

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. Г. Кисель

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для
студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2024

УДК 67.05

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Кисель, А. Г.

Технологическое оборудование и оснастка: учеб.-методич. пособие по выполнению курсового проекта для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.01 Машиностроение / А. Г. Кисель – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 31 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологическое оборудование и оснастка» представлены учебно-методические материалы по выполнению необходимых расчетов, подготовке пояснительной записки и чертежей, подготовке к защите работы для студентов специальности 15.03.01 Машиностроение.

Табл. 4, список лит. – 3 наименования

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 18 апреля 2024 г., протокол № 6

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 мая 2024 г., протокол № 5

УДК 67.05

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2024 г.
© Кисель А. Г., 2024 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	6
2. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	19
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Существующий парк металлорежущих станков, как выпуска предыдущих десятилетий, так и сверхсовременных многооперационных станочных модулей, не может эксплуатироваться без основополагающих знаний по конструкции, особенностям компоновок, техническим характеристикам и основам конструирования.

Основы отечественного станкостроения были заложены в XVIII в. известным придворным мастером и изобретателем А. К. Нартовым, который создал конструкции отдельных узлов, послужившие основой для современных металлорежущих станков. В первой трети XX в. был пройден этап от сборки зарубежных станков к развитию отечественного станкостроения, по всей стране строились заводы по выпуску станков различных групп и типов, а в Москве был создан экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС). Для подготовки специалистов в этой области в 1930 г. был открыт Московский станкоинструментальный институт, внёсший огромный вклад в подготовку специалистов для современного производства.

В настоящее время главной тенденцией развития станкостроения является повышение точности и производительности технологического оборудования путём его оснащения новыми видами приводов и прогрессивными системами числового программного управления.

Наиболее перспективной с точки зрения понимания основных вопросов проектирования приводов главного движения ступенчатого регулирования является методика графоаналитического расчёта привода, которая позволяет наглядно рассмотреть множество вариантов. В связи с этим результаты расчета по данной методике интерпретируются в графической части проекта.

Структура настоящего учебного пособия позволяет в указанной последовательности провести основные расчёты и, основываясь на изучении станков-прототипов, создать конструкцию привода с использованием как основ конструирования деталей машин, так и различных компоновок основных групп и типов технологического оборудования.

Пособие предназначено для обеспечения усвоения студентами учебного материала по дисциплине «Технологическое оборудование и оснастка» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. Пособие может быть использовано при самостоятельной работе студентов над курсовым проектом.

Дисциплина «Технологическое оборудование и оснастка» относится к блоку 1 части ОПОП ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Целью освоения дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» является формирование у студентов знаний по технологическому оборудованию машиностроительных производств (металлорежущим станкам) и технологической оснастке к данному оборудованию (станочным приспособлениям) для рационального, технически и экономически обоснованного выбора оборудования и оснастки при осуществлении требуемых

технологических задач с заданной производительностью, точностью, качеством обработанных поверхностей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы формообразования поверхностей на станках и принципы кинематической настройки оборудования;

- конструктивные особенности и технологические возможности основных типов металлорежущих станков;

- правила и методики рационального выбора приспособлений для типовых представителей металлообрабатывающего оборудования в соответствии с поставленными технологическими задачами;

- методики расчета и проектирования основных представителей станочных приспособлений и вспомогательной оснастки;

уметь:

- анализировать условия работы технологического оборудования и оснастки, выделять системные связи при их функционировании;

- выбирать наиболее рациональные типы металлорежущих станков в зависимости от поставленных задач;

- осуществлять расчет кинематических цепей металлорежущих станков исходя из кинематической схемы и заданных режимов обработки;

- назначать в соответствии с решаемыми технологическими задачами наиболее рациональные приспособления, оснастку или их системы для базовых представителей металлообрабатывающего оборудования;

- проектировать приспособления и вспомогательную оснастку с использованием современных информационных технологий;

владеть:

- навыками определения необходимых кинематических параметров при настройке станков на заданные технологические режимы;

- навыками рационального выбора станков и оснастки;

- навыками выполнения и чтения чертежей и эскизов деталей, узлов, сборочных единиц оборудования и приспособлений;

- навыками работы с нормативной и справочной документацией.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Общие требования к оформлению курсового проекта

Курсовой проект состоит из текстовой части, оформляемой в виде расчетно-пояснительной записки, и графической части – чертежей и схем, выполняемых с применением систем автоматизированного проектирования и средств машинной графики, а также карандашом на листах чертежной бумаги. Состав и количество чертежей, выполняемых с помощью компьютера и вручную, следует согласовать с руководителем проекта.

Содержанием курсового проекта может быть разработка конструкции привода главного движения металлорежущего станка; модернизация узлов существующих моделей станков; новых устройств, повышающих надежность, производительность, ремонтпригодность и другие технико-экономические показатели станков.

В задании на курсовое проектирование указывается набор исходных данных:

- проектируемый привод (узел), а также тип станка, для которого он предназначен;
- количество скоростей в приводе;
- наиболее важные из предельных размеров, характеризующих обрабатываемые на станке изделия или поверхности (для токарного станка – наибольший диаметр детали, устанавливаемой над станиной, или высота центров; для сверлильного – наибольший диаметр просверливаемого отверстия и т. д.);
- перечень материалов, из которых изготавливаются обрабатываемые на станке детали;
- перечень материалов режущих инструментов, предназначенных для использования на станке.

Таков минимальный объем исходных данных, без которых нельзя начинать проектирование (приложение Г). Состав исходных данных может быть изменен и дополнен: вносятся сведения о конкретных характеристиках обрабатываемых изделий, приводятся их эскизы, даются сведения о припусках на обработку, геометрических характеристиках инструментов и т. д. Ряд дополнительных указаний и особые требования, предъявляемые к проектируемому узлу, могут быть даны также в задании на специальную разработку.

Расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту должна состоять из следующих разделов:

1. Расчет-обоснование технической характеристики проектируемого станка.
2. Кинематический расчет разрабатываемого привода.
3. Прочностные расчеты, расчеты на жесткость и др.

4. Краткое описание конструкции и работы проектируемого узла и станка в целом.

В том случае, если курсовой проект выполняется не по типовому заданию, содержание отдельных разделов может быть соответственно изменено.

Перечень листов графической части указывается на бланке задания. В графическую часть проекта входят, как правило, чертежи развертки (продольный разрез по осям) проектируемого привода и поперечные разрезы привода с элементами конструкции механизмов управления переключением передач (приложение В). Кроме того, в состав графической части входит кинематическая схема станка, для которого проектируется привод (приложение В).

При разработке не типового, а специального задания, состав графической части определяется конкретными задачами проектирования и устанавливается руководителем проекта.

При проектировании необходимо определить следующие технические характеристики станка:

- пределы размеров обрабатываемых изделий (например, для станков токарного типа) или используемого при обработке инструмента (станки сверлильные, фрезерные и т. п.);

- пределы значений глубины резания, с которыми может осуществляться обработка;

- пределы величин подач, используемых при обработке, диапазон регулирования привода подачи;

- пределы величин скорости резания, пределы значений частоты вращения шпинделя, числа двойных ходов в единицу времени, диапазон регулирования привода главного движения, ряд чисел оборотов и т. п.;

- наибольшую эффективную мощность, расходуемую на резание;

- мощность устанавливаемого в приводе главного движения электродвигателя;

- наибольшее значение тяговой силы подачи, мощность привода подачи.

Оформляется пояснительная записка на листах формата А4 (210 × 297).

Пример оформления титульного листа приведен в приложении А.

Чертежи стандартных изделий выполняются в полном соответствии со стандартами ЕСКД с указанием всех размеров, предельных отклонений и технических требований, необходимых при курсовом проектировании.

Обозначение чертежа, проставляемое в графе 2 основной надписи, составляется по следующей схеме:

КП.32.21-МС-014.02.ВО,

где КП – курсовой проект;

32 – шифр кафедры;

21-МС – учебная группа;

014 – индивидуальный трехзначный шифр задания;

02 – номер листа чертежа (лист 2);

ВО – шифр документа (СХ – схема, НТ – наладка технологическая, ВО –

вид общий, СБ – сборочный чертеж и т. п.).

В основных надписях листов пояснительной записки проставляется это же обозначение (соответствующее номеру части).

Дополнительные графы основной надписи на чертежах, располагающиеся на полях и в верхней части формата, в учебном курсовом проекте допускается не выполнять.

Графическая часть проекта

Графическая часть проекта выполняется на листах формата А1 и должна включать в себя: а) общий вид станка, изображенного в виде конструктивно-компоновочной схемы; б) разрез – развёртку по валам разработанной коробки скоростей; в) разрез коробки плоскостью, перпендикулярной осям валов.

Общий вид станка выполняется без всяких конструктивных подробностей, однако строго по пропорциям основных размеров и размеров главных узлов. Эти пропорции следует брать на основе форм современных станков, аналогичных тому станку, для которого, согласно заданию, предназначается разработанный узел.

Основное назначение чертежа (компоновочной схемы) общего вида станка заключается в том, чтобы показать на нём, как узел, разработанный в составе курсового проекта, соотносится по этим размерам и формам с остальными узлами станка. Чертеж общего вида по согласованию с руководителем выполняется либо в одной, либо в двух проекциях.

На чертеже общего вида должны быть поставлены габаритные и основные размеры станка и приведена над угловым штампом спецификация узлов.

Чертежи разреза – развёртки по валам спроектированного узла и поперечного разреза этого узла выполняются в масштабе М1:1 (отступление от этого масштаба допускается только с разрешения руководителя проекта). Чертежи должны давать полное представление о конструкции разработанного узла, его работе, сборке и регулировке.

При разработке привода учесть механизмы, применяемые для смазки зубчатых колес (если не в полном объеме, то в объеме тех элементов системы смазки, которые могут быть видны на развёртке и поперечном разрезе).

Если, согласно заданию на КП, управление узлом, представленным в чертеже, выполняется с помощью рукояток (или рукоятки) многорукояточной системы управления, то поперечный разрез надо делать по оси рукоятки и на поперечном разрезе должна быть видна конструкция как самой рукоятки, так и механизма, перемещающего подвижной элемент кинематической цепи (шестерня, блок, муфта и т. д.).

Поперечный разрез узла надо выполнять таким образом, чтобы на чертеже было видно расположение всех валов разработанной коробки скоростей.

На чертежах (особенно на поперечном разрезе) должна быть видна форма корпуса коробки. Эта форма должна соответствовать традиционным формам аналогичных узлов и должна предусматривать необходимые элементы, приливы и поверхности для крепления данного узла к остальным узлам станка.

На чертежах узлов должны быть проставлены габаритные, все посадочные (с указанием допусков в буквенном выражении), линейные и межосевые размеры. Допуски на межосевые размеры должны быть указаны в соответствии с СТ СЭВ 641-77, СТ СЭВ 311-76, СТ СЭВ 186-74.

Все нормализованные детали и элементы, подшипники качения, электромагнитные муфты и т. д. должны быть изображены в разрезах, дающих представление об их конструкции. Нормализованные детали и узлы (двигатели, муфты и т. д.) должны выбираться на основе последних справочных данных и каталогов.

Разработанный узел или его часть, представляющая законченную сборку или относящаяся к одной из осей (по указанию руководителя) объемом не менее 30 деталей, должны быть снабжены спецификацией. Спецификация должна содержать данные о наименовании деталей, количестве их в узле, материале, термообработке, если она выполняется, и номере ГОСТ для нормализованных деталей. Указанные отступления от ЕСКД обусловлены необходимостью проверки знаний студентов в вопросах выбора материалов, назначения термообработки и др.

В процессе работы над графической частью рекомендуется предварительно разрабатывать эскизные решения (на миллиметровой или другой бумаге) и согласовывать их с руководителем. Рекомендуется также внимательно изучить по литературе, указанной в задании, и по другим источникам конструкции аналогичных узлов современных станков того же типоразмера.

Защита проекта

Оформление и переплет расчетно-пояснительной записки выполняются в соответствии с общими требованиями к оформлению курсового проекта. Все этапы проектирования, в том числе защита, должны выполняться строго по графику, который выдается вместе с заданием.

Защита проекта производится устно преподавателю, выдавшему задание на курсовой проект, либо перед комиссией, назначаемой кафедрой. Доклад студента должен длиться не более семи минут и содержать следующие разделы:

1. Назначение станка.
2. Назначение проектируемого привода.
3. Технические характеристики проектируемого привода.
4. Краткое описание устройства проектируемого привода, управления, регулировки, обслуживания, смазки.
5. Новые, оригинальные элементы, внесенные в конструкцию, их технико-экономические или социальные преимущества.

Проект оценивается по пятибалльной системе с учетом: качества выполнения расчетно-пояснительной записки; качества выполнения графической части; качества доклада на защите, правильности ответов на вопросы; соблюдения графика работы над проектом.

Расчет приводов главного движения. обоснование технических характеристик проектируемых станков

Универсальные токарные, сверлильные и фрезерные станки как с ручным управлением, так и с ЧПУ, предназначены для выполнения разнообразных операций в условиях единичного, серийного и крупносерийного производства в различных отраслях промышленности.

На универсальных станках обрабатывается большое количество материалов: сталь, чугун, бронза, сплавы алюминия и магния, пластмассы и дерево. При этом универсальные станки должны обеспечить возможность выполнения разнообразных операций, из которых одни выполняются наиболее часто, другие весьма редко. Все это затрудняет обоснование технических характеристик станка.

Согласно исследованиям ЭНИМС, на универсальных станках средних размеров чаще всего (около 60 % от всех видов обрабатываемых материалов) обрабатываются стали, близкие по физико-механическим свойствам к Стали 45 ($\sigma_b = 450 \div 550$ МПа, НВ = 197÷220), и только 15 % более мягких сталей и сплавов, скорость резания которых на 40÷60 % выше. Приблизительно 25 % – это твердые, легированные марки сталей.

Для каждого типа универсальных станков необходимо выбрать такие характерные операции при обработке стали 45 прогрессивным инструментом, по которым возможно было бы определить предельные параметры характеристики станка.

В задании на проектирование станка обычно указываются:

- тип станка, его назначение либо обрабатываемые поверхности;
- обрабатываемый материал, его свойства;
- материал режущего инструмента;
- η_{\min} , η_{\max} , S_{\min} , S_{\max} , $N_{\text{дв}}$ (могут быть получены в процессе расчёта);
- требуемое качество обработки или класс точности станка;
- степень механизации или автоматизации станка;
- характер производства: единичное или крупносерийное.

В задании на проектирование могут быть указаны не все вышеперечисленные данные, в этом случае студент сам обосновывает недостающие.

Токарные и токарно-винторезные станки

Основными размерами токарных и токарно-винторезных станков (ГОСТ 18097–88) являются наибольшие диаметры обрабатываемой заготовки над станиной $D_{\text{наиб}}$, над суппортом D_1 , наибольшая длина обрабатываемого изделия L , диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, размер конуса переднего конца шпинделя.

ГОСТ 18097–88 предусматривает ряд размеров $D_{\text{наиб}}$ (от 125 до 2500 мм), построенных по закону геометрической прогрессии со знаменателем $\phi=1,26$

(таблица 1).

Таблица 1 – Основные размеры токарных станков

Наибольший диаметр $D_{\text{наиб}}$ обрабатываемой заготовки над станиной, мм	125	160	200	250	320	400	500
Наибольший диаметр D_1 обрабатываемой заготовки над суппортом, мм, не менее	63	80	100	125	160	210	260
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки L , мм	250	250 3350	350 5500	500 11000	500 11500	710 2000	1000 2800
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе d_0 , мм, не менее	16	20	25 (20)	32 (25)	40 (32)	50	63
Номер конуса Морзе в отверстии шпинделя	–	3	3 (4)	4 (5)	5 (6)	5 (6)	6
Наибольшая высота устанавливаемого резца h , мм, не менее	8	–	12	16	20	25	32

Последовательность расчета

1. В задании на курсовой проект обычно указывается высота центров H или наибольший диаметр обрабатываемого над станиной изделия $D_{\text{наиб}}$. Если он соответствует размеру, обусловленному ГОСТ 18097–88, то все остальные размеры выбираются согласно данному стандарту (таблица 1).

Если же в задании указан нестандартный наибольший диаметр $D_{\text{наиб}}$ (что допускается лишь в учебных целях), то размеры D_1 и d_0 определяют, пользуясь зависимостями:

$$D_1 = 0,5 D_{\text{наиб}};$$

$$d_0 = 0,125 D_{\text{наиб}},$$

где d_0 – диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе.

Высота центров является конструктивным размером и определяется из условия $H = (0,55 \div 0,63) D_{\text{наиб}}$.

2. Минимальную частоту вращения шпинделя определяют по операции зачистки резьбы на условном диаметре d_p :

$$n_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{зач}}}{\pi \cdot d_p},$$

где $V_{\text{зач}}$ – скорость резания при зачистке резьбы, $V_{\text{зач}} = 4 \div 5$ м/мин;

$$d_p = (0,2 \div 0,25) D_{\text{наиб}}.$$

3. Максимальную частоту вращения шпинделя определяют по операции чистового точения заготовки диаметром d_{min} резцами, оснащенными

пластинками из твердого сплава, при угле в плане $\varphi=45^\circ$:

$$n_{max} = \frac{1000 \cdot V_{чис}}{\pi \cdot d_{min}},$$

где $d_{min} = 0,1D_{наиб}$ – расчётный минимальный диаметр обработки (в действительности может быть меньше).

Скорость резания $V_{чис}$ при чистовом точении определяют по карте Т-4 [2, с. 29] при минимальной глубине резания t_{min} и соответствующей величине подачи $S_{чис}$. Глубину резания целесообразно назначать в пределах $t_{min} = 0,5 \div 2$ мм. Подача $S_{чис}$ при чистовом точении набирается в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца r [2, с. 24], [3, с. 268]. При обработке на станках экономически достижимым является 6-й квалитет шероховатости поверхности, $R_a = 1,25 \div 2,5$ мкм. Радиус при вершине проходного резца по ГОСТ 18879–73 обычно принимают $r = 0,4 \div 1,2$ мм.

4. Минимальную величину продольной подачи привода подач целесообразно принимать из режимов резания операции чистового точения:

$$S_{пр. min} = S_{чис}.$$

5. Минимальную величину поперечной подачи привода подач определяют по операции фасонного точения [3, с. 269] прутка диаметром d_{min} при соответствующих размерах резца или из условия:

$$S_{поп. min} = 0,5 S_{пр. min}.$$

6. Максимальную величину продольной подачи $S_{пр. max}$ [2, с. 112], [3, с. 278], которую должен обеспечить привод подач, определяют по операции развертывания отверстий диаметром d_{min} развертками из быстрорежущей стали.

7. Максимальную силу резания $P_{z max}$ и мощность резания $N_{рез. max}$, которую должен обеспечить привод главного движения, определяют по операции чернового точения [2, с. 35] (карта Т-5) заготовки диаметром $D_{наиб}$ при глубине резания $t_{чер}$ и подаче $S_{чер}$.

Глубину резания при черновом точении определяют из условия снятия за один проход припуска на черновую обработку стальных заготовок (ГОСТ 7505–89) или из условия $t_{чер} = (1 \div 1,2) 10^{-2} D_{наиб}$.

Подачу при черновом наружном точении принимают из [3, с. 266, таблица 11] или из условия $S_{чер} = (1 \div 1,2) 10^{-3} D_{наиб}$.

8. Максимальную мощность резания рассчитывают по формуле:

$$N_{рез. max} = \frac{P_{z max} \cdot V_{чер}}{6} \cdot 10^{-4},$$

где $N_{рез. max}$ – максимальная мощность резания, кВт; $P_{z max}$ – максимальная сила резания, Н; $V_{чер}$ – скорость резания при черновом точении, м/мин; она определяется по карте Т-4 [2, с. 29] при соответствующих $t_{чер}$ и $S_{чер}$.

ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Основными параметрами вертикально-сверлильных станков, согласно ГОСТ 1227–79, являются наибольший условный диаметр $d_{наиб}$ сверления в Стале 45, вылет оси шпинделя, ход шпинделя и размер конуса шпинделя для закрепления инструмента (таблица 2).

В задании на курсовой проект обычно указывается наибольший условный

диаметр сверления $d_{\text{наиб}}$, количество скоростей в приводе, а также материалы инструмента и заготовки. Остальные размеры студент выбирает самостоятельно из анализа характеристик станков близких типоразмеров.

Таблица 2 – Основные размеры сверлильных станков

Наибольший условный диаметр сверления $d_{\text{наиб}}$ в Стали 45, мм	3	6	12	20 (18)	25	35	50	63
Номер конуса Морзе в отверстии шпинделя	1a	1a	2в (1)	3 (2)	3	4	5	5
Вылет оси шпинделя, мм	100	125	160	200	250	300	350	400
Наибольшее перемещение шпинделя (шпиндельной бабки) h , мм, не менее	50	70	100	160 (150)	200	250	300 (320)	350

Последовательность расчета

1. Минимальную частоту вращения n_{min} шпинделя определяют по операции развертывания нормализованной Стали 45 разверткой диаметром $d_{\text{наиб}}$ из быстрорежущей стали при соответствующих режимах резания: подаче $S_{\text{раз}}$, скорости резания $V_{\text{раз}}$ и стойкости развертки $T_{\text{м}}$ [2, с. 111, 114, 117], [3, с. 276, 278, 279]:

$$n_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{раз}}}{\pi \cdot d_{\text{наиб}}}, \text{ об/мин.}$$

2. Максимальную частоту вращения шпинделя n_{max} определяют по операции сверления Стали 45 сверлом из быстрорежущей стали диаметром d_{min} при соответствующих режимах резания: подаче $S_{\text{св}}$, скорости резания $V_{\text{св}}$ и стойкости развертки $T_{\text{м}}$ [2, с. 111, 115], [3, с. 276, 277]:

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

где $d_{\text{min}} = (0,2 \div 0,25) d_{\text{наиб}}$.

3. Предельные величины подач S_{min} и S_{max} , которые должен обеспечить привод подач проектируемого станка, принимают из следующих условий:

– минимальная величина подачи S_{min} принимается равной величине подачи при сверлении стали сверлом диаметром d_{min} ;

– максимальная величина подачи S_{max} принимается равной величине подачи при развертывании стали разверткой диаметром $d_{\text{наиб}}$.

4. Максимальную мощность резания $N_{\text{рез. max}}$, необходимую для расчета механизмов привода вращения шпинделя, и осевую силу $P_{\text{о max}}$, используемую для расчета механизмов привода подач, определяют по операции сверления Стали 45 сверлом диаметром $d_{\text{наиб}}$ при соответствующих режимах: подаче, скорости резания и стойкости сверла [2, с. 111, 114, 115], [3, с. 26, 277, 279].

Мощность резания $N_{\text{рез. max}}$ и осевую силу $P_{\text{о max}}$ определяют из таблиц и по

формулам [2, с. 124, 126], [3, с. 277, 281].

Консольно-фрезерные станки

Основными параметрами консольно-фрезерных станков, согласно ГОСТ 165–81, являются размеры рабочей поверхности стола: ширина B и длина L . Кроме этих размеров, указываются также наименьший диаметр оправки крепления фрез, ход гильзы шпинделя для вертикальных консольно-фрезерных станков и номер конуса переднего конца шпинделя (таблица 3), последний параметр в данной таблице отсутствует и выбирается по станку-прототипу. Примеры станков-прототипов приведены в приложении Б.

Таблица 3 – Основные размеры фрезерных станков

Размеры рабочей поверхности стола, мм:							
ширина B	100	125	160	200	250	320	400
длина L	400	50	630	800	1000	1250	1600
Наименьший диаметр оправки, мм	10	13	16	22	27	32	40
Ход гильзы шпинделя, мм, не менее	40	40	60	60	60	60 (80)	60 (80)

В настоящее время конструкция и кинематика приводов вертикально- и горизонтально-фрезерных станков консольного типа унифицированы. Кроме того, на машиностроительных заводах часто горизонтально-фрезерные станки оснащают накладными головками, позволяющими производить работы торцевыми, концевыми и шпоночными фрезами. Поэтому при определении основных технических характеристик учитывают возможность выполнения таких операций, как фрезерование плоскостей торцевыми фрезами со вставными ножами, оснащенными пластинками твердого сплава; прорезка пазов или отрезка дисковыми фрезами из быстрорежущей стали; фрезерование пазов концевыми фрезами, оснащенными винтовыми пластинками из твердого сплава; фрезерование паза шпоночными фрезами из быстрорежущей стали.

Последовательность расчета

1. Минимальную частоту вращения шпинделя определяют по операции прорезки паза в углеродистой Стале 45 прорезной фрезой диаметром $D_{\text{пр.мах}}$, шириной $b_{\text{пр}}$ при глубине фрезерования $t_{\text{пр}}$, при подаче на зуб $S_{z \text{ пр}}$, скорости резания $V_{\text{пр}}$ и стойкости фрезы T_m [2, с. 85, 87, 93]:

$$n_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{пр}}}{\pi \cdot D_{\text{пр.мах}}}, \text{ об/мин.}$$

Размеры прорезной фрезы определяют из следующих зависимостей и корректируют по ГОСТ 2679–73 [3, с. 182]:

$$D_{\text{пр.мах}} = (0,4 \div 0,6)B, \quad b_{\text{пр}} = (0,01 \div 0,02)D_{\text{пр.мах}}, \quad t_{\text{пр}} = (5 \div 6)b_{\text{пр}}.$$

Здесь и далее B – ширина рабочей поверхности стола, мм.

2. Максимальную частоту вращения шпинделя определяют по операции обработки паза концевой фрезой, оснащенной винтовыми твердосплавными

пластинами с глубиной фрезерования $t_{\text{кон}}$, подачей $S_{\text{кон}}$, скоростью резания $V_{\text{кон}}$ и стойкостью фрезы T_m [3, с. 282, 285, 290]:

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

Рекомендуемый диаметр концевой фрезы и глубину фрезерования определяют по приведенным зависимостям и корректируют по ГОСТ 20536–75 или ГОСТ 20537–74 [3, с. 176]:

$$d_{\text{кон}} = (0,08 \div 0,1)B;$$

$$t_{\text{кон}} = (0,2 \div 0,25)d_{\text{кон}}.$$

3. Минимальную величину минутной подачи S_{min} , которую должен обеспечить привод подачи проектируемого станка, определяют по операции фрезерования паза шпоночной фрезой диаметром $d_{\text{шп}}$ из быстрорежущей стали при глубине фрезерования $t_{\text{шп}} = 0,6d_{\text{шп}}$ с подачей $S_{z \text{ шп}}$ и скоростью резания $V_{\text{шп}}$ [3, с. 286, 287].

Диаметр шпоночной фрезы и глубину фрезерования определяют из условия $d_{\text{шп}} = (0,04 \div 0,05)B$, $t_{\text{шп}} = 0,6d_{\text{шп}}$.

4. Максимальную величину минутной подачи S_{max} проектируемого станка определяют по операции чистовой обработки плоскости торцевой фрезой диаметром D_m со вставными ножами, оснащенными твердосплавными пластинками, при минимальной глубине резания t_{min} , скорости резания $V_{\text{чис}}$, стойкости фрезы $T_{\text{чис}}$ и подаче $S_{z \text{ чис}}$, при параметре шероховатости $R_a = 1,25 \div 3,2$ мкм [2, с. 85, 96], [3, с. 282, 285, 290]:

$$S_{\text{max}} = S_{z \text{ чис}} \cdot Z_m \cdot n_{\text{чис}},$$

$$\text{где } n_{\text{чис}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{чис}}}{\pi \cdot D_m}, D = (0,55 \div 0,65)B.$$

Число зубьев фрезы Z_m принимают согласно ГОСТ 9473–80 [3, с. 187].

Минимальную глубину резания при чистовой обработке торцевыми фрезами обычно принимают $t_{\text{min}} = 1 \div 2$ мм.

5. Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила $P_{z \text{ max}}$, её определяют [3, с. 282] по операции черновой обработки при несимметричном встречном фрезеровании торцевой фрезой (ГОСТ 24359–80) диаметром D_m со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава, с максимальной глубиной фрезерования t_{max} , шириной фрезерования B_m при подаче $S_{z \text{ чер}}$ и стойкости фрезы T_m [2, с. 85, 87], [3, с. 283, 290].

Максимальные величины B_m и t_{max} определяют из следующих условий:

$$B_m = (0,6 \div 0,8)D_m;$$

$$t_{\text{max}} = (0,03 \div 0,05)B_m.$$

Величины остальных составляющих силы резания, необходимых для расчета привода подачи (силы подачи P_h , вертикальной – P_v , радиальной – P_y , осевой – P_x), устанавливают из соотношения с главной составляющей P_z [3, с. 282].

6. Максимальную мощность резания, необходимую для расчета привода вращения шпинделя, определяют по формуле:

$$N_{\text{рез.max}} = \frac{P_{z \text{ max}} \cdot V_{\text{чер}}}{6} \cdot 10^{-4},$$

где $N_{\text{рез.max}}$ – мощность резания, кВт; $P_{z \text{ max}}$ – максимальная сила резания, Н;

$V_{\text{чер}}$ – максимальная скорость резания при черновом фрезеровании, м/мин.

7. Максимальное продольное тяговое усилие Q , необходимое для перемещения стола, должно преодолеть усилие резания и силу трения в направляющих:

$$Q = P_{h \max} + (G_{\text{ст}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{дет}} + P_{x \max})f,$$

где $P_{h \max}$ – максимальная сила подачи, Н; $G_{\text{ст}}$ – сила тяжести (вес) стола, Н; $G_{\text{пр}}$ – сила тяжести (вес) приспособления, Н; $G_{\text{дет}}$ – сила тяжести (вес) детали, Н; f – коэффициент трения в направляющих стола; $P_{x \max}$ – вертикальная составляющая силы резания, Н.

Пункт 7 рассчитывается по дополнительным данным, полученным от руководителя проекта.

Определение мощности двигателя

Большинство приводов главного движения универсальных станков работают в повторно-кратковременном режиме, при котором периоды работы под нагрузкой имеют такую длительность и так чередуются с паузами, что температура нагрева обмотки электродвигателя не превышает допустимой величины. Мощность электродвигателя, работающего в указанном режиме, определяют по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{рез. max}}}{\eta \cdot \lambda},$$

где $\eta_{\text{пр}}$ – КПД привода, ориентировочно принимается $\eta_{\text{пр}} = 0,7 \div 0,85$; λ – коэффициент перегрузки, в первом приближении принимается $\lambda = 1,4 \div 1,6$, затем уточняется по каталогу для конкретного двигателя:

$$\lambda = 0,85 \frac{M_{\text{пр}}}{M_{\text{ном}}}.$$

После определения мощности электродвигателя по справочникам, каталогам и т. п., выбирается марка двигателя. Его эскиз, габаритные и присоединительные размеры приводятся в пояснительной записке.

Контрольные вопросы

1. Что является основным параметром, определяющим габарит токарно-винторезного станка?
2. Единицы измерения скорости резания и подачи у станков различных групп.
3. Какова формула определения частоты вращения шпинделя?
4. Что больше – мощность резания или электродвигателя?
5. Какой параметр определяет габарит сверлильных и фрезерных станков?
6. Каково устройство концевой фрезы?
7. Каковы габаритные и присоединительные размеры электродвигателей, встраиваемых в конструкцию привода?

2. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект предполагает комплексное использование студентом знаний по технологическому оборудованию и оснастке, применяемым в машиностроении. По результатам защиты курсового проекта выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при аттестации по дисциплине – оценке за курсовую работу.

Преподаватель проверяет выполненные студентом пояснительную записку и чертежи и принимает защиту работы в виде устного опроса. Оценка за курсовой проект выставляется в результате оценивания преподавателем правильности выполнения работы и ответов на поставленные вопросы.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 4).

Таблица 4 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса,	Не может делать научно-корректных выводов из	В состоянии осуществлять научно-корректный	В состоянии осуществлять систематический и научно-	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
объекта	имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	анализ предоставленной информации	корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Расчёт и конструирование приводов оборудования машиностроительного производства: учеб. пособие / П. Е. Попов, П. В. Назаров, И. А. Бугай [и др.]. – Омск: ОмГТУ, 2016. – 163 с. – ISBN 978-5-8149-2344-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/149150> (дата обращения: 31.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: справочник-учебник: в 3 т. / А. С. Проников [и др.]; под общ. ред. А. С. Проникова. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана: Машиностроение, 1995. – Т. 2. – 320 с.

3. Режимы резания металлов: справочник / Ю. В. Барановский [и др.]; под ред. Ю. В. Барановского. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1972. – 407 с.3.

4. Справочник технолога-машиностроителя / А. Г. Косилова [и др.]; под ред. А. Г. Косиловой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Курсовой проект
допущен к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Курсовой проект
защищен
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Курсовой проект № _____

по дисциплине

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА»

Шифр студента _____
Вариант № _____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Калининград – 20__

Кинематическая схема токарно-винторезного станка модели 1А616

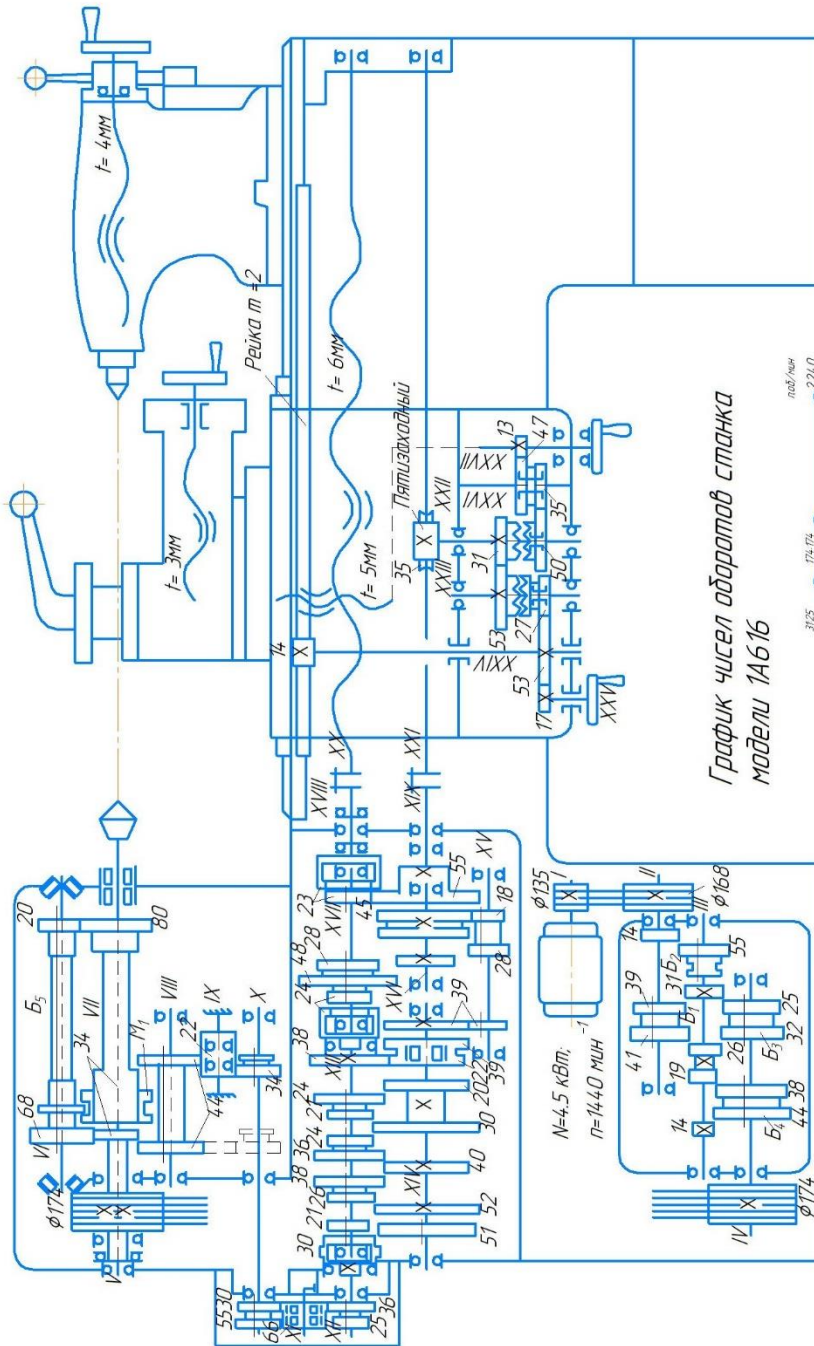
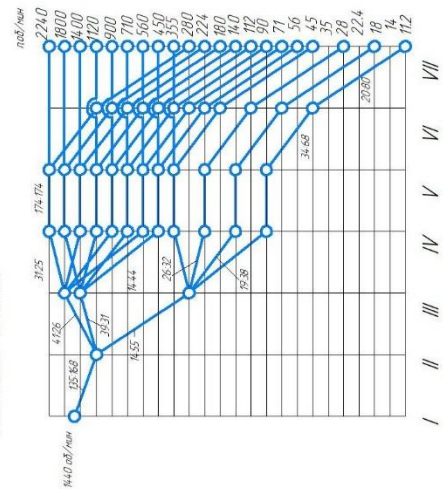


График чисел оборотов станка модели 1А616



Кинематическая схема токарно-винторезного станка модели 1К62

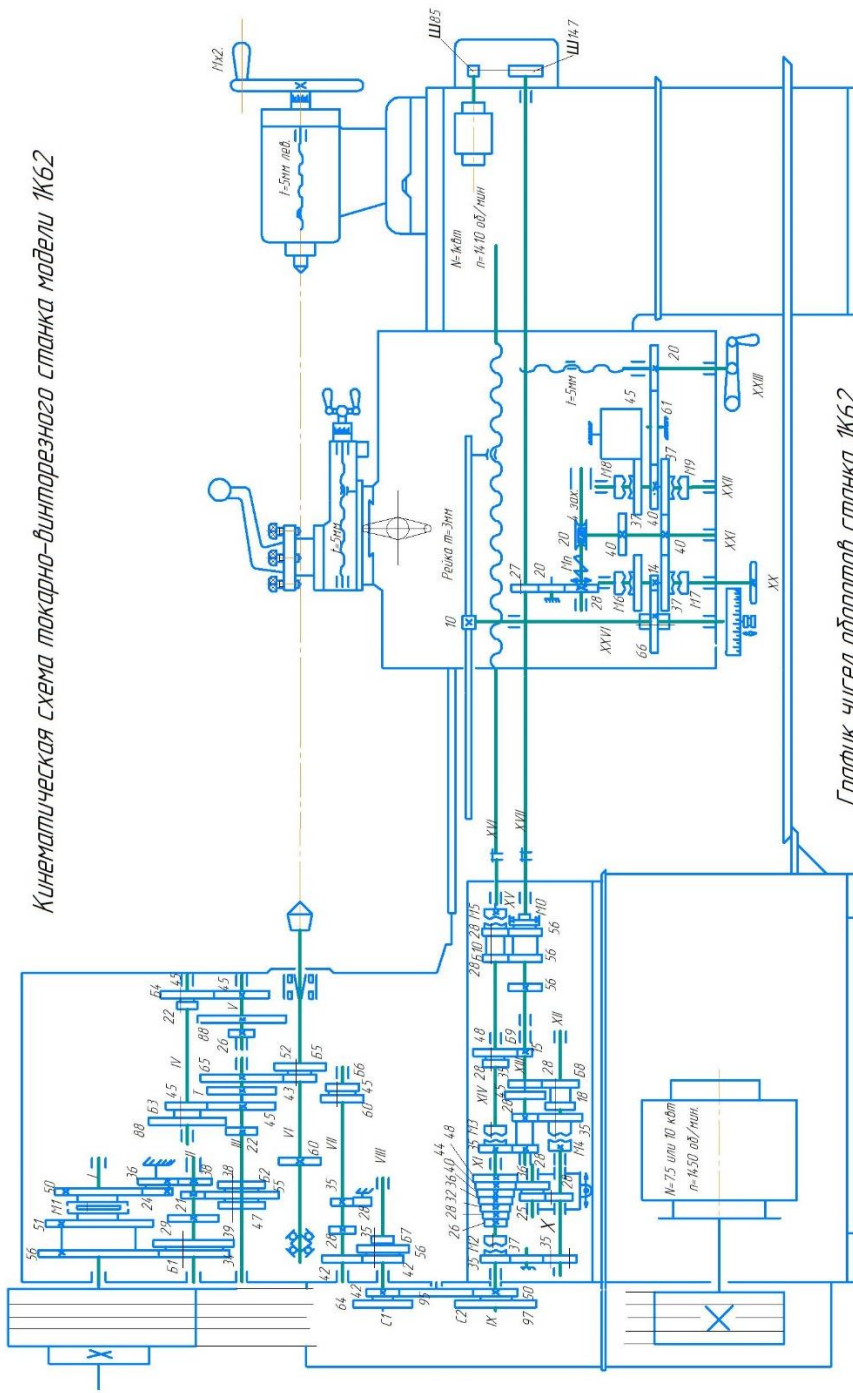
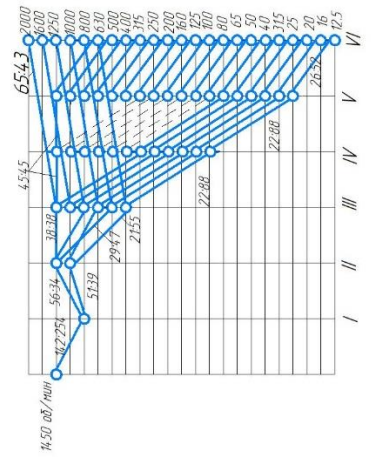
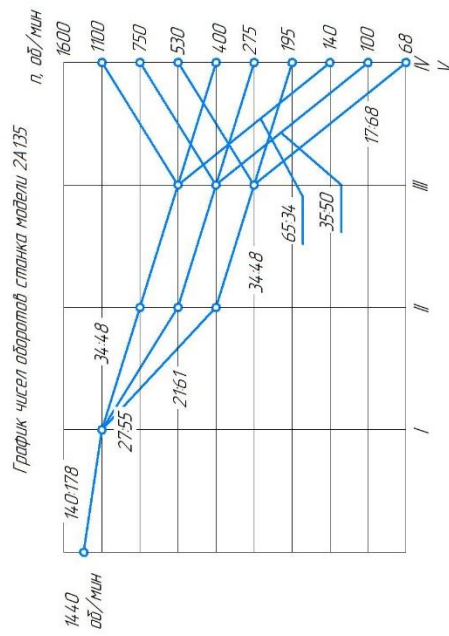
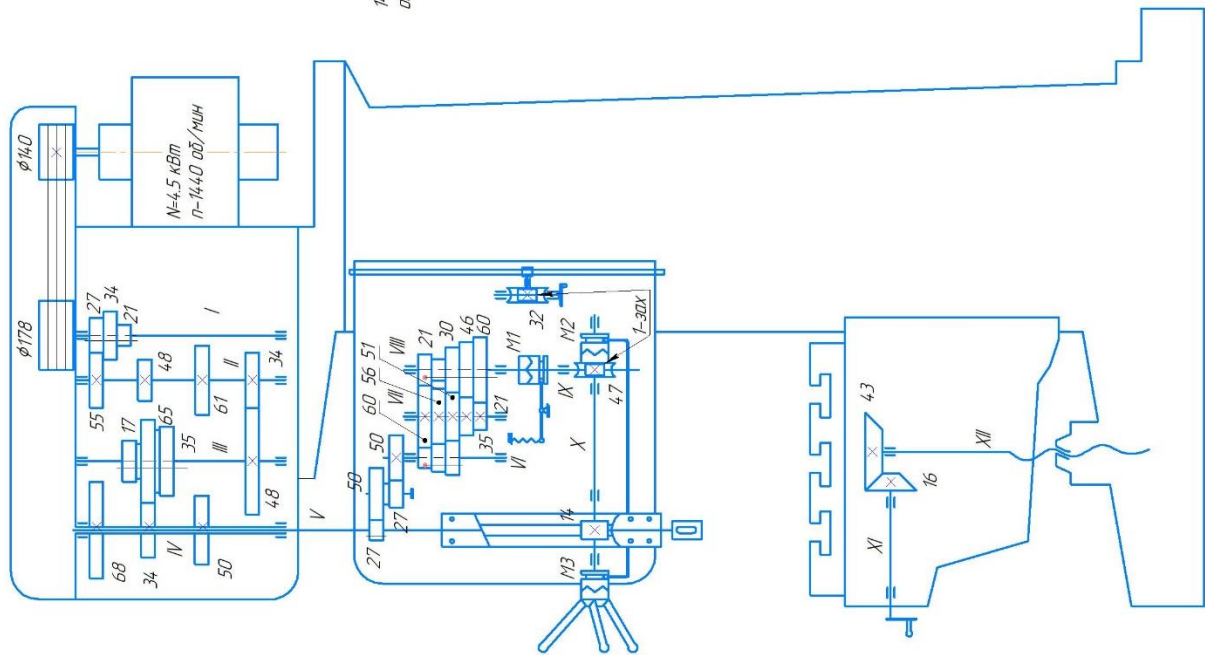
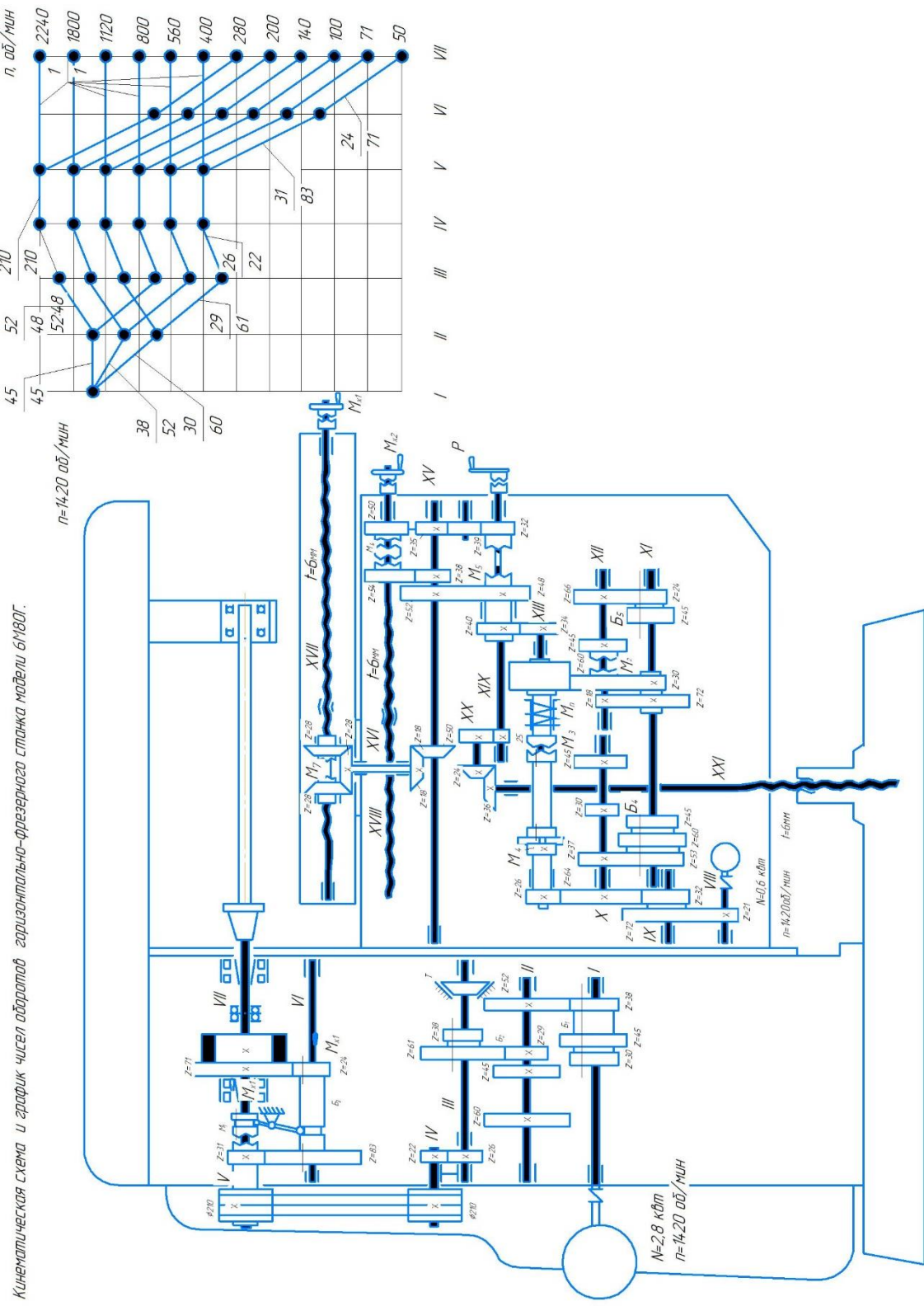


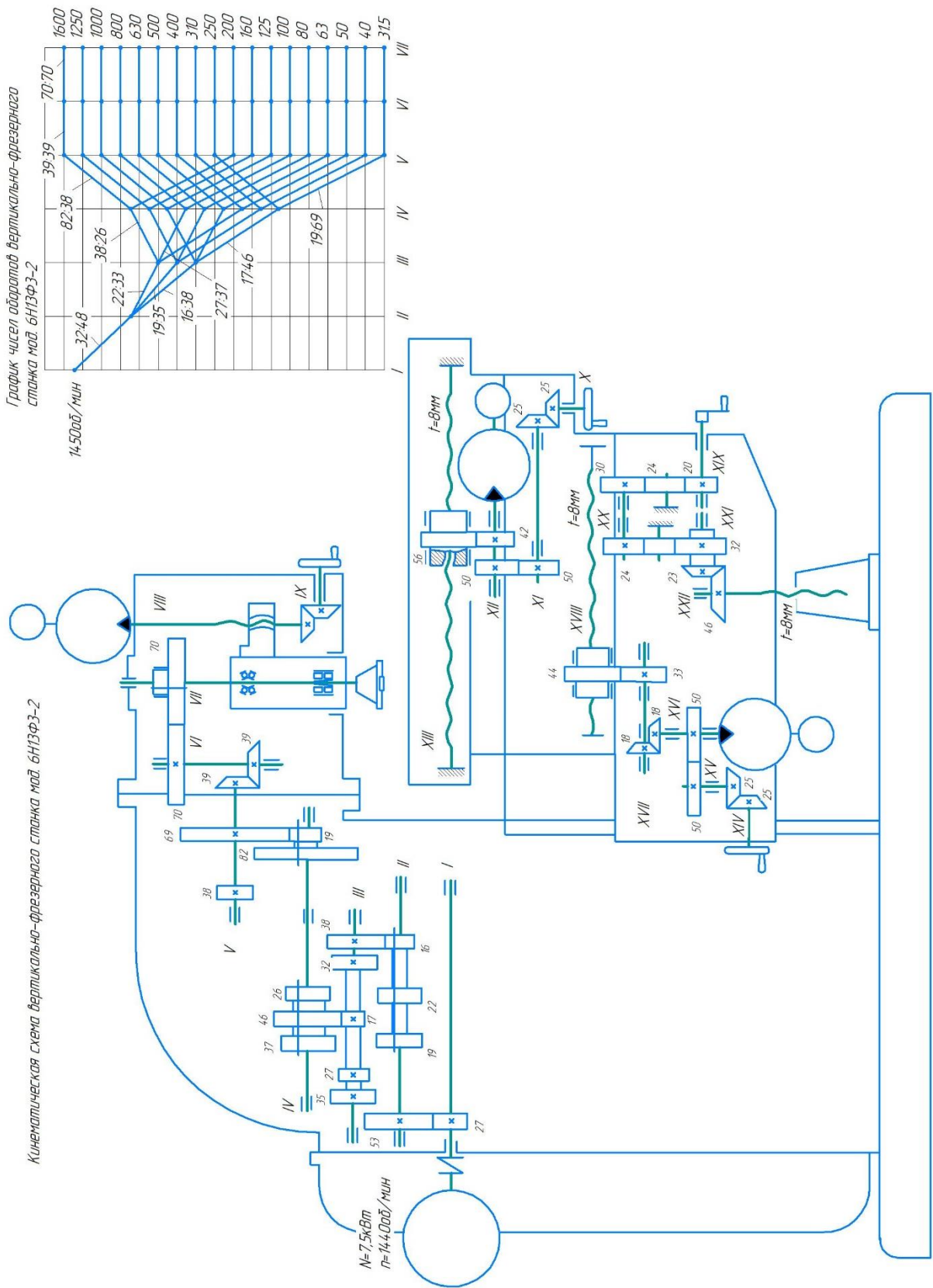
График чисел оборотов станка 1К62

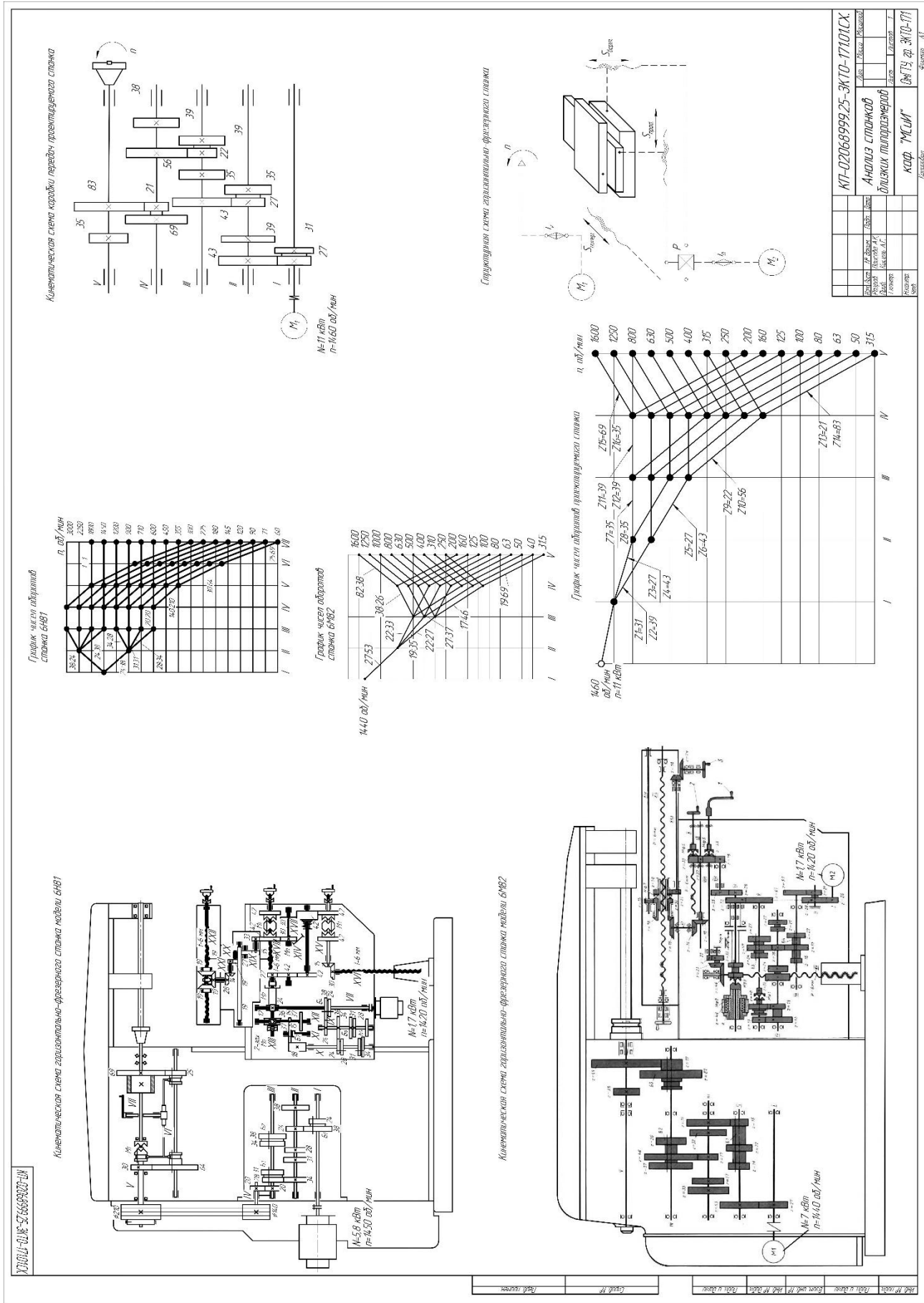


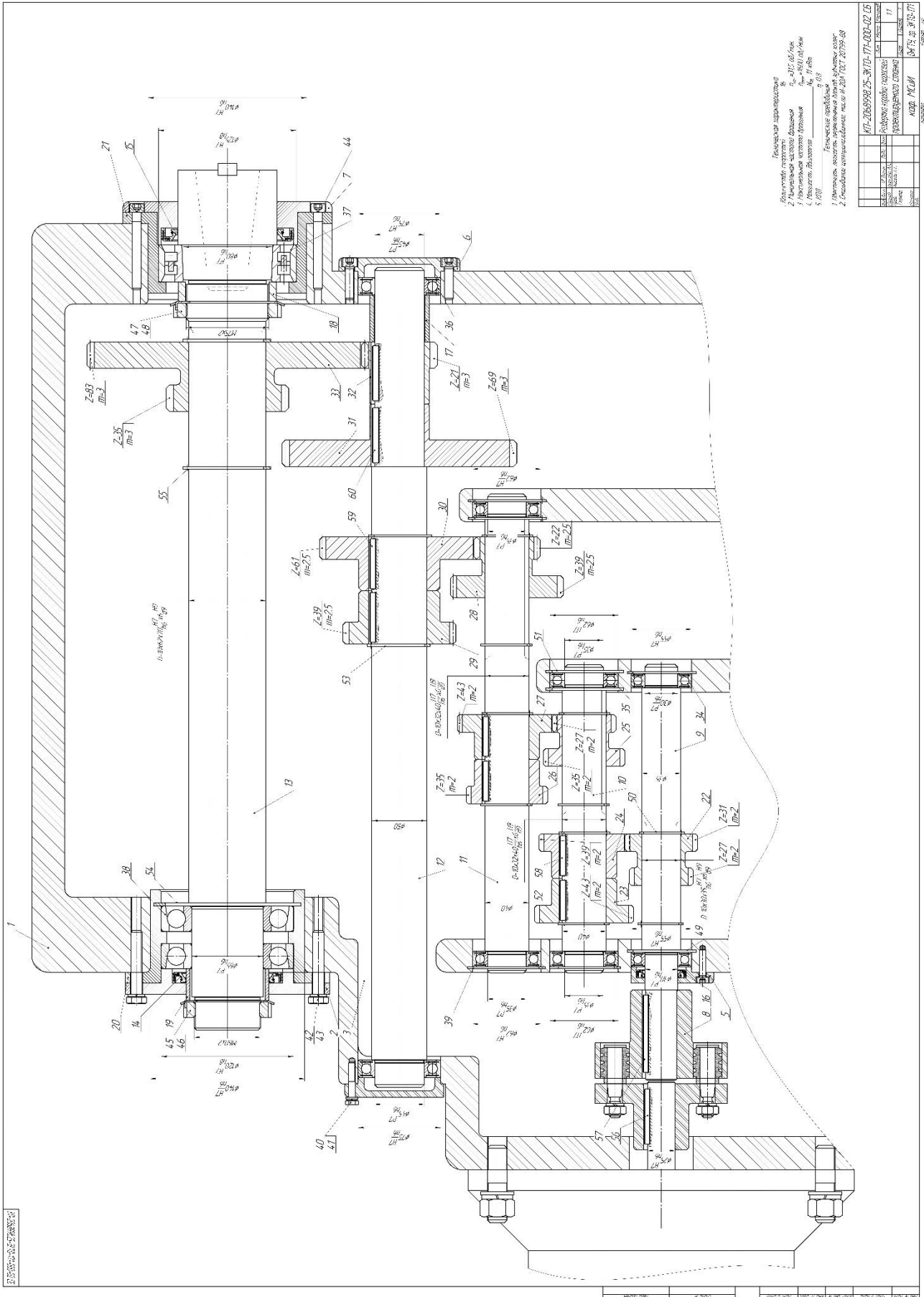
Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка модели 2А135











1. Обозначение: 25-3810-11-004-02 05
 2. Изготовитель: ООО "ИП" г. Москва
 3. Дата: 11.08.2011
 4. Место: Москва
 5. Исполнитель: М.И.М.М.
 6. Проверен: М.И.М.М.
 7. Утвержден: М.И.М.М.
 8. Дата: 11.08.2011

№	Исполнитель	Проверен	Утвержден
1	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
2	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
3	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
4	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
5	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
6	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
7	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.
8	М.И.М.М.	М.И.М.М.	М.И.М.М.

Исходные данные для проектирования привода главного движения станка

№ п/п	Станок	Z	d _{max} , мм	Обрабатываемый материал	Режущий инструмент	H, мм	B, мм
1	Вертикально-сверлильный	9	35	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
2	Токарно-винторезный	9		Сталь	Твёрдый сплав	220	
3	Консольно-фрезерный	18		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		125
4	Токарно-винторезный	10		Сталь	Твёрдый сплав	200	
5	Консольно-фрезерный	17		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		250
6	Вертикально-сверлильный	18	50	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
7	Токарно-винторезный	11		Сталь	Твёрдый сплав	180	
8	Вертикально-сверлильный	17	25	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
9	Консольно-фрезерный	16		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		100
10	Токарно-винторезный	12		Сталь	Твёрдый сплав	160	
11	Вертикально-сверлильный	16	20	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
12	Консольно-фрезерный	15		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		400
13	Вертикально-сверлильный	15	18	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
14	Токарно-винторезный	13		Сталь	Твёрдый сплав	220	
15	Консольно-фрезерный	14		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		250
16	Вертикально-сверлильный	13	50	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
17	Токарно-винторезный	14		Сталь	Твёрдый сплав	200	
18	Консольно-фрезерный	13		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		200
19	Токарно-винторезный	15		Сталь	Твёрдый сплав	180	
20	Консольно-фрезерный	18		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		125
21	Токарно-винторезный	16		Сталь	Твёрдый сплав	160	
22	Консольно-фрезерный	17		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		320
23	Токарно-	17		Сталь	Твёрдый сплав	220	

№ п/п	Станок	Z	d _{max} , мм	Обрабатываемый материал	Режущий инструмент	H, мм	B, мм
	винторезный						
24	Консольно-фрезерный	16		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		100
25	Токарно-винторезный	18		Сталь	Твёрдый сплав	200	
26	Вертикально-сверлильный	14	12	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
27	Вертикально-сверлильный	15	63	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		
28	Консольно-фрезерный	15		Сталь, чугун	Твёрдый сплав		400
29	Токарно-винторезный	9		Сталь	Твёрдый сплав	180	
30	Вертикально-сверлильный	11	35	Сталь, цветные сплавы	Быстрорежущая сталь		

Локальный электронный методический материал

Антон Геннадьевич Кисель

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,4. Печ. л. 1,9.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1