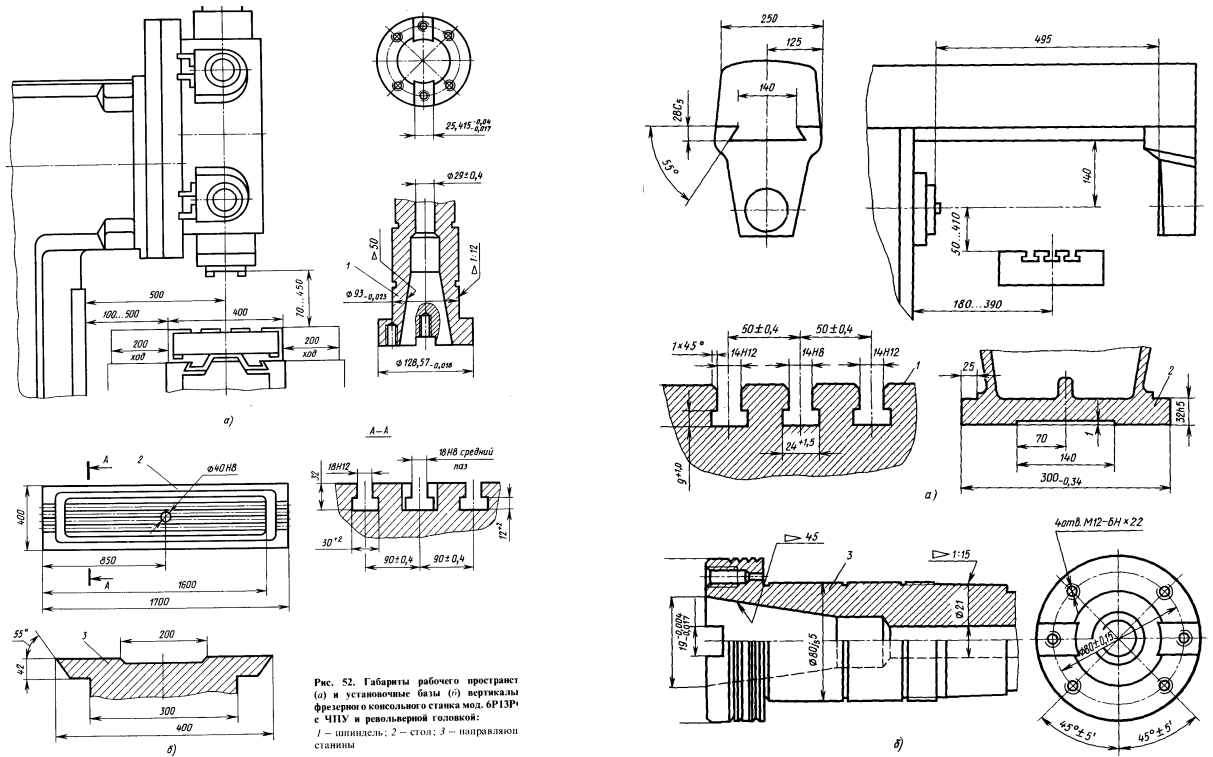
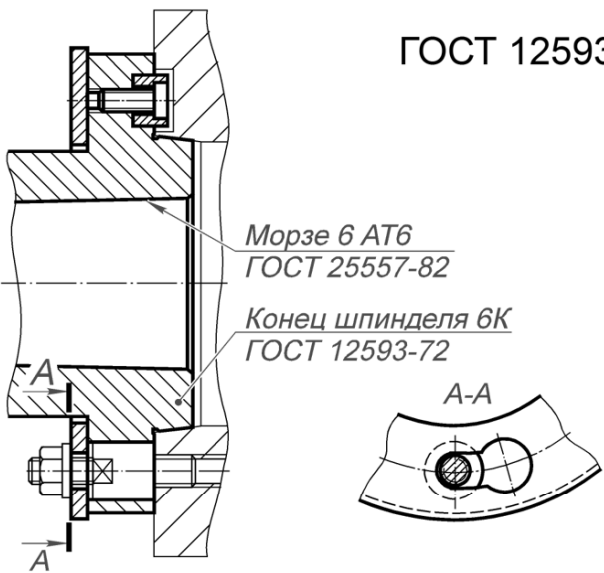
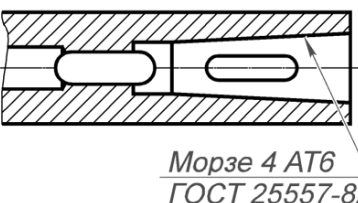
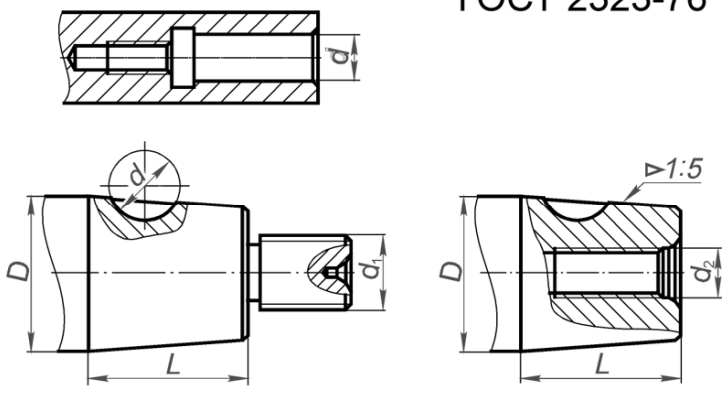
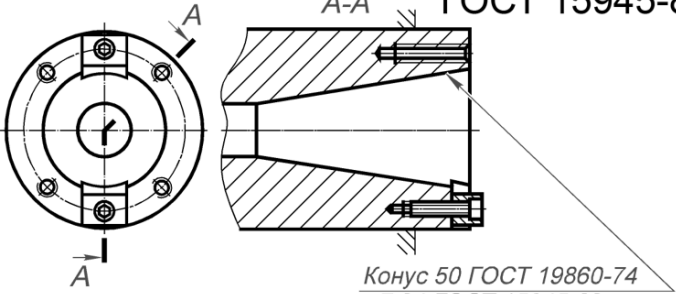


Рис. 52. Габариты рабочего пространства (а) и установочная база (б) вертикальных фрезерно-консольных станков мод. 6Р13Р^Т с ЧПУ и револьверной головкой: 1 – шпиндель; 2 – стол; 3 – направляющая станины

Консольно-фрезерные станки

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Основные типы концов шпинделей

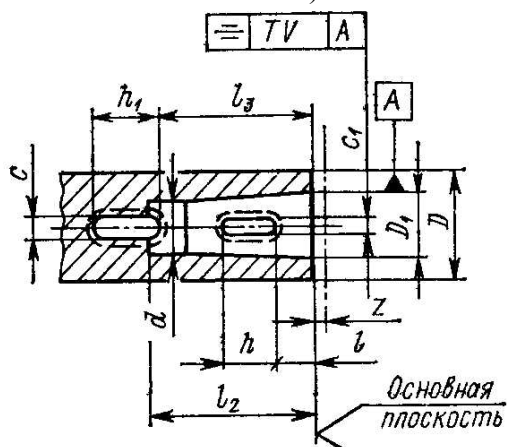
Конструктивное исполнение	Применение в станках
<p align="center">ГОСТ 12593-72</p>  <p>Морзе 6 АТ6 ГОСТ 25557-82</p> <p>Конец шпинделя 6К ГОСТ 12593-72</p> <p>A-A</p>	<p align="center">Токарных, внутришлифовальных</p>
<p align="center">ГОСТ 25557-82</p>  <p>Морзе 4 АТ6 ГОСТ 25557-82</p>	<p align="center">Сверлильных, (редко -- расточных)</p>
<p align="center">ГОСТ 2323-76</p> 	<p align="center">Шлифовальных</p>
<p align="center">ГОСТ 15945-82</p>  <p>Конус 50 ГОСТ 19860-74 <math>\angle 7:24</math> ГОСТ 15945-82</p>	<p align="center">Фрезерных, расточных, многоцелевых</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

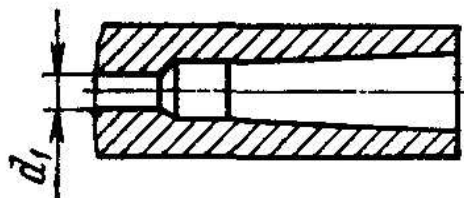
Стандарты на базовые присоединительные поверхности станков для установки технологической оснастки

Основные размеры концов шпинделей с конусами Морзе и метрическими конусами (для сверлильных и расточных станков)

Исполнение 1
(при установке хвостовика инструмента с лапкой)



Исполнение 2
(при установке хвостовика инструмента с резьбовым отверстием)



Размеры, мм		Обозначение конуса									
		Морзе					Метрический				
		3	4	5	6		80	100	120	160	
D	1-й ряд	45	60	80	100	125	125	160	200	250	320
	2-й ряд	50	65	90	110	—	—	—	—	220	—
l		28,5					30,0				40,0
c ₁	Номинальное значение	8,3		13,0	16,3		19,0		26,0	32,0	38,0
	Предельное отклонение	+0,50		+0,56		+0,63		+0,70		+0,31	
h		36,5	39,5	44,5	38,5		44,0		52,0	60,0	76,0
V		0,2						0,3		0,4	

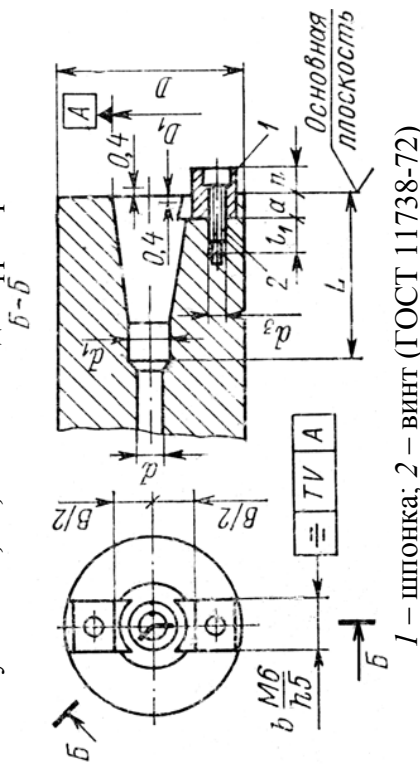
Примечания:

1. Размер D по первому ряду является предпочтительным.
2. Размеры D₁, d, d₁, l₂, l₃, c, h₁ и z — по СТ СЭВ 147-75.

Основные размеры концов шпинделей конусностью 7:24, мм

Исполнение 5

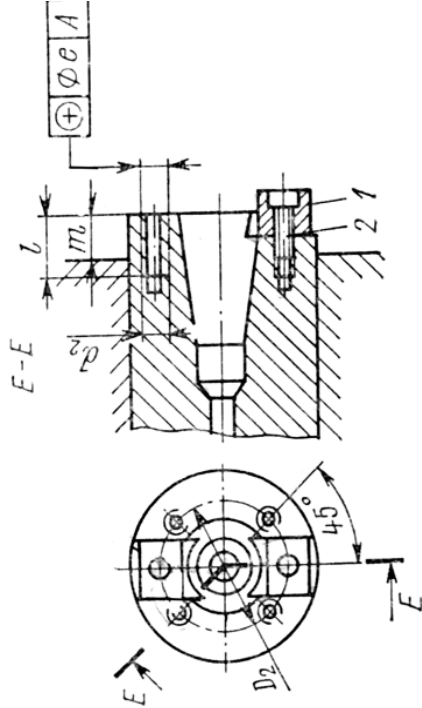
С конусами от 30 до 70 — для сверлильных и расточных станков,
с конусами 30, 40, 45 и 50 — для фрезерных станков



1 — шпонка; 2 — винт (ГОСТ 11738-72)

Исполнение 6

С конусами 50 и 55 — для расточных и фрезерных станков

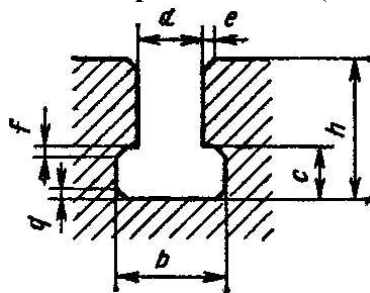


D		4-й ряд (h5)		Обозначение конуса		d, не менее		d ₁ (поле допуска H12)		d ₂		d ₃		L, не менее		l ₁ , не менее		a		m, не менее		n		B/2, не менее		Шпонка (поз. 1)		Винт (поз. 2)		h		V		e	
сверлильных	расточных	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	фрезерных	D ₂ (поле допуска js12)	d, не менее	17	17,4	M10	M12	M6	M8	73	100	16	20	9	8,0	12,5	16,0	8,0	16,5	23,0	15,9	M6×16	0,03	0,15							
—	50	70	69,832	30	54,0	80,0	21	32,4	39,6	M16	M12	M8	120	140	25	25	13	9,5	19,0	25,0	12,5	30,0	36,0	48,0	19,0	M8×20	—	—							
—	65	90	88,882	40	66,7	101,6	27	50,4	50,4	M20	M10	M10	178	220	30	30	18	12,5	38,0	61,0	12,5	61,0	61,0	25,4	M10×30	22	0,04								
—	80	90	101,600	45	80,0	120,6	35	60,2	60,2	M24	M20	M12	220	315	36	36	24	20,0	50,0	90,0	20,0	90,0	90,0	32,0	M12×45	30	0,25								
—	100	—	128,570	50	101,6	177,8	42	92,9	92,9	M24	M24	M12	315	36	36	24	20,0	50,0	90,0	20,0	90,0	90,0	32,0	M12×45	30	0,25									
—	125	110	152,400	55	120,6	221,440	42	92,9	92,9	M24	M24	M12	315	36	36	24	20,0	50,0	90,0	20,0	90,0	90,0	32,0	M12×45	30	0,25									
—	150	—	221,440	60	177,8	335,0	42	92,9	92,9	M24	M24	M12	315	36	36	24	20,0	50,0	90,0	20,0	90,0	90,0	32,0	M12×45	30	0,25									
—	200	—	335,0	70	265,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания:

1. Для сверлильных и расточных станков (1-й и 2-й ряды) значения d_3 не регламентируются.
2. Значения D_2 приведены для фрезерных станков (3-й ряд). Для сверлильных и расточных станков — из конструктивных соображений как для исполнения 3.
3. Резьбовые отверстия d_2 для станков с ЧПУ допускаются не применять.
4. Допускается концы шпинделей изготавливать с размером D по 4-му ряду (по согласованию с потребителем)

Пазы T-образные обработанные (ГОСТ 1574-75)



В миллиметрах

a	b		c		h		e	f	q
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.	от	до	не более		
5	10	+1	3	+0,5	8	10	1	0,6	1
6	11	+1,5	5	+1	9	13			
8	14,5		7		12	18			
10	16	8	13		21				
12	19	+2	8	+2	16	25	1,6	1	2,5
14	23		9		19	28			
18	30	12	24		36				
22	37	+3	16		31	45			
28	46	+4	20	+3	38	56	2,5	1,6	4
36	56		25		48	71			
42	68	32	58		85				
48	80	+5	36	+4	65	95			
54	90		40		75	106			

Примечания:

1. Предельные отклонения размера *a* (ширина паза) по *H6*; *H7*; *H8*; *H11*; *H12*; *H14* (в зависимости от назначения паза).
2. Шероховатость боковых поверхностей, определяемых размером *a*, должна быть не более $Rz = 20$ мкм.
3. Допускается занижение дна паза не более 0,5 мм на ширине *a*.
4. Допускается вместо фасок *f* и *q* выполнять округление с радиусом, не превышающим размеры соответствующих фасок.

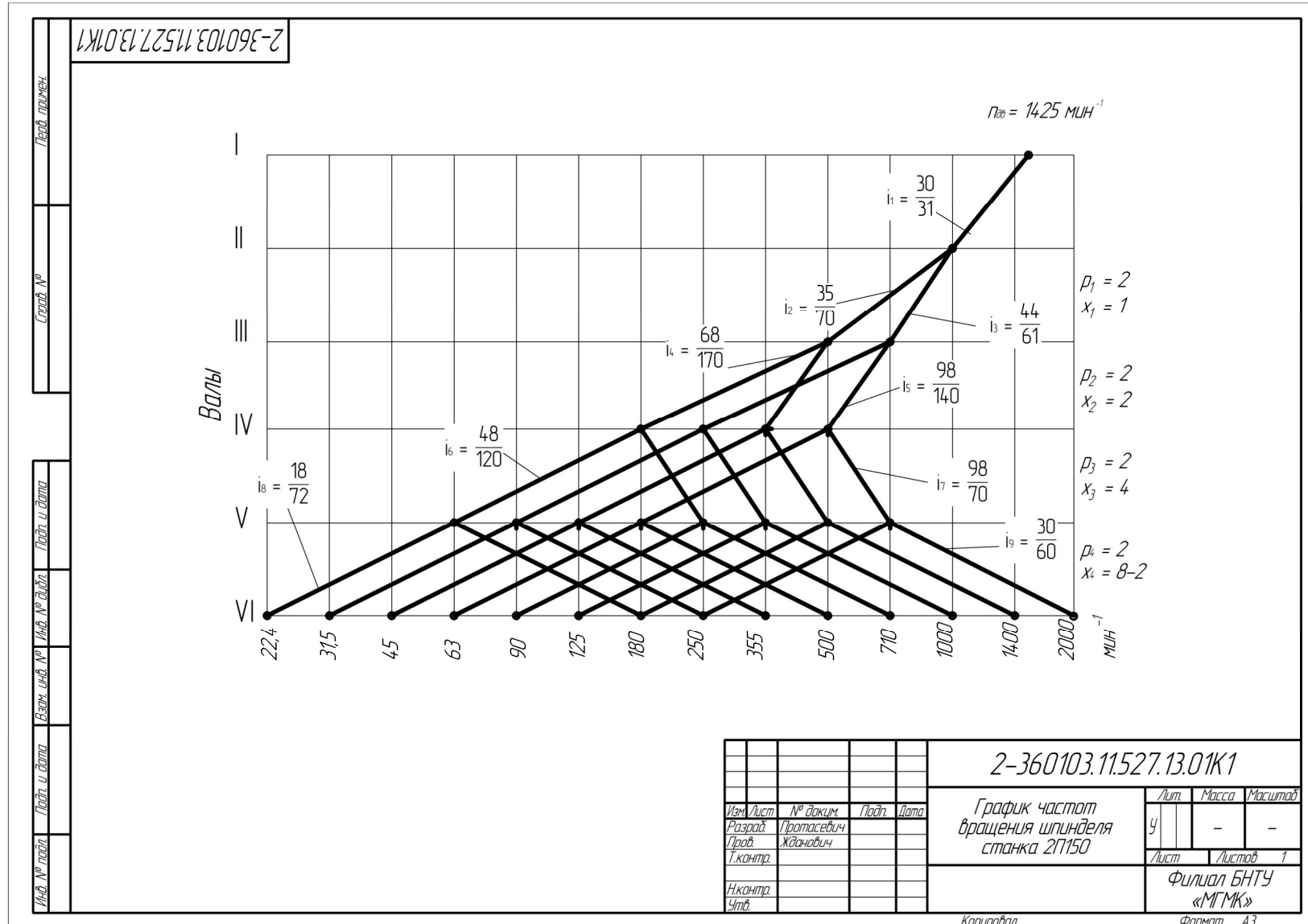
ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Пример оформления ведомости курсового проекта

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<i>Документация общая</i>			
2						
3			<i>Вновь разработанная</i>			
4						
5		<i>2-360103.11.430.17.01К1</i>	<i>График частот вращения</i>			
6			<i>шпинделя станка 6Ш13</i>	1		
7		<i>2-360103.11.430.17.02К3</i>	<i>Кинематическая схема</i>			
8			<i>коробки скоростей</i>			
9			<i>станка 6Ш13</i>	1		
10		<i>2-360103.11.430.17.03</i>	<i>Элементы конструкции</i>			
11			<i>базовых поверхностей</i>			
18			<i>станка 6Ш13</i>	1		
12		<i>2-360103.11.430.17П3</i>	<i>Пояснительная записка</i>	17		
13						
14			<i>Примененная</i>			
15						
16		<i>От 17.10.2012</i>	<i>Задание по курсовому</i>			
17			<i>проектированию</i>	1		
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
				<i>2-360103.11.480.17ВП</i>		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		<i>Шейпак</i>			Лит.	Лист
Рук.		<i>Жданович</i>				Листов
						<i>1</i>
Н.контр.					<i>МГМК</i>	
Утв.						
					<i>Ведомость курсового проекта</i>	

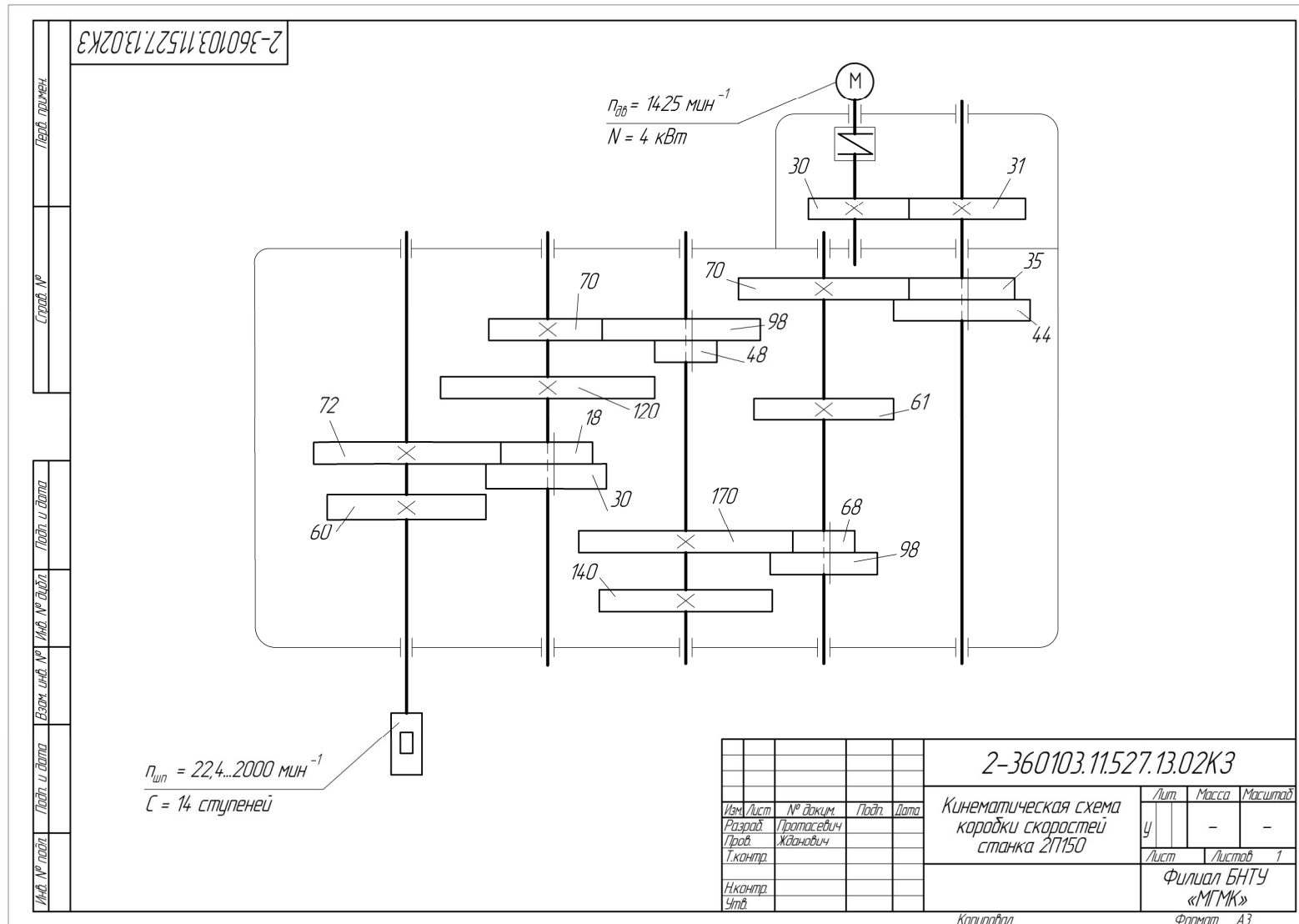
ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Пример оформления графика частот вращения шпинделя станка



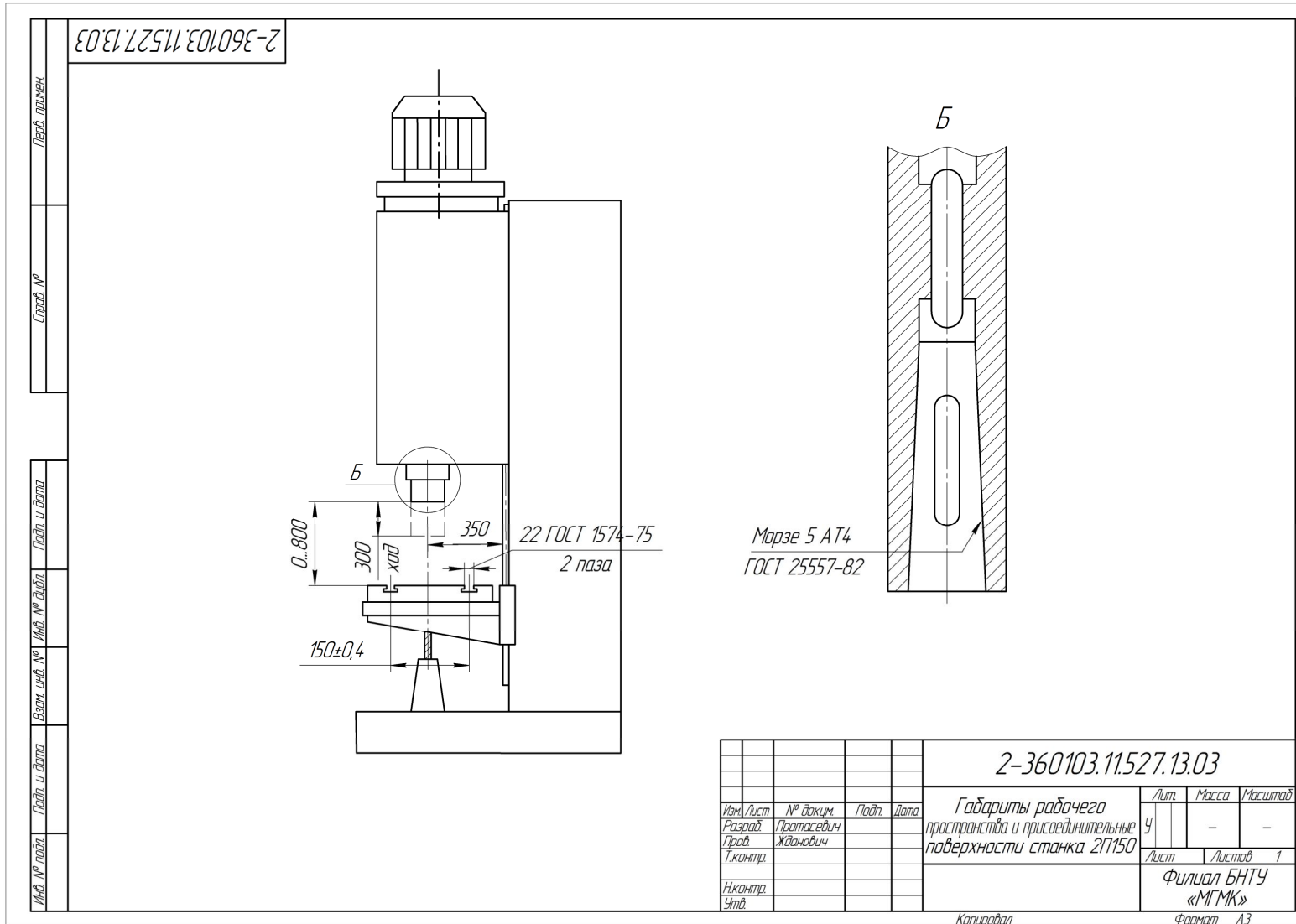
ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Пример оформления кинематической схемы привода главного движения станка



ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Пример оформления габаритов рабочего пространства и присоединительных поверхностей станка



Индивидуальные задания на курсовое проектирование

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробки передач
					материал	наибольший размер	
01	12	1,26	2 6 21 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	- -
11	16	1,12	2 8 2 4 4 1	- -	- -	- -	подач
12	12	1,26	3 1 2 6 2 3	токарный	сталь	Ø400	- -
13	18	1,06	3 6 3 1 2 3	токарный	сталь	Ø400	скоростей
14	18	1,06	3 1 2 9 3 3	- -	сталь, чугун	Ø300	подач
15	18	1,12	2 1 3 2 3 6	- -	- -	- -	скоростей
16	24	1,06	4 2 2 1 3 8	- -	- -	Ø360	подач
17	12	1,26	3 2 2 6 2 1	продольно-фрезерный	- -	B200	горизонтальная правая скоростей

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробки передач
					материал	наибольший размер	
18	12	1,41	34 22 21	--	чугун	B200	--
19	24	1,06	21 42 38	токарный	чугун, бронза	Ø420	подач
20	12	1,41	34 21 22	сверлильный	--	Ø30	скоростей
21	18	1,12	36 23 31	--	--	Ø35	подач
22	24	1,12	41 24 38	горизонтально-фрезерный	--	B240	--
23	12	1,26	21 34 22	продольно-фрезерный	--	--	горизонтальная левая скоростей
24	16	1,12	22 44 21	--	чугун, сталь	--	--
25	12	1,26	21 32 26	--	--	B300	вертикальная левая скоростей
26	12	1,26	23 31 26	--	--	--	--
27	16	1,12	24 28 41	--	чугун, бронза	--	горизонтальная правая скоростей
28	24	1,12	42 38 21	токарный	чугун, бронза	Ø300	подач
29	16	1,12	42 21 28	--	--	--	--
30	24	1,12	38 42 21	сверлильный	--	Ø15	--
31	24	1,06	23 31 46	--	чугун, сталь	Ø18	--
32	18	1,12	21 36 32	--	--	Ø20	--
33	12	1,26	26 23 31	продольно-фрезерный	--	B240	вертикальная правая скоростей
34	16	1,41	44 21 22	--	--	B400	--

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробки передач
					материал	наибольший размер	
35	24	1,06	46 31 23	токарный	-"	Ø400	подач
36	16	1,41	21 22 44	-"	сталь	-"	-"
37	12	1,26	26 31 23	продольно-фрезерный	-"	B260	вертикальная левая скоростей
38	18	1,12	29 33 31	горизонтально-фрезерный	-"	-"	скоростей
39	24	1,06	38 21 42	-"	сталь, чугун	-"	подач
40	12	1,26	23 26 31	-"	-"	B160	скоростей
41	18	1,06	23 31 36	токарный	сталь, чугун	Ø420	подач
42	16	1,26	21 44 22	-"	-"	-"	скоростей
43	24	1,06	31 46 23	-"	-"	Ø180	-"
44	16	1,12	41 28 24	токарный	сталь	Ø220	скоростей
45	24	1,06	41 212 34	-"	-"	-"	подач
46	18	1,12	33 31 29	-"	-"	-"	скоростей
47	24	1,06	34 41 212	-"	чугун	Ø200	-"
48	18	1,12	23 36 31	-"	-"	-"	-"
49	16	1,12	28 21 42	сверлильный	-"	Ø32	-"
50	16	1,12	44 21 22	-"	-"	-"	подач
51	24	1,06	34 212 41	горизонтально-фрезерный	-"	B240	-"
52	24	1,06	34 41 212	-"	сталь	-"	скоростей
53	18	1,26	36 32 21	-"	-"	B140	-"
54	24	1,12	36 32 21	-"	сталь, чугун	-"	подач

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробики передач
					материал	наибольший размер	
55	24	1,12	24 41 38	--	--	B180	--
56	18	1,06	33 31 29	--	--	--	скоростей
57	16	1,26	21 22 44	--	--	B200	--
58	16	1,12	24 41 28	продольно-фрезерный	--	--	горизонтальная левая скоростей
59	18	1,12	31 36 23	--	чугун	--	--
60	12	1,41	32 21 26	--	--	--	вертикальная левая скоростей
61	24	1,06	24 38 41	сверлильный	чугун	Ø28	подач
62	16	1,41	44 21 22	--	--	--	скоростей
63	18	1,12	29 31 33	--	чугун, сталь	--	подач
64	16	1,12	42 28 21	горизонтально-фрезерный	сталь	B300	скоростей
65	24	1,06	41 38 24	--	--	--	подач
66	12	1,26	34 21 22	продольно-фрезерный	чугун, сталь	B320	вертикальная правая скоростей
67	24	1,12	38 24 41	--	--	--	горизонтальная правая скоростей
68	24	1,06	31 43 212	--	--	B360	--
69	24	1,12	31 23 46	--	--	--	горизонтальная левая скоростей
70	18	1,26	31 23 36	--	чугун	B400	--
71	16	1,06	21 28 42	--	--	--	вертикальная левая скоростей
72	16	1,41	21 44 22	--	--	--	--

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробки передач
					материал	наибольший размер	
73	18	1,12	31 29 33	--	--	B280	вертикальная правая скоростей
74	16	1,26	22 21 44	--	--	--	вертикальная левая скоростей
75	24	1,06	43 212 31	горизонтально-фрезерный	чугун	--	подач
76	24	1,12	38 41 24	горизонтально-фрезерный	чугун, сталь	B150	подач
77	24	1,06	31 212 43	токарный	--	Ø250	--
78	18	1,12	36 23 31	--	--	Ø360	--
79	24	1,12	21 42 38	--	--	Ø400	скоростей
80	18	1,12	33 29 31	--	--	--	--
81	18	1,26	32 36 21	--	--	Ø300	--
82	16	1,12	28 42 21	продольно-фрезерный	--	B350	горизонтальная левая скоростей
83	12	1,12	22 34 21	--	--	--	--
84	18	1,12	32 21 36	--	чугун	--	горизонтальная правая скоростей
85	12	1,41	21 22 34	--	--	B300	--
86	12	1,26	21 26 32	--	--	--	вертикальная правая скоростей
87	24	1,06	43 31 212	сверлильный	--	Ø15	подач
88	24	1,12	23 31 46	--	--	--	скоростей
89	18	1,06	36 21 32	--	Сталь	--	подач
90	16	1,12	21 22 44	продольно-фрезерный	сталь	B200	вертикальная левая скоростей

Номер варианта	Число ступеней частот вращения	Знаменатель прогрессии	Структурная формула	Тип станка	Обрабатываемая деталь		Назначение коробики передач
					материал	наибольший размер	
91	18	1,06	33 31 29	токарный	сталь	Ø420	скоростей
92	16	1,12	21 42 28	продольно-фрезерный	сталь	B180	вертикальная правая скоростей
93	18	1,12	31 36 23	-"-	-"-	-"-	горизонтальная правая скоростей
94	16	1,12	28 42 21	-"-	чугун	-"-	-"-
95	18	1,06	29 33 31	-"-	-"-	B400	горизонтальная левая скоростей
96	24	1,12	23 46 31	токарный	-"-	Ø400	скоростей
97	24	1,06	34 41 212	токарный	сталь	Ø380	-"-
98	8	1,41	22 21 24	продольно-фрезерный	-"-	B400	вертикальная правая скоростей
99	27	1,06	39 33 31	токарный	-"-	Ø400	подач
100	27	1,12	39 31 33	-"-	-"-	-"-	скоростей

Примечание. В графе «наибольший размер» обозначение: *B* — ширина фрезерования, мм; \varnothing — диаметр заготовки или инструмента, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Правила оформления списка литературы

В соответствии с ГОСТ 7.1-84 библиографическое описание литературы дается следующим образом.

Книги:

1. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. пособие. – Мн.: Беларусь, 1991. – 400 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
3. Динамика машин и синтез механизмов. ВЗМИ. Научные труды. Т.3. –М.: Б.и., 1974.

Статьи:

1. Левит, Г.А. Расчет передачи винт-гайка качения // Станки и инструмент. – 1963. – № 5. – С. 8–15.
2. Карнеги Дейл. Как перестать беспокоиться и начать жить // Кн. обозрение. – 1989. – 16 июня (24). – С. 6–7.

Нормативных документов:

1. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
2. Р 50-83-88. Рекомендации. Расчеты и испытания на прочность. Расчет на прочность валов и осей. –Введ. 01.07.89.

Технических документов (так называемых «паспортов» оборудования):

1. Станок фрезерный консольный вертикальный с ЧПУ и АСИ модели ГФ2171С5. Руководство по эксплуатации. Часть 1. ГФ2171С5.000РЭ.
2. Станки токарные с ЧПУ. Модели 16К20Ф3С32, 16К20РФ3С32, 16К20Т1.02. Руководство по эксплуатации. 16К20Ф3.000РЭ, 1984. – 83 листа.

УСЛОВНАЯ СХЕМА БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПУБЛИКАЦИИ НА ФИЗИЧЕСКОМ НОСИТЕЛЕ (CD-ROM, дискета и др.):

Основное заглавие [Общее обозначение материала] / Сведения об ответственности. – Сведения об издании. – Место издания (изготовления) : Имя издателя (изготовителя), дата. – Специфическое обозначение материала и объем. – Системные требования.

1-3 автора:

Фамилия(и) И.О. автора(ов). Основное заглавие [Электрон. ресурс] – Издание (версия). – Место издания (страна): Издатель, дата. Специфическое обозначение материала и объем. – Системные требования.

Примеры библиографического описания электронных публикаций на физическом носителе (CD-ROM, DVD-ROM, электрон. гиб. диск и т.д.)

1. Жданович, В.В. Интерактивный справочник «Курсовое и дипломное проектирование» [Электрон. ресурс]: Версия 1.2. – Электрон. текстовые данные (341531404 байт). – Минск: МГМК, 2014. – 1 CD-ROM.
2. Большие и малые библиотеки России [Электрон. ресурс]: Справочник / Рос. библ. ассоц. – Электрон. текстовые дан (5570560 байт). – М.: Либерия, 2001. – 1 CD-ROM .
3. Historic preservation issues [Computer file] / U.S. Dep. of agriculture (USDA). – Version 1.0. – Computer data. – Washington, 1999. – 1 CD-ROM.
4. The Annenberg Washington Program: Communications policy studies [Computer file]: Electronic library / Northwestern Univ. – Computer data. – Washington: Folio, 1996. – 1 CD-ROM + user manual

Условная схема библиографического описания электронных публикаций в Интернете:

1-3 автора:

Фамилия(и) И.О. автора(ов). Основное заглавие [Электрон. ресурс] : Уточняющее заглавие. – Место издания, дата. – Режим доступа:

Без автора, самостоятельная публикация:

Основное заглавие [Электрон. ресурс]: Сведения, относящиеся к заглавию / Сведения об ответственности. – Место издания, дата. – Режим доступа: (Дата последнего просмотра сайта в круглых скобках).

Аналитическое описание статьи из сборника или электронного журнала:

Фамилия(и)И.О. автора(ов). Заглавие // Название журнала или сборника [Электрон. ресурс] – Год. – Том (выпуск, номер). – Режим доступа: (Дата последнего просмотра сайта в круглых скобках).

Примеры библиографического описания электронных публикаций в Интернете

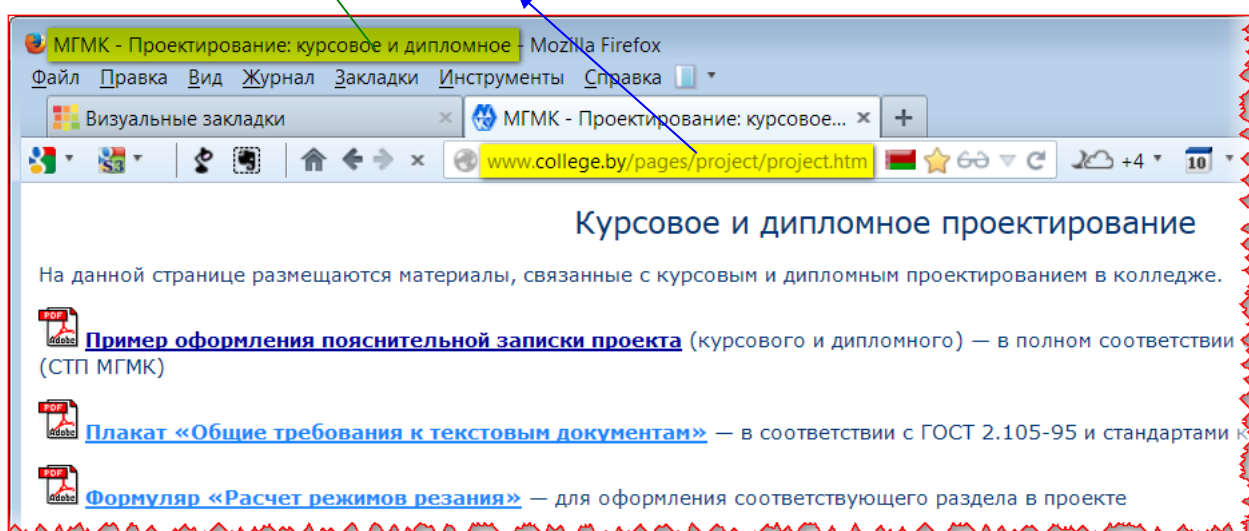
1. МГУ им. М.В. Ломоносова [Электрон. ресурс] / Ред. В.Румянцев – М., 2001. – Режим доступа: <http://hronos.km.ru/proekty/mgu> (18 фев. 2014).

2. Мудрик А.В. Воспитание в контексте социализации // Образование: исследовано в мире [Электрон. ресурс] / Рос. акад. образования. – М.: ОИМ.RU, 2000-2001. – Режим доступа: <http://hronos.km.ru/proekty/mgu> (18 фев. 2014).

3. Severova E., Polevova S., Bovina I. Palynology of the genus Centaurea L. [Electronic resource]. – 1997. – Mode of access: <http://florin.ru/florin/db/centaur.htm> (18 фев. 2014).

4. Орлов А.А. Педагогика как учебный предмет в педагогическом вузе // Педагогика как наука и как учебный предмет: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., 26-28 сент. 2000 г. / Тул. гос. пед. ин-т. – [Электрон. ресурс]. – Тула, 2000-2001. – С.9-10. – Режим доступа: <http://www.oim.ru/> (18 фев. 2014).

5. Пример оформления пояснительной записки проекта // МГМК – Проектирование: курсовое и дипломное [Электрон. ресурс]: – Режим доступа: <http://www.college.by/pages/project/project.htm> (18 фев. 2014).



ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Оценка результатов работы над курсовым проектом

Итогом работы учащегося над курсовым проектом является его защита. Представляя свою работу, учащийся должен продемонстрировать свои знания и умения кратко, в установленное время изложить сущность проделанной работы, аргументировано обосновать принятое решение.

Требования к курсовому проекту

Требования можно объединить в три группы:

- к структуре;
- к содержанию;
- к оформлению.

Основными критериями оценки учебных достижений учащихся при выполнении курсового проекта являются соблюдение требований стандартов ЕСКД, ЕСТД, СТП и качества выполнения индивидуального задания на курсовой проект, а также самостоятельность его выполнения. Структура и содержание курсового проекта должна полностью соответствовать заданию.

Итог выполнения курсового проекта складывается из следующих составляющих:

- оформление пояснительной записки согласно требованиям СТП.
- оформление графической части согласно ЕСКД.
- защита проекта (работы).

Каждый из разделов и лист графической части проекта в ходе работы над ним оценивается самостоятельно с учетом выше перечисленных критериев, а также учитывая соответствие срока сдачи каждого раздела ПЗ и листа графической части графику курсового проектирования.

Для оценки результатов работы над курсовым проектом следует руководствоваться показателями оценки, приведенными в таблице.

Таблица 1 — Критерии оценки курсового проекта

Отметка	Показатели
0,1,2,3	Невыполнение курсового проекта в соответствии с заданием, его отсутствие.
4	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, но имеют существенные ошибки. Имеются неточности в расчетах, построении графиков, описании процессов, орфографические ошибки, небольшие отклонения от правил оформления, неаккуратность. Ошибки не лишают смысла результат работы.</p> <p>Графическая часть. Нерациональное заполнение листа. Небольшие отклонения от норм оформления.</p> <p>Защита. Неуверенная аргументация по принятым решениям, неполное воспроизведение учебного материала.</p>
5	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Имеются неточности в расчетах, графиках, процессах. Имеются отклонения от правил оформления. Недостаточная обоснованность принятых методов и способов производства работ.</p> <p>Графическая часть. Отражены все элементы технологических документов в заданном объеме. Однако чертежи имеют противоречия. Небольшие отклонения от правил оформления.</p>

Отметка	Показатели
	<p>Защита. Обоснование принятых решений. Некоторые неточности и нелогичность изложения, неумение выделить главное.</p>
6	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Имеются небольшие недоработки, неточности в описании процессов (общий характер пояснений, некорректность материала, недостаточная работа со справочной литературой).</p> <p>Графическая часть. Отражены все элементы технологических документов в заданном объеме. Плотность выполнения не менее 80%. Схемы и узлы отражают суть организации процессов. Графика невысокого качества. Имеются небольшие отклонения к требованию по оформлению (отсутствие некоторых размеров, обозначений и т. д.). Неточности на чертежах.</p> <p>Защита. Качественное воспроизведение программного материала. Достаточные ответы на типовые вопросы. Некоторые затруднения при аргументации выбранного решения.</p>
7	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Вопросы проекта соединены в единую логически верную последовательность. Технологические процессы, на основе современных материалов и технологий. Имеются небольшие единичные неточности в описании процессов. Недостаточная работа со справочной литературой. Есть отклонения от схемы процесса. Расчеты выполнены верно, аккуратно, самостоятельно.</p> <p>Графическая часть. Отражены все элементы технологических документов в заданном объеме. Плотность выполнения не менее 80%. Схемы и узлы отражают суть организации процессов. Графика на высоком уровне. Имеются небольшие отклонения к требованию по оформлению (отсутствие некоторых размеров, условных обозначений, сокращения текста, недоработки в схемах).</p> <p>Защита. Качественное воспроизведение программного материала. Достаточные ответы на типовые вопросы. Некоторые затруднения при аргументации выбранного решения.</p>
8	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Вопросы проекта соединены в единую логически верную последовательность. Технологические процессы, на основе современных материалов и технологий. Имеются недочёты в оформлении, правописании, последовательно, которые носят случайный характер.</p> <p>Графическая часть. Отражены все элементы технологических документов в заданном объеме. Плотность выполнения не менее 80%. Схемы и узлы отражают суть организации процессов. Графика на высоком уровне. Имеются небольшие отклонения к требованию по оформлению (отсутствие некоторых размеров, условных обозначений, сокращения текста, недоработки в схемах организации работ или узлах).</p> <p>Защита. Достаточные ответы на типовые вопросы. Свободная речь. Обоснованность принятых решений.</p>
9	<p>Пояснительная записка. Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Вопросы проекта соединены в единую логически верную последовательность. Технологические вопросы, освещены на основе современных материалов и технологий. Знания закреплены и углублены самостоятельным подбором дополнительных источников информации и их детальной проработкой. Имеют место отдельные незначительные недоработки.</p> <p>Графическая часть. Отражены все элементы технологических документов в полном объеме. Схемы отражают суть технологических процессов. Графика</p>

Отметка	Показатели
	<p>на высоком уровне. <i>Защита.</i> Ответы на все вопросы, обоснованность принятых решений. Свободная речь, эрудиция. Не демонстрирует творческий подход</p>
10	<p><i>Пояснительная записка.</i> Текст и расчеты выполнены в соответствии с заданием, в полном объеме, грамотно. Вопросы проекта соединены в единую логически верную последовательность. Технологические вопросы, вопросы организации освещены на основе современных материалов и технологий. Знания закреплены и углублены самостоятельным подбором дополнительных источников информации и их детальной проработкой. Ошибки, неточности отсутствуют.</p> <p><i>Графическая часть.</i> Отражены все элементы технологических документов в полном объеме. Схемы отражают суть технологических процессов. Графика на высоком уровне.</p> <p><i>Защита.</i> Ответы на все вопросы, обоснованность принятых решений. Свободная речь, эрудиция. Оперативный перенос знаний и умений в нестандартную ситуацию.</p>

Недочеты:

- встречаются орфографические и грамматические ошибки;
- не в полном объеме заполнена основная надпись;
- незначительные исправления, описки;
- в единичных случаях не указана используемая литература;
- в единичных случаях не указаны порядковые номера таблиц, формул, рисунков.

Несущественные ошибки:

- ошибки при записи формулы, при условии, что в последующих записях она приведена верно.

Существенные ошибки:

- недостаточно правильный выбор структуры маршрутно-операционной обработки;
- неверные расчеты.