

ШПИНДЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ

Альбом



Москва «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1983

ББК 34.63-5я6
Ш83
УДК 621.9.06 (084 42)

Н. М. Вороничев, Г. И. Плашай, С. С. Гиндин, В. М. Лобусев,
Н. У. Марголин, В. М. Марков, А. Я. Френкель

Рецензент канд. техн. наук доцент Л. С. Брон

Шпиндельные узлы агрегатных станков: Альбом/Н. М. Вороничев, Г. И. Плашай, С. С. Гиндин и др. — М.: Машиностроение, 1983. — 180 с., ил.

2 р.

В альбоме приведены чертежи и описания конструкций проверенных в эксплуатации шпиндельных узлов отечественных агрегатных станков и автоматических линий. Рассмотрены их назначение, пути унификации, методы конструирования и расчета, в том числе методы автоматизации проектных работ с применением ЭВМ и чертежных автоматов. Даны рекомендации по применению шпиндельных узлов.

Альбом предназначен для конструкторов и технологов, занятых проектированием, изготовлением и эксплуатацией, а также модернизацией агрегатных станков и автоматических линий.

Ш 2703000000-109
038 (01)-83

ББК 34.63-5я6
6П4.6.08

© Издательство «Машиностроение», 1983 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В альбоме обобщен опыт отечественного станкостроения по созданию различных конструкций шпиндельных узлов агрегатных станков и автоматических линий. В основу альбома легли материалы и конструктивные разработки, выполненные в Московском СКБ автоматических линий и агрегатных станков и Минском СКБ автоматических линий, где проделана значительная работа по унификации шпиндельных узлов, разработке и практическому применению автоматизированного проектирования с использованием ЭВМ и чертежных автоматов, а в последние годы под руководством ЭНИМСа создана новая, единая гамма шпиндельных узлов.

В альбоме анализируются функциональные и конструктивные особенности шпиндельных узлов, рассматривается их классификация и технологические возможности. В первых главах приведены конструкции типовых элементов — корпусных деталей, комплектов шпинделей и валов, пинолей, механизмов и устройств общего назначения, из которых компонуются разнообразные по конструкции и назначению шпиндельные сборочные единицы. В описании каждого элемента указываются его назначение, основные параметры, характеристика конструкции и принципа работы, приводятся рекомендации по применению.

В гл. III, IV, VI, VII и VIII рассматриваются конструкции шпиндельных узлов единой гаммы и проверенных в эксплуатации специальных сборочных единиц.

Гл. IX, X посвящены расчету и конструированию шпиндельных узлов, а также практическому применению автоматизированного метода проектирования.

Авторы надеются, что материалы альбома окажутся полезными конструкторам, технологам и наладчикам при проектировании, изготовлении и эксплуатации агрегатных станков и автоматических линий, а также при разработке новых шпиндельных узлов в случае модернизации или переналадки агрегатного оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В основе метода создания агрегатных станков и автоматических линий лежит принцип агрегатирования, при котором станок или линия компонуются из самостоятельных функциональных сборочных единиц путем объединения их в единый комплекс с общей системой управления и контроля.

К таким сборочным единицам относятся шпиндельные узлы, к шпинделем которых крепятся инструментальные оправки с режущим инструментом, выполняющим основные операции металлообработки: сверлильные, расточные и подрезно-расточные, фрезерные, резьбонарезные и др.

С помощью шпиндельных узлов непосредственно выполняются возложенные на агрегатные станки и автоматические линии технологические функции по многоинструментальной обработке конкретных деталей. Поэтому они играют очень важную роль в обеспечении надежности работы оборудования, качества обработки и производительности и занимают особое место в ряду других сборочных единиц.

Конструкции шпиндельных узлов зависят от конфигурации обрабатываемой детали, построения технологического процесса обработки, компоновки станка или линии.

Эти особенности шпиндельных узлов и повышенные технологические требования к ним обусловливают сложность проектирования и многообразие производимых при этом инженерных расчетов, сложность последующего изготовления и монтажа.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

В компоновках агрегатных станков и автоматических линий применяется большое число разнообразных по конструкции и выполняемых функциям шпиндельных узлов. В зависимости от пространственного расположения на станке (рис. 1) шпиндельные узлы можно разделить на:

- вертикальные и наклонные с направлением подачи вниз;
- горизонтальные и наклонные с направлением подачи вверх.

По характеру выполняемых работ шпиндельные узлы разделяются на три группы:

I. Сверлильная группа. Выполняемые операции: сверление, зенкерование, развертывание, резьбонарезание. К этой группе относятся многошпиндельные узлы следующих типов:

1. Сверлильные коробки, выполняющие все виды сверлильных работ за исключением резьбонарезания.

2. Сверлильно-резьбонарезные (комбинированные) коробки, выполняющие все виды сверлильных работ, включая операции резьбонарезания.

3. Резьбонарезные коробки, выполняющие только операции нарезания резьбы.

4. Шпиндельные коробки специального назначения, конструктивные особенности которых определяются их технологическими функциями.

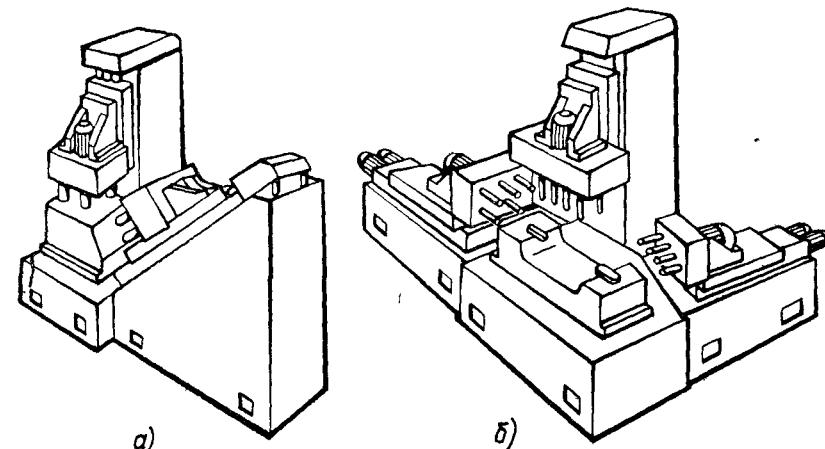


Рис. 1. Пространственное расположение шпиндельных узлов:
а — вертикальное и наклонное с направлением подачи вниз; б — горизонтальное, вертикальное и наклонное с направлением подачи вверх

II. Расточная группа. Выполняемые операции: растачивание, подрезание торцов, сверление, производимое без кондуктора, и т. п. К этой группе относятся:

1. Сверлильные, расточные и подрезно-расточные бабки одношпиндельного исполнения.

2. Сверлильные бабки многошпиндельного исполнения, компонуемые из унифицированных элементов шпиндельных узлов.

3. Многошпиндельные сверлильные, расточные и подрезно-расточные бабки из унифицированных элементов соответствующих

узлов одношпиндельного исполнения и элементов шпиндельных коробок.

4. Расточные узлы специального назначения.

III. Фрезерная группа. В эту группу входят:

1. Фрезерные бабки одношпиндельного исполнения.
2. Фрезерные бабки с установкой инструментальной оправки в шпинделе и в люнете.
3. Пинольные фрезерные бабки.
4. Беспинольные фрезерные бабки.
5. Фрезерные узлы специального назначения.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Шпиндельные узлы, применяемые в агрегатных станках и автоматических линиях, выполняют функции рабочих органов станков, несущих на себе режущий инструмент.

В зависимости от конструкции сопрягаемых узлов, организации производства, массовости выпуска агрегатных станков, технологического назначения и других факторов шпиндельные узлы могут иметь разнообразные конструктивные решения.

В отечественном станкостроении в оборудовании, выпускаемом московским производственным объединением «Станкостроительный завод» имени Серго Орджоникидзе, минским заводом автоматических линий имени П. М. Машерова и другими специализированными станкостроительными предприятиями, применяются в основном шпиндельные узлы единой гаммы, конструкция которых разработана Московским специальным конструкторским бюро автоматических линий и агрегатных станков (СКБ АЛ и АС) и Минским специальным конструкторским бюро автоматических линий (СКБ АЛ).

Шпиндельные узлы устанавливаются на силовые столы или силовые головки с перемещаемым корпусом. В зависимости от варианта установки шпиндели, несущие инструмент, вращаются или от электродвигателя, находящегося непосредственно на шпиндельном узле, или от приводного вала силовой головки через кинематическую цепь, связывающую шпиндель с приводным валом.

Наиболее широко используются многошпиндельные коробки, применяемые при обработке относительно крупных и сложных деталей, имеющих большое число подлежащих обработке отверстий. Эти коробки обеспечивают закрепление и вращение вспомогательного и режущего инструмента, выполняющего операции сверления, зенкерования, развертывания, резьбонарезания, растачивания и зенкования.

На рис. 2 шпиндельные коробки вертикального исполнения закреплены на силовых столах посредством кронштейнов (упорных угольников).

Сверлильные шпиндельные коробки в большинстве случаев предназначены для обработки деталей по направляющим втулкам (кон-

дуктору). Эти коробки состоят из корпусных деталей, шпинделей, промежуточных валов, зубчатых колес, подшипников качения, распорных втулок, узлов смазки. Опорами шпинделей и промежуточных валов служат стандартные радиальные и упорные шарикоподшипники. Конструкции шпиндельных коробок позволяют получить на шпинделях частоты вращения в широком диапазоне и крепить в шпинделях переходные инструментальные оправки следующих диаметров: 14, 16, 20, 28, 36, 44, 48, 60 и 80 мм.

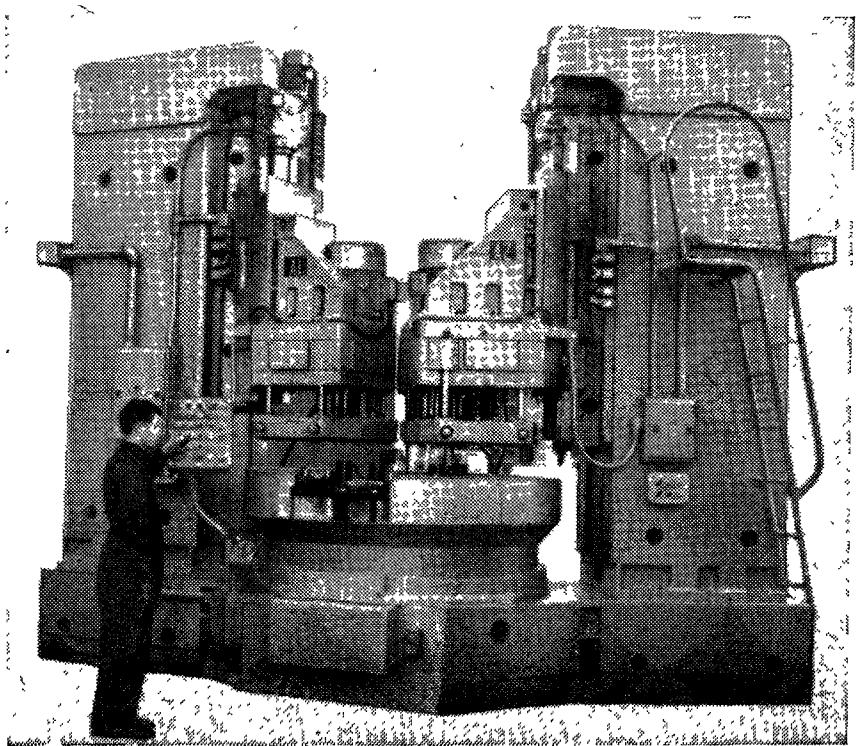


Рис. 2. Агрегатный станок вертикального исполнения

При выполнении сверлильных операций не всегда представляется возможным обеспечить инструменту дополнительное направление в кондукторных втулках. В таких случаях требуется более жесткое по точностным характеристикам исполнение шпиндельной группы. Такое повышение жесткости достигается увеличением расстояния между опорами шпинделей и установкой в передней опоре шпинделя двухрядного роликоподшипника с внутренним коническим отверстием.

Резьбонарезные шпиндельные коробки являются модификацией шпиндельных коробок сверлильного типа. Постоянство рабочей по-

дачи на один оборот метчика достигается применением индивидуальных копирных гаек для каждого резьбонарезного инструмента. Резьбонарезные шпиндельные коробки могут быть установлены как на перемещаемых силовых узлах горизонтального и вертикального исполнений, так и стационарно (неподвижно). Стационарные резьбонарезные коробки горизонтального исполнения устанавливают, как правило, на боковых станинах-подставках, а вертикального исполнения — на стойках. Резьбонарезная шпиндельная коробка, в отличие от сверлильной, имеет приставку с резьбонарезными пинолями, счетный механизм и привод с электротормозом.

Сверлильно-резьбонарезные шпиндельные коробки применяются, когда наряду со сверлением, зенкерованием, развертыванием и другими операциями требуется выполнить нарезание резьбы. В комбинированных сверлильно-резьбонарезных шпиндельных коробках резьбонарезные шпиндели имеют отдельный независимый привод вращения, позволяющий реверсировать эти шпиндели, и командоаппарат (счетный механизм управления циклом) для контроля хода метчиков и подачи команды на реверс и остановку резьбонарезных шпинделей в исходном положении. Счетный механизм приводится во вращение от вала, встроенного в кинематическую цепь шпиндельной коробки. Приводом вращения резьбонарезных шпинделей служит или электродвигатель со встроенным тормозом, или электродвигатель в сочетании с дисковым электротормозом, установленный на задней плите шпиндельной коробки. **Рабочая подача метчиков** осуществляется вращением резьбонарезных шпинделей относительно неподвижной копирной гайки. Копирные гайки крепятся в кондукторных плитах, в приспособлении или портале станка. Минутная подача силового стола и рабочий ход, как правило, не совпадают с минутной подачей и необходимым рабочим ходом резьбовых копиров, поэтому в линейной цепи резьбонарезной наладки станка должно быть звено — шпиндель—резьбовой копир—метчик, допускающее относительное перемещение резьбонарезной наладки независимо от перемещения шпиндельной коробки. Эту независимость перемещений обеспечивает конструкция соединения копира с головной частью шпинделя.

Расточные бабки служат для сообщения режущему инструменту вращательного (главного) движения при растачивании, обтачива-

нии, зенкеровании, подрезании торцов инструментом с осевой подачей.

Для получения движения подачи расточные бабки устанавливают на силовой стол прямолинейного перемещения. Если движение подачи сообщается обрабатываемой детали, расточную бабку можно установить на неподвижное основание — горизонтальную станину или вертикальную стойку. Расточные бабки могут работать в горизонтальном, вертикальном или наклонном положениях.

Вращение шпинделей расточных бабок нормальной и повышенной точности осуществляется от электродвигателя через зубчатые или клиновременные передачи (при большой частоте вращения шпинделей). При установке на одном силовом столе нескольких расточных бабок вращение шпинделей всех бабок целесообразно производить от одного электродвигателя через редуктор типа шпиндельной коробки.

Вращение шпинделей расточных бабок повышенной точности (алмазно-расточных) производится от электродвигателя через клиновременные передачи, обеспечивающие необходимую плавность вращения.

Фрезерные бабки предназначены для выполнения различных фрезерных операций (обработки плоскостей, пазов, криволинейных поверхностей, фасок и т. д.).

Как и расточные бабки, фрезерные шпиндельные узлы можно устанавливать на силовые столы горизонтального и вертикального исполнений и на неподвижное основание. Но в отличие от расточных шпиндельных узлов фрезерные бабки имеют значительно больше конструктивных схем и исполнений. Это объясняется большим разнообразием обрабатываемых поверхностей, которое, в свою очередь, требует различного положения оси шпинделя по отношению к направлению подачи и различных способов крепления инструмента.

Вращение шпинделю передается от электродвигателя зубчатыми колесами, сочетанием клиновременной или зубчато-ременной передачи с зубчатыми колесами или червячной передачей.

Фрезерные бабки оснащаются различными вспомогательными устройствами: механизмами отвода инструмента, механизмами для подналадки инструмента при его износе и переточке, съема фрез и др.

Глава I. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Корпусные детали шпиндельных коробок, расточных и фрезерных бабок и головок, упорных угольников и приводов представляют собой, как правило, чугунные отливки.

Рационально сконструированная отливка удовлетворяет точностным требованиям, хорошо поглощает вибрации и шумы.

Конструкция корпусной детали должна обеспечивать простоту и экономичность механической обработки, минимальное число технологических операций и в то же время необходимую точность и чистоту обрабатываемых поверхностей.

В конструкциях корпусных деталей следует стремиться к уменьшению габаритов и упрощению формы отливки. В ряде случаев это может быть достигнуто путем разделения крупногабаритного и сложного по форме корпуса на несколько простых корпусных деталей, соединяемых при монтаже узла. При этом наряду со снижением трудоемкости изготовления и повышением качества отливки создаются более благоприятные условия для механической обработки.

Корпусные детали шпиндельных узлов, требующие стабильности геометрической формы, изготавливаются из серого чугуна СЧ 20 по ГОСТ 1412—79. Он обладает хорошими литейными свойствами, позволяющими получать отливки сложной формы, хорошо обрабатывается режущими инструментами и сопротивляется износу.

Внутренние напряжения, возникающие в отливках, могут привести к деформации, появлению трещин и разрушению отливки. Для предотвращения внутренних напряжений и их последствий наибольшее значение имеет технологичность конструкции.

Остаточные напряжения в литой корпусной детали могут быть устранены старением: естественным (вылеживанием) или искусственным (термообработкой или вибростарением). Проектирование отливки ведется с учетом требований ГОСТ 1855—55, отраслевой нормативно-технической документации ОСТ 2 МТ 21-2—76 «Отливки из серого чугуна для станкостроения. Технические условия» и РТМ МТ20-3—76 «Старение чугунных станочных деталей. Технологические процессы».

К оформлению рабочего чертежа отливки предъявляются следующие требования:

1. Расположение проекций и разрезов должно обеспечить возможность нанесения на чертежи технологических указаний. Ра-

стояние от проекций до рамки чертежа должно быть не менее 80 мм, а расстояние между соседними проекциями — не менее 100 мм.

2. На каждом чертеже должны быть указаны в трех плоскостях измерительные базы, которые предпочтительно брать едиными для литья и механической обработки. В качестве таких баз целесообразно выбирать реальные необработанные поверхности с наибольшими габаритами.

3. На каждом чертеже литой детали должны быть приведены следующие технические требования:

- класс и группа отливки по ОСТ2 МТ21-2—76;
- класс точности отливки по ГОСТ 1855—55;
- вид отливки;
- категория внутренних и наружных поверхностей;
- неуказанные литейные радиусы;
- указание о методе старения;
- указание о месте маркировки;
- ссылки на размеры для справок;
- неуказанные предельные отклонения размеров механически обработанных поверхностей;
- требования к механической обработке.

Дополнительно указывают:

- совпадение деталей по контуру;
- твердость HV и место проверки твердости;
- необходимость проверки на герметичность.

Корпусные детали шпиндельных узлов, как правило, относятся к отливкам 2-го класса по ОСТ 2 МТ21-2—76.

При назначении группы отливки руководствуются следующими рекомендациями ОСТ 2 МТ21-2—76: корпусные детали без направляющих скольжения относятся к группе *а*; корпусные детали с направляющими скольжения — к группе *б*.

Отливки корпусных деталей шпиндельных узлов агрегатных станков и автоматических линий, выпускаемые малыми сериями, выполняются по III классу точности, что соответствует ГОСТ 1855—55, по которому к III классу относятся мелкие, средние и крупные детали мелкосерийного и индивидуального производства, формуемые по деревянным модельным комплектам на машинах, пескометах, вручную.

Вид отливки определяют в зависимости от ее массы: при массе до 100 кг — отливка легкая, при массе свыше 100 до 4000 кг — средняя.

Категории поверхностей отливки назначают следующим образом:

Наружные поверхности, определяющие внешний вид изделия высшей категории качества	1
Наружные поверхности, определяющие внешний вид изделия обычного исполнения. Внутренние поверхности изделий высшей категории качества, доступные для обозрения	2
Внутренние поверхности изделий обычного исполнения, доступные для обозрения	3
Внутренние поверхности изделий, недоступные для обозрения	4

Шероховатость необработанных поверхностей указывают в правом верхнем углу чертежа. Для отливок массой до 100 кг — значение шероховатости Rz 250, для отливок массой свыше 100 кг — значение шероховатости Rz 320.

На чертежах отливок 2-го класса группы б указывают места взятия проб для контроля микроструктуры отливки.

При конструировании корпусных литых деталей особое внимание обращают на базовые поверхности для установки детали при механической обработке. В отдельных случаях базами служат специальные технологические приливы (платики), которые могут быть удалены после механической обработки, что оговаривается на рабочем чертеже. Ширина платиков — в пределах 30 ... 50 мм, длина — 50 ... 80 мм. Технологические платики располагают против ребер жесткости так, чтобы на 400 ... 500 мм длины детали приходился один платик.

Расположение такелажных отверстий или резьбовых отверстий под рым-болты должно обеспечить удобство установки детали на различные базы при механической обработке поверхностей, а также возможность сборочных операций при монтаже или демонтаже узла.

Помимо отверстий под рым-болты предусматриваются литые такелажные элементы (окна, отверстия, приливы). При этом размеры литых такелажных отверстий во внутренних стенках и ребрах должны быть на 20 мм больше, чем в наружных стенках. Такелажные отверстия должны обеспечить отсутствие деформации корпусной детали при подъеме и перемещении зачаленной сборочной единицы.

В ряде случаев при проектировании корпусных деталей выявляется необходимость расположить обработанную плоскую поверхность или отверстие под углом. Для возможности установки и обработки таких поверхностей предусматривают целесообразно расположенные технологические пары отверстий. Если технологические отверстия необходимы для обработки плоскости, то их общая ось должна быть параллельна этой плоскости. Если технологические отверстия нужны для обработки отверстия, то их общая ось должна быть расположена на оси этого отверстия или параллельно ей.

В отдельных случаях корпусные детали простой формы могут быть выполнены сварными (например, упорные угольники специальной конструкции).

2. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ ШПИНДЕЛЬНЫХ КОРОБОК

Конструкции унифицированных корпусных деталей шпиндельных коробок соответствуют ГОСТ 22586—77 «Коробки многошпиндельные агрегатных станков. Основные размеры». Типовой комплект корпусных деталей представлены на листе 1. При одинаковой толщине шпиндельной коробки (лист 1, рис. 1 и 3), равной 375 мм (толщина корпуса 1 + толщина задней плиты 11 + толщина передней крышки 2), ее габаритные размеры $H \times B$ могут быть от 360 × 400 мм до 1250 × 1250 мм.

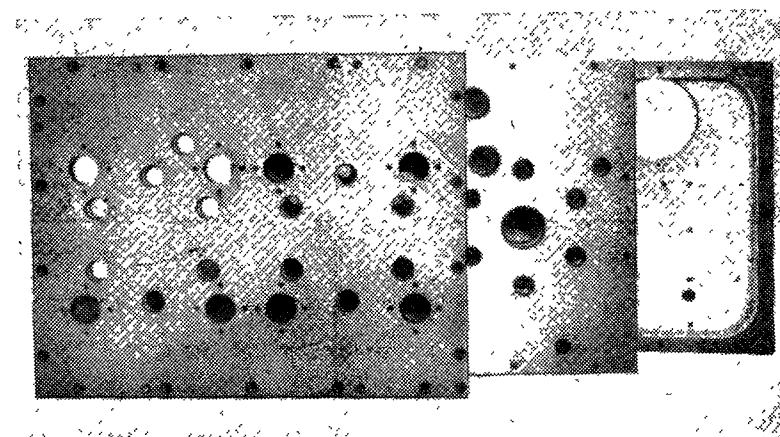


Рис. 3. Корпусные детали многошпиндельной коробки после механической обработки

При необходимости крепления на переднем торце шпиндельной коробки кондукторных плит, люнетов и т. п. вместо передней крышки толщиной 90 мм устанавливают более жесткую заднюю плиту толщиной 110 мм. В этом случае толщина шпиндельной коробки увеличивается до 395 мм (лист 1, рис. 2 и 4).

Основные размеры комплектов унифицированных корпусных деталей шпиндельных коробок приведены в табл. 1.

Увеличение габаритных размеров шпиндельных коробок при переходе от одного типоразмера к другому происходит по высоте H с коэффициентом $\varphi = 1,12$, по ширине B с $\varphi = 1,26$.

В шпиндельной коробке на листе 1 корпус 1 имеет коробчатую форму и обработан по всем шести наружным плоскостям. На боковых плоскостях корпуса предусмотрены окна, облегчающие отливку корпуса и монтаж деталей шпиндельной коробки. Размеры, расположение и число окон зависят от типоразмера шпиндельной коробки. В корпусах типоразмеров с 1 по 4 имеется по два окна, с 5 по 18 — по четыре окна, с 19 по 23 — по шесть окон. Окна закрываются крышками 6 и 13, которые вместе с прокладками 7 и 14 крепятся винтами 5. Задняя плита 11 и передняя крышка 2 имеют

Рис. 1

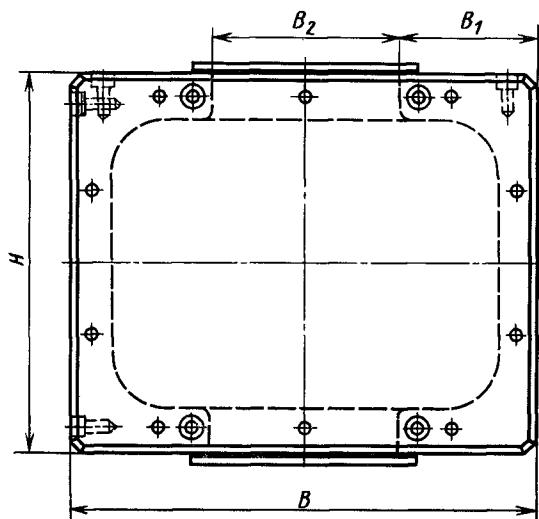
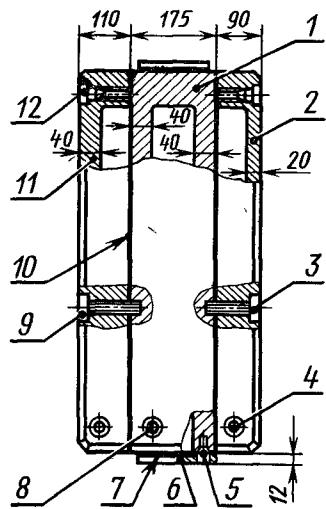


Рис. 2

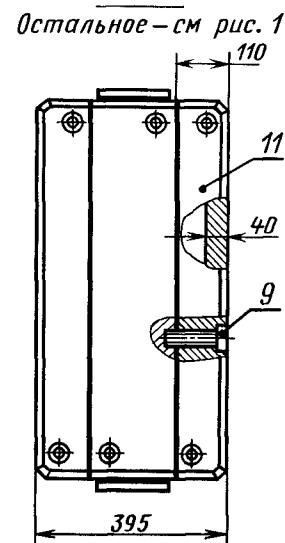


Рис. 4

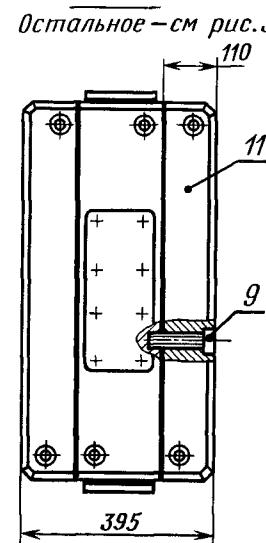
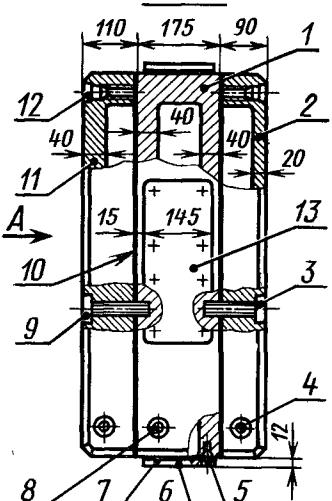
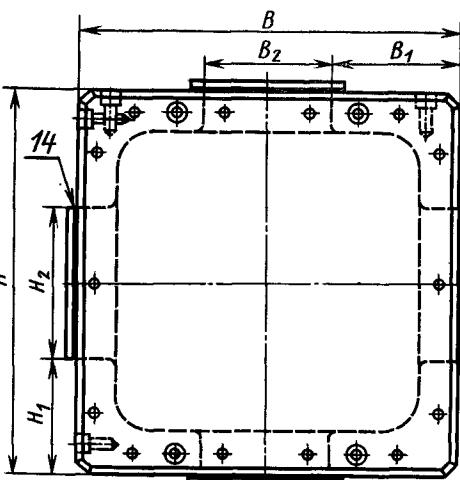


Рис. 3



Вид А, исполнение I



Вид А, исполнение II

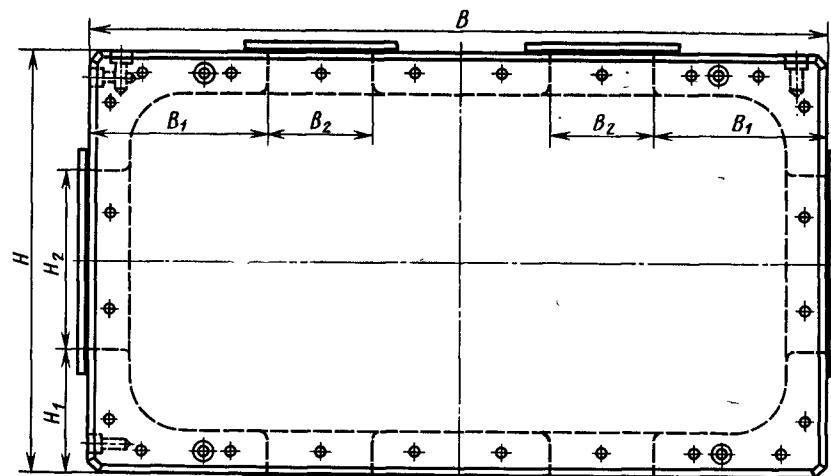


Таблица 1

Продолжение табл. 1

Типо-размер комплекта	№ рисунка на листе 1	Размеры, мм						Масса, кг
		H	B	H ₁	H ₂	B ₁	B ₂	
1	1	360	400	—	—	115	170	218
	2							239
2	1	400	500	—	—	135	230	287
	2							316
3	1	450	630	—	—	165	300	318
	2							350
4	1	500	800	165	—	200	230	387
	2							426
5	3	500	800	165	—	250	300	437
	4							482
6	3	560	800	195	—	200	230	541
	4							596
7	3	630	800	195	170	200	230	482
	4							529
8	3	630	800	200	—	250	300	597
	4							661
9	3	630	1000	230	—	350	300	732
	4							810
10	3	630	1000	230	—	250	300	661
	4							733
11	3	710	800	240	—	350	300	807
	4							896
12	3	710	800	240	—	250	300	730
	4							811

Типо-размер комплекта	№ рисунка на листе 1	Размеры, мм						Масса, кг
		H	B	H ₁	H ₂	B ₁	B ₂	
13	3	710	1000	—	240	230	350	895
	4							995
14	3	800	1250	—	250	300	425	1131
	4							1256
15	3	800	1000	—	250	300	350	1024
	4							1137
16	3	900	1250	—	300	300	425	1264
	4							1404
17	3	900	1000	—	300	300	350	1131
	4							1258
18	3	900	1250	—	300	300	425	1392
	4							1549
19 *	3	1000	1600	—	260	300	370	1750
	4							1953
20 *	3	1000	1250	—	310	300	230	1528
	4							1704
21 *	3	1000	1600	—	310	300	370	1922
	4							2148
22 *	3	1120	1250	—	370	300	230	1694
	4							1890
23 *	3	1250	1120	—	435	300	230	1844
	4							2066

* См. лист 1, рис. 3, вид A, исполнение II.

Таблица 2

в сечении форму швеллера и обработаны по шести наружным плоскостям. Крепление к корпусу производится винтами 3 и 9, уплотнение стыков — прокладками 10.

Для демонтажа шпиндельной коробки в задней плите 11 и передней крышке 2 под выжимные винты имеются по четыре резьбовых отверстия, которые в нерабочем состоянии закрыты заглушками 12.

На боковых плоскостях корпуса, задней плите и передней крышки имеются отверстия под рым-болты для установки деталей при механической обработке и для транспортировки. Отверстия закрываются заглушками 4 и 8.

Заготовки унифицированных корпусных деталей шпиндельных коробок подвергаются соответствующей механической доработке в зависимости от компоновки конкретной шпиндельной коробки. Например, в корпусе растачиваются отверстия под опоры шпинделей и промежуточных валов, в задней плите — отверстия под привод и крепление упорного угольника, в передней крышке — под шпиндели, насос, люнеты, штанги кондукторных плит и т. д. (рис. 3).

Примеры оформления рабочих чертежей корпуса, задней плиты и передней крышки шпиндельной коробки представлены на листах 2, 3 и 4.

Перечень основных частей комплекта корпусных деталей шпиндельной коробки

Поз. на листе 1	Наименование	Кол.	Материалы
1	Корпус	1	Чугун СЧ 20
2	Крышка передняя	1	Чугун СЧ 20
3	Винт ГОСТ 11738—72		
4	Заглушка ОСТ 2 К29-6—71		
5	Винт ГОСТ 11738—72		
6	Крышка		Ст3
7	Прокладка		Картон
8	Заглушка ОСТ 2 К29-6—71		
9	Винт ГОСТ 11738—72		
10	Прокладка	2	Картон
11	Плита задняя	1	Чугун СЧ 20
12	Заглушка ОСТ 2 К29-6—71		
13	Крышка		Ст3
14	Прокладка		Картон

Примечание. Размеры деталей и их количество (если оно не указано) зависят от типоразмера комплекта

Типоразмер фрезерной бабки	Размеры, мм																	
	D	D ₁	L	L ₁	t	t ₁	t ₂	B	B ₁	B ₂	B ₈	b	H	H ₁	H ₂	h	h ₁	R
3	125	185	330	320	25	30	30	200	100	150	75	40	225	125	82	25	15	85
4	160	235	435	400	35	30	30	250	125	190	95	50	285	160	100	35	20	100
5	200	300	520	500	40	30	45	320	160	250	125	60	360	200	125	40	30	125
6	250	360	675	630	50	40	40	400	200	310	155	75	450	250	155	50	45	155
7	320	460	830	800	50	45	45	500	250	380	190	95	570	320	190	50	80	190

3. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ ФРЕЗЕРНЫХ БАБОК

Корпуса унифицированных фрезерных бабок (лист 5) отлиты из серого чугуна СЧ 20 ГОСТ 1412—79, имеют форму прямоугольного параллелепипеда и обработаны по шести наружным плоскостям. Вдоль основания корпуса с двух сторон имеются лапы, которыми бабка крепится к силовому столу или к станине станка. Лапы на заднем торце служат для крепления привода главного движения к фрезерной бабке. В отверстие диаметром D устанавливается фрезерная пиноль, отверстие диаметром D₁ служит для центрирования привода главного движения.

Плоскости K, L и M служат для установки механизмов перемещения и зажима пиноли. На верхней плоскости и боковых плоскостях корпуса выполнены шесть отверстий под рым-болты, которые используются для установки детали при механической обработке и для транспортировки.

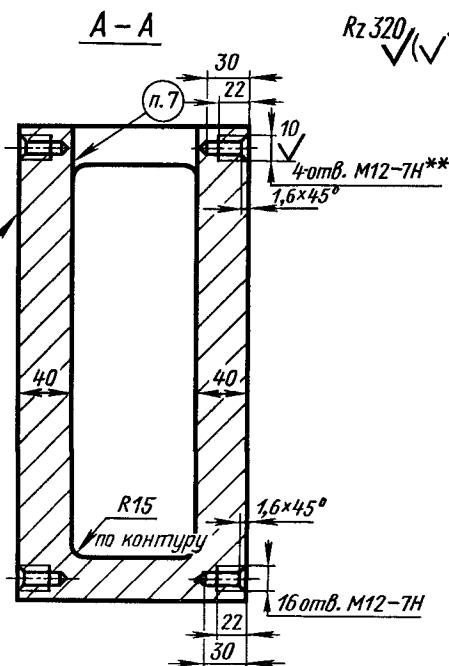
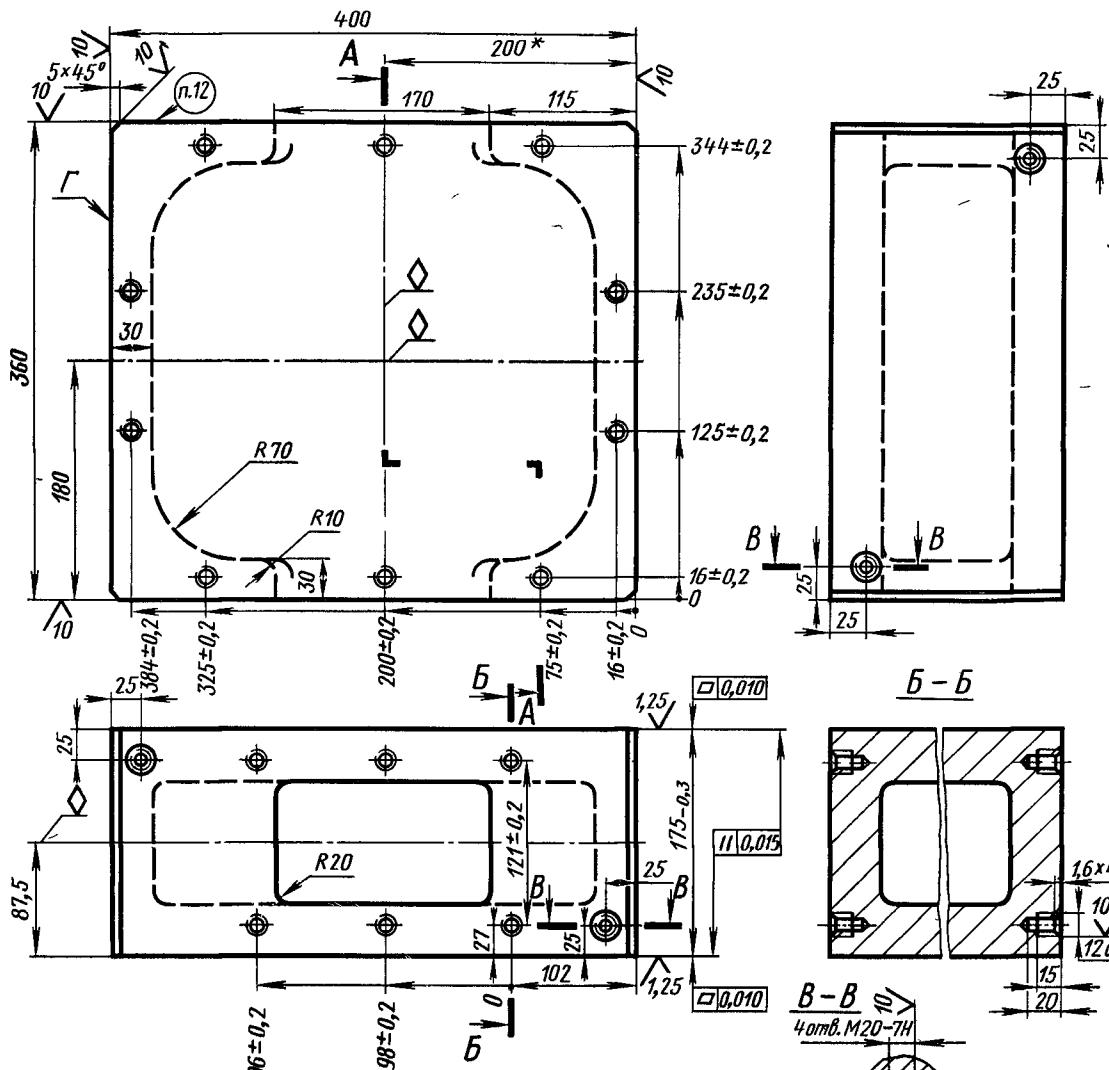
Основные габаритные и присоединительные размеры корпусов в зависимости от типоразмеров фрезерной бабки приведены в табл. 2.

На листах 6 и 7 в качестве примера приведен чертеж корпуса унифицированной фрезерной бабки УН4144.

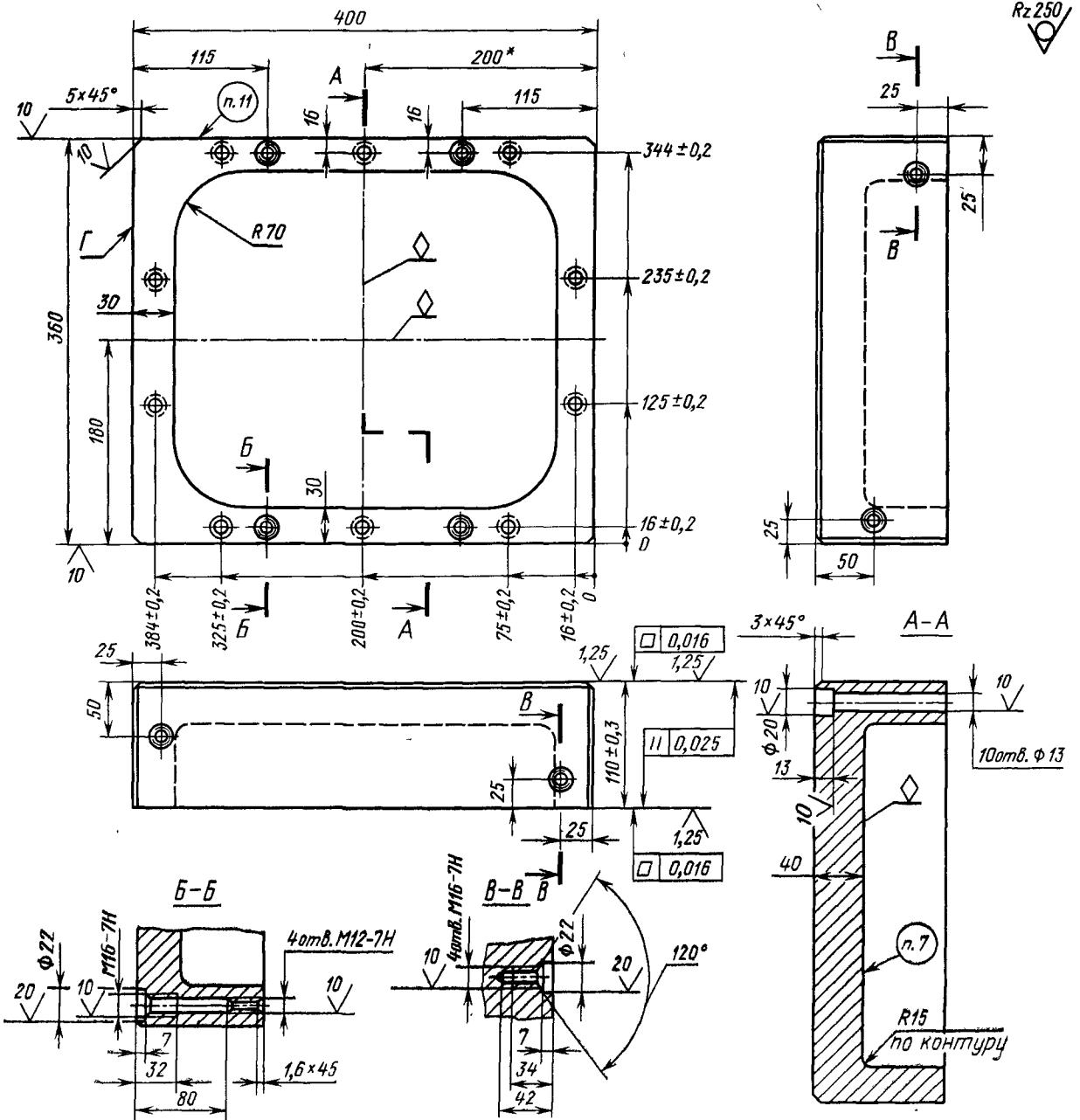
4. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Конструкцию корпусной детали специального шпиндельного узла определяют функциональное назначение и компоновочные особенности узла.

Специальный шпиндельный узел может иметь корпус моноблочной конструкции или компонуемый из нескольких, чаще всего двух-трех корпусных деталей. Корпусные детали специальных шпиндельных узлов отличаются, как правило, повышенной металлоемкостью, сложностью конфигурации, большим числом ниш и окон. Это объясняется единичностью конструкций и высокими требованиями к жесткости и виброустойчивости корпуса и узла в целом.

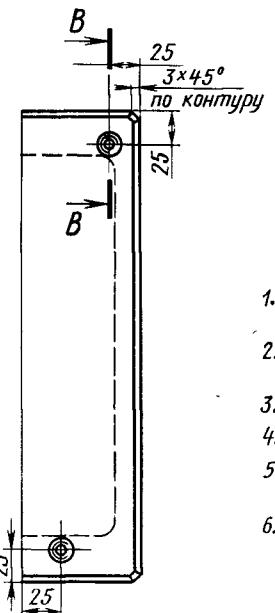
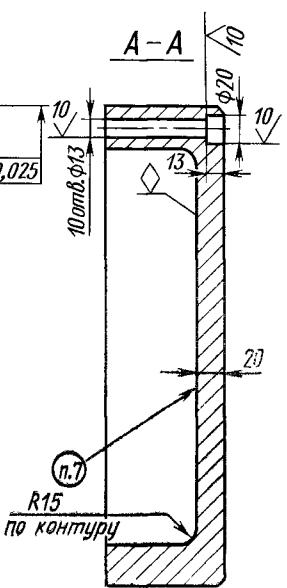
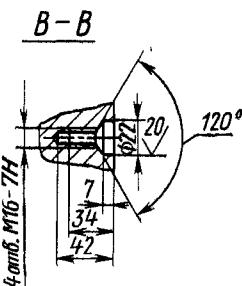
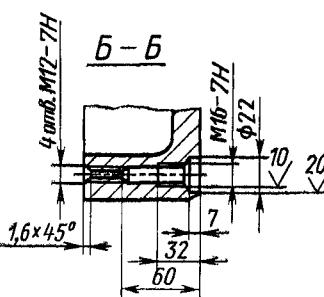
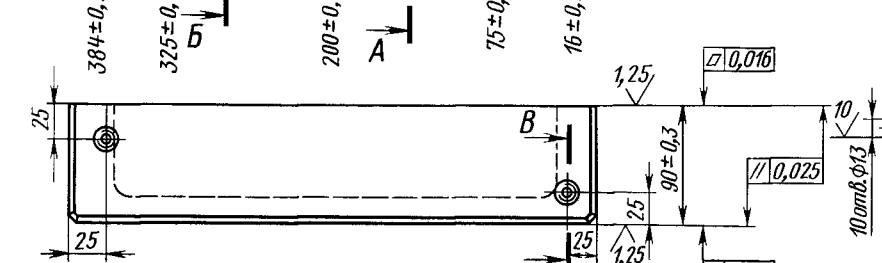
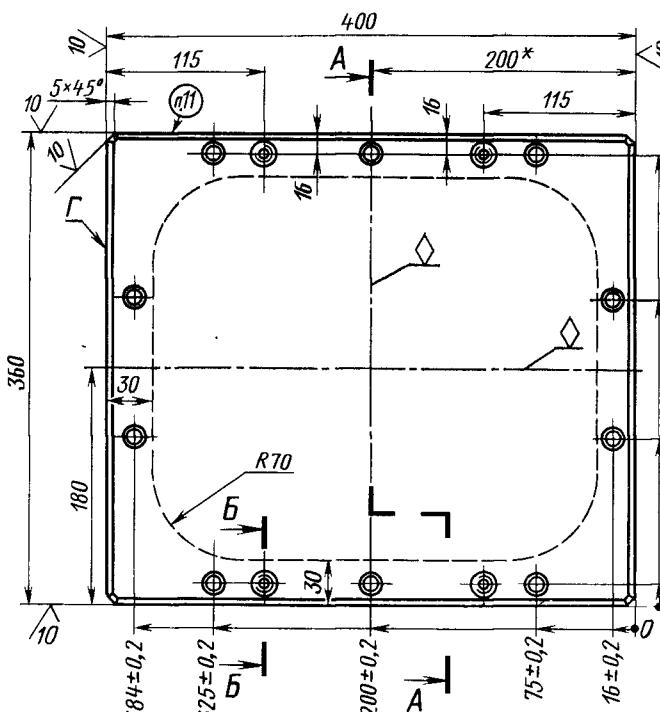


1. Отливка 2 класса, группы а по ГОСТ 2 МТ 21-2-76.
2. Класс точности отливки III по ГОСТ 1855-55.
3. Вид отливки - средняя.
4. Категория внутренних поверхностей - 3.
5. Несовпадение контура Г плиты УНЕ 3111. 201 и крышки УНЕ 3111. 301 не более 0,5 мм.
6. На плоскости Д допускаются литьевые дефекты.
7. Место датирования - в зоне окна.
8. После предварительной механической обработки деталь подвергнуть старению методом низкотемпературного отжига по РТМ 2 МТ 20-3-76.
- 9* Размеры для справок.
- 10** Сквозные отверстия не допускаются.
11. Неуказанные пред. откл. размеров механически обработанных поверхностей: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.
12. Маркировать обозначение,

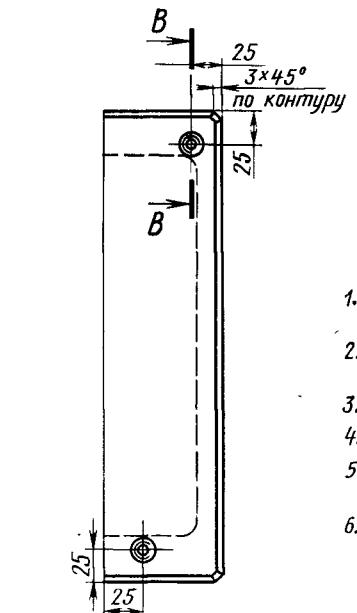
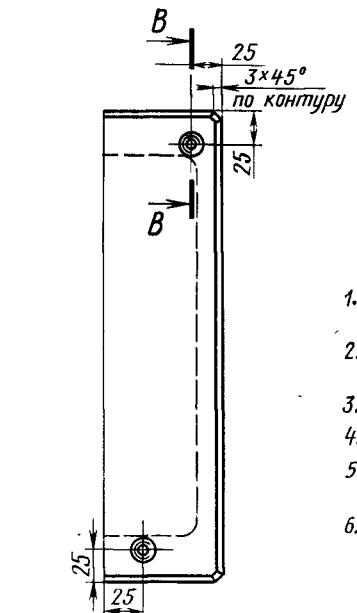


Отливка 2 класса, группы а
по ГОСТ 2 МТ21-2-76.

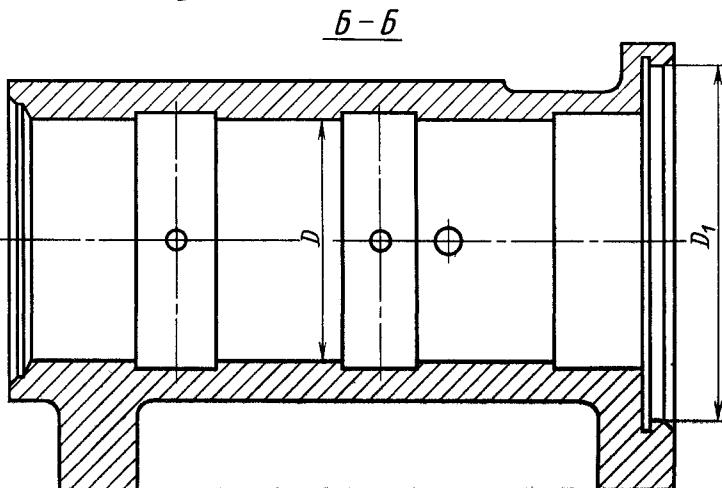
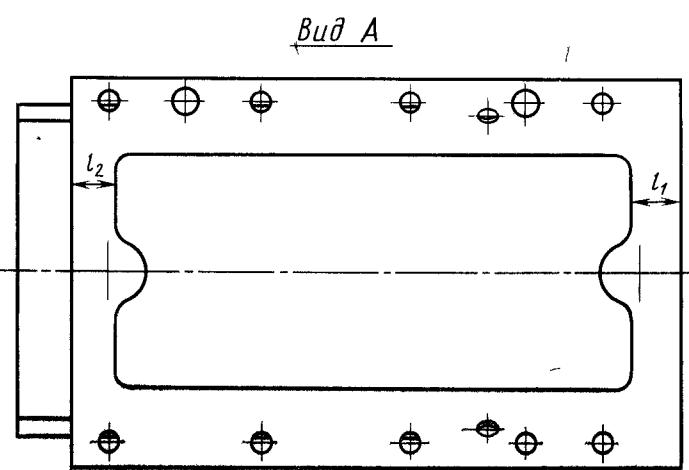
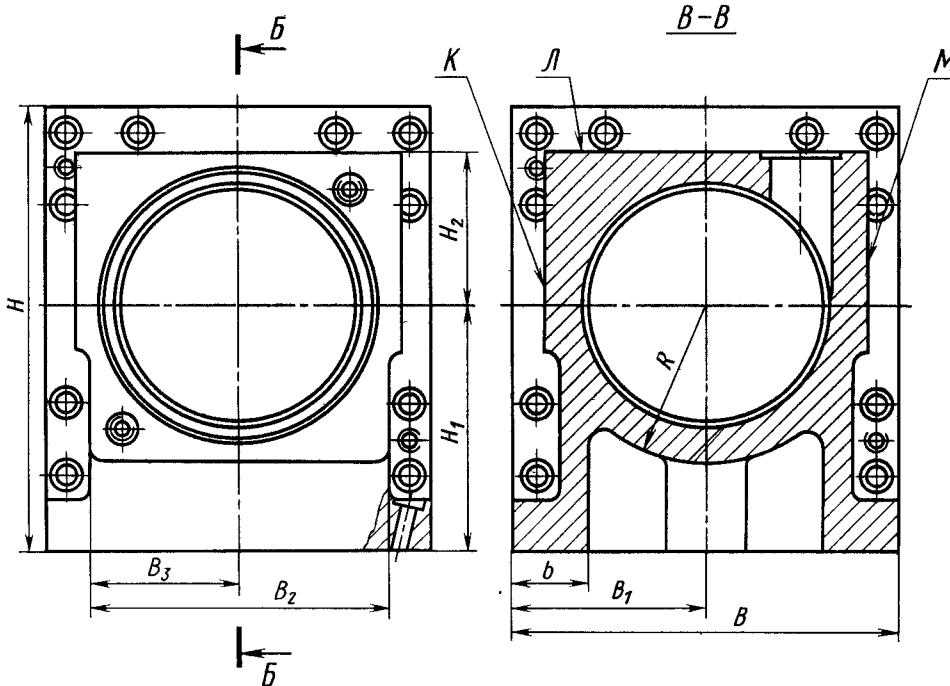
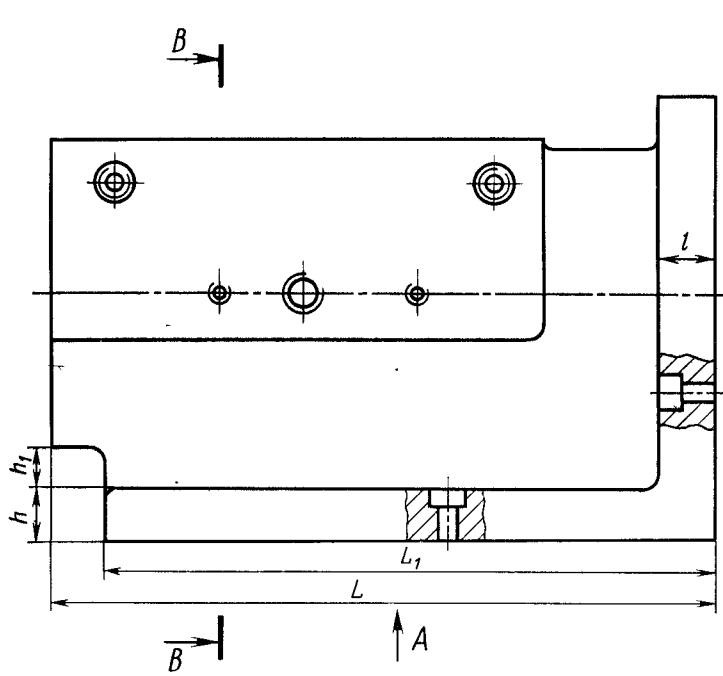
2. Класс точности отливки III по ГОСТ 1855-55.
3. Вид отливки - легкая.
4. Категория внутренних поверхностей - 3.
5. Несовпадение контура Г с контуром крышки УНЕ 3111. 101 не более 0,5 мм.
6. На плоскости контура Г допускаются приливы с отверстиями для транспортировки или бобышки под рым-скобы по нормалям поставщика с последующей их отрезкой.
7. Место датирования.
8. После предварительной механической обработки деталь подвергнуть старению методом низкотемпературного отжига по РТМ 2 МТ20-3-76.
- 9* Размеры для справок.
10. Неуказанные пред. откл. размеров механически обработанных поверхностей: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{1}{2}$.
11. Маркировать обозначение.



$Rz 250$
Δ (✓)

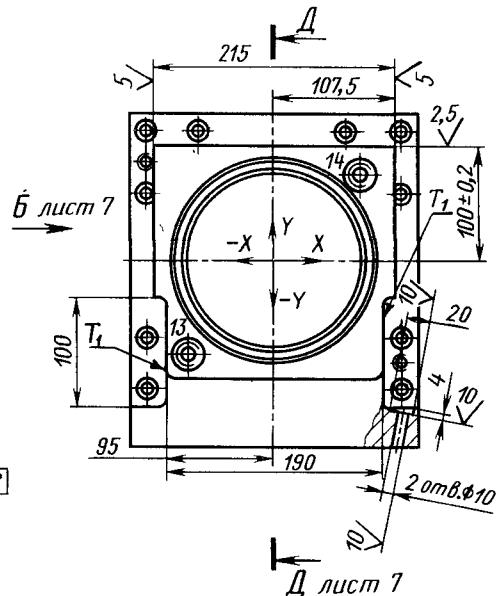
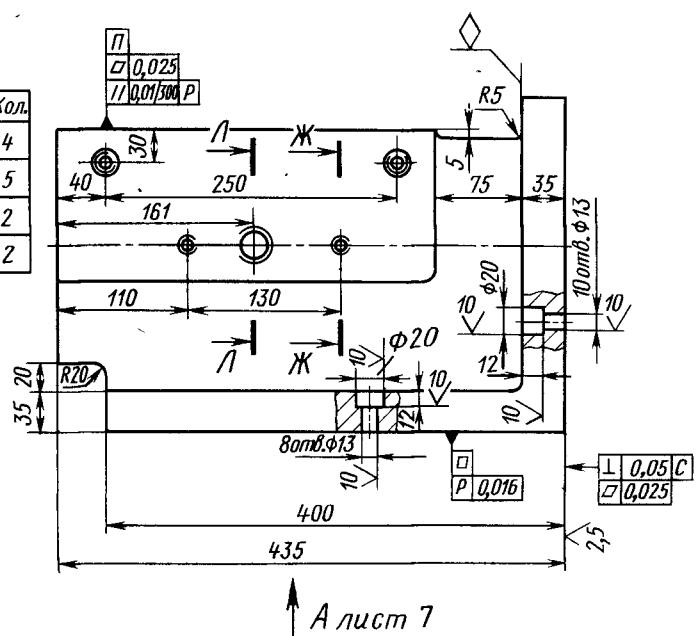


1. Отливка 2 класса, группы а по ОСТ 2 МТ 21-2-76.
2. Класс точности отливки III по ГОСТ 1855-55.
3. Вид отливки — легкая.
4. Категория внутренних поверхностей-3.
5. Несовпадение контура Г с контуром корпуса УНЕ 3111.101 не более 0,5 мм.
6. На плоскости контура Г допускаются приливы с отверстиями для транспортировки или добычи подрым-скобы по нормам поставщика с последующей их отрезкой.
7. Место датирования.
8. После предварительной механической обработки деталь подвергнуть старению методом низкотемпературного отжига по РТМ 2 МТ 20-3-76.
- 9* Размеры для справок.
10. Неуказанные пред. откл. размеров механически обработанных поверхностей: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT_{14}}{2}$.
11. Маркировать обозначение.

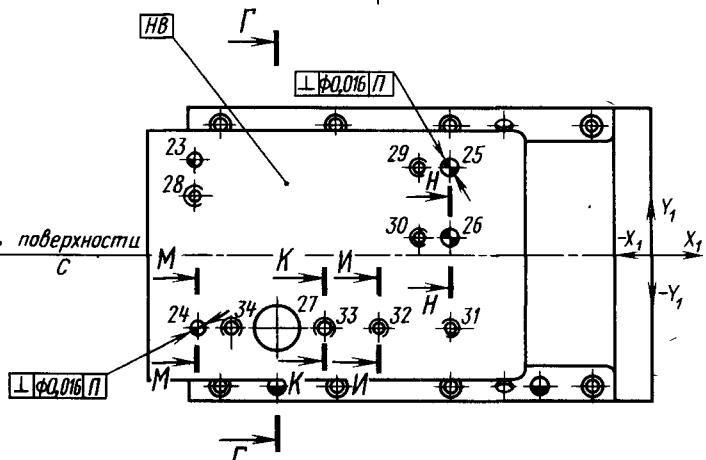
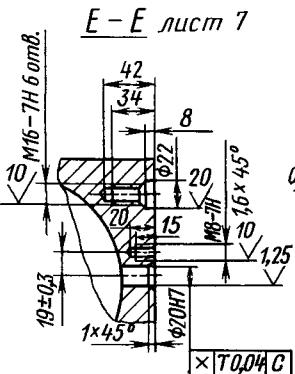
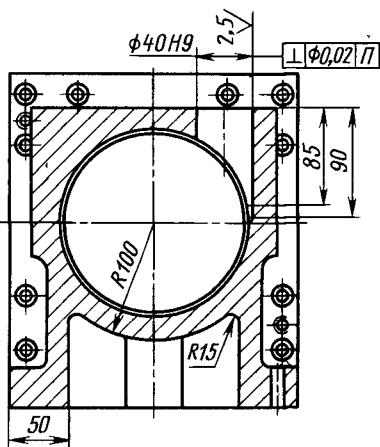


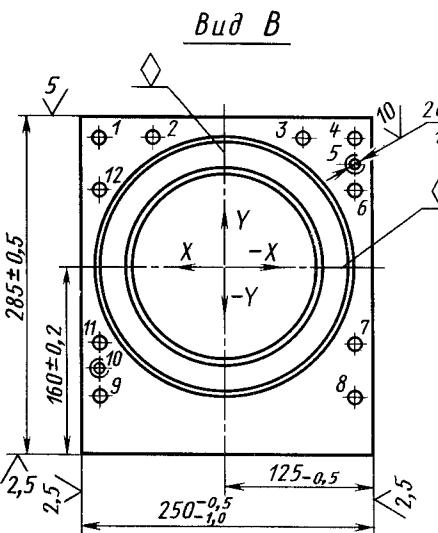
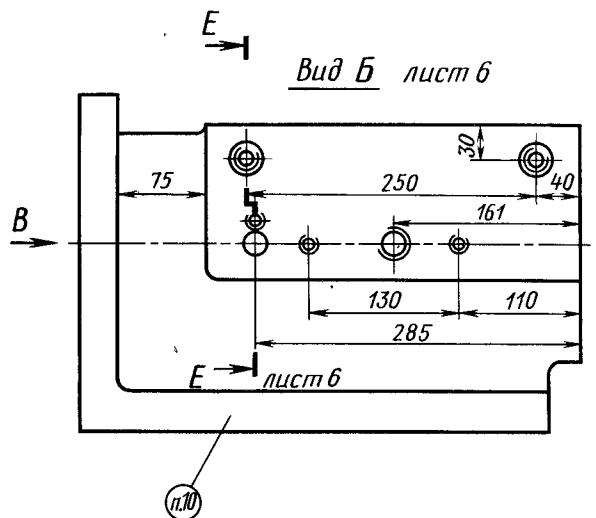
Сечение	d	t	t ₁	c	Кол.
Ж-Ж	M10x1-6Н	12	насквозь	1,0	4
И-И	M12-7Н	20	27	1,6	5
K-K	M16-7Н	25	33	2,0	2
П-П	M27x15-5Н	насквозь	1,6		2

Сечение	d	t	t ₁	Кол.
М-М	12	20	23	2
Н-Н	16	16	21	2



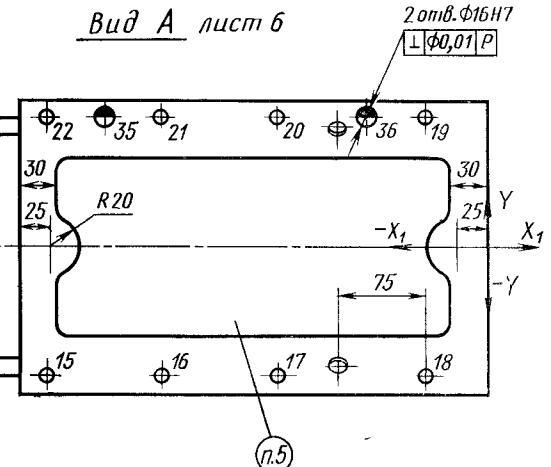
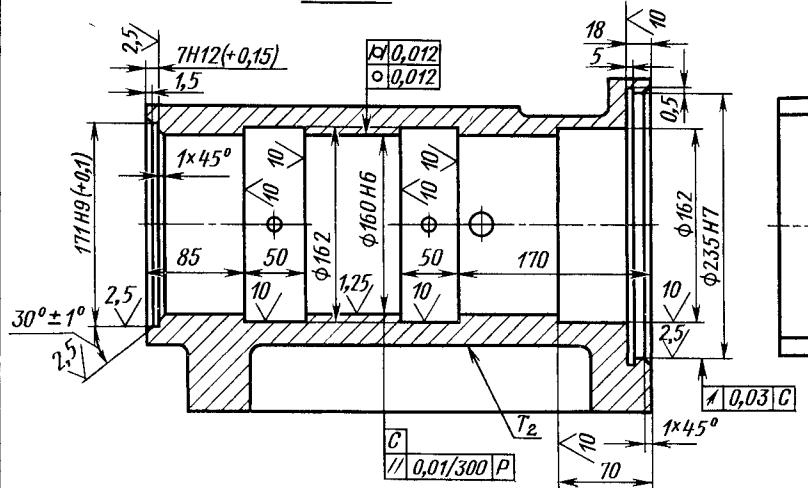
Г-Г повернуто





Размеры в мм			
№ отв.	X	Y	Пред. откл.
1	110,00	110,00	
2	65,00	110,00	
3	-65,00	110,00	
4	-110,00	110,00	
5	-110,00	87,50	
6	-110,00	65,00	±0,14
7	-110,00	-65,00	
8	-110,00	-110,00	
9	110,00	-110,00	
10	110,00	-87,50	
11	110,00	-65,00	
12	110,00	65,00	
13	-75,00	-80,00	±0,14
14	80,00	75,00	
15	-375,00	-110,00	
16	-275,00	-110,00	±0,14
17	-175,00	-110,00	
18	-50,00	-110,00	

Размеры в мм			
№ отв.	X	Y	Пред. откл.
19	-50,00	110,00	
20	-175,00	110,00	±0,14
21	-275,00	110,00	
22	-375,00	110,00	
23	-387,00	80,00	
24	-387,00	-62,00	±0,01
25	-155,00	75,00	
26	-155,00	15,00	
27	-325,00	-62,00	±0,1
28	-387,00	50,00	
29	-182,00	75,00	
30	-182,00	15,00	
31	-155,00	-62,00	±0,14
32	215,00	-62,00	
33	-225,00	-62,00	
34	-355,00	-62,00	
35	-325,00	-110,00	
36	-100,00	-110,00	±0,01

Д-Д лист 6

1. Отливка 2 класса, группы б по ОСТ 2 МТ 21-2-76.
2. Класс точности отливки III по ГОСТ 1855-55.
3. Вид отливки - средняя.
4. Категория поверхности: наружных (поверхность T_1) - 1, внутренних (поверхность T_2) - 4.
5. Место датирования.
6. После предварительной механической обработки деталь подвергнуть старению методом низкотемпературного отжига по РТМ 2 МТ 20-3-76.
7. Неуказанные пред. откл. размеров механически обработанных поверхностей: отверстий H14, остальных $\pm \frac{IT_{14}}{2}$.
8. Вид Б в плане
9. Маркировать обозначение

5. УПОРНЫЕ УГОЛЬНИКИ

Упорные угольники (лист 8) предназначены для крепления шпиндельных коробок на силовых столах агрегатных станков.

Конструкция упорных угольников соответствует ГОСТ 22585—77 «Угольники упорные агрегатных станков. Основные размеры».

В табл. 3 приведены основные габаритные размеры унифицированных упорных угольников, применяемых в станкостроении.

Таблица 3

Перечень составных частей упорного угольника

Обозначение на листе 8	Величина, мм, для типоразмера						
	2	3	4	5	6	7	
$B_1 = H_1$	250	320	400	500	630	800	
$B_2 = L_2$	320	400	500	630	800	1000	
B_3	55	70	95	135	195	235	
B_4	80	100	125	165	235	290	
B_5	184	230	312	400	520	660	
B_6	45	60	60	68	73	90	
H_2	90	100	120	160	200	250	
H_3	15	20	20	25	25	70	
$H_4 = L_3$	25	30	35	40	45	45	
L_4	105	130	165	200	235	290	
L_5	100	135	175	210	260	360	

Примечание. Размеры деталей и их количество (если оно не указано) зависят от типоразмера упорного угольника.

Поз. на листе 8	Наименование	Кол.	Материал
1	Корпус	1	Чугун СЧ 15
2	Заглушка ОСТ 2 К29-6—71	2	
3	Болт ГОСТ 7808—70		
4	Шайба ГОСТ 6402—70		
5	Фиксатор круглый	2	Сталь 20Х
6	Фиксатор спрессованный	2	Сталь 20Х
7	Втулка	4	Сталь 20Х
8	Шайба	4	Сталь Ст3
9	Шпилька		
10	Гайка ГОСТ 5927—70		
11	Шайба ГОСТ 6402—70		

Соотношениями основных габаритных размеров (табл. 3) корпусов упорных угольников: а) длины L_2 основания угольника к ширине B_1 ($1 : 1,25$); б) ширины B_2 привалочной плоскости к ширине B_1 основания ($1 : 1,25$); в) высоты H_1 привалочной плоскости к ширине B_1 основания ($1 : 1$) — учитываются условия прочности и жесткости стыков со шпиндельными и базовыми узлами (силовыми столами, станинами) и одновременно обеспечивается возможность перемещения упорного угольника со шпиндельной коробкой относительно силового стола в зависимости от компоновки станка.

Корпус 1 (см. лист 8) упорного угольника — литой, из чугуна СЧ15 по ГОСТ 1412—79. Основание корпуса имеет коробчатую форму с ребрами жесткости и нишами для шпилек 9 крепления к платформе силового стола. Привалочный фланец корпуса угольника имеет открытый проем для установки привода вращения шпинделей и карманы для болтов 3 крепления к угольнику шпиндельной коробки.

Открытый проем привалочного фланца допускает перемещение вала привода вращения шпинделей вдоль вертикальной оси с учетом наиболее оптимального варианта «раскатки» кинематической цепи шпиндельной коробки. Основание корпуса и привалочный фланец связаны ребрами жесткости.

Если привод вращения шпинделей по каким-то причинам не может быть закреплен непосредственно на задней плите шпиндельной коробки в зоне открытого проема привалочного фланца корпуса упорного угольника, то его можно установить на основании корпуса упорного угольника, связав с кинематической цепью шпиндельной коробки с помощью муфты.

Корпус имеет такелажные отверстия для транспортировки отливки и резьбовые отверстия под рым-болты, которые используются как при механической обработке, так и для транспортировки угольника при монтаже и демонтаже агрегатного станка. Круглый фиксатор 5 и срезанный фиксатор 6 определяют положение упорного угольника относительно платформы силового стола и положение шпиндельной коробки относительно привалочного фланца угольника.

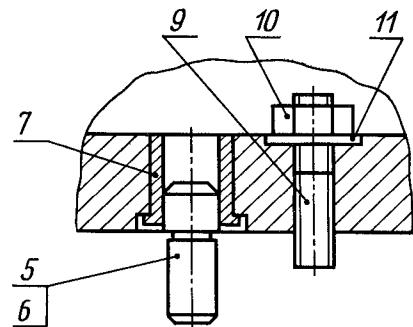
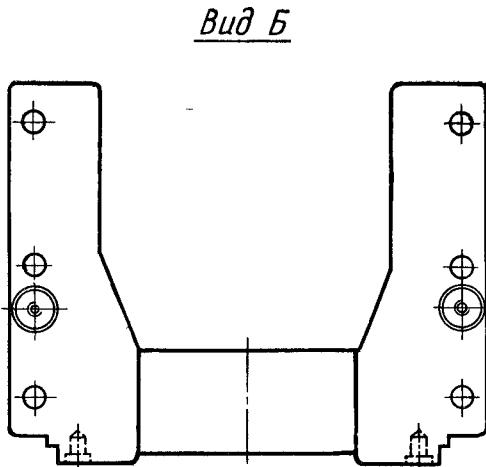
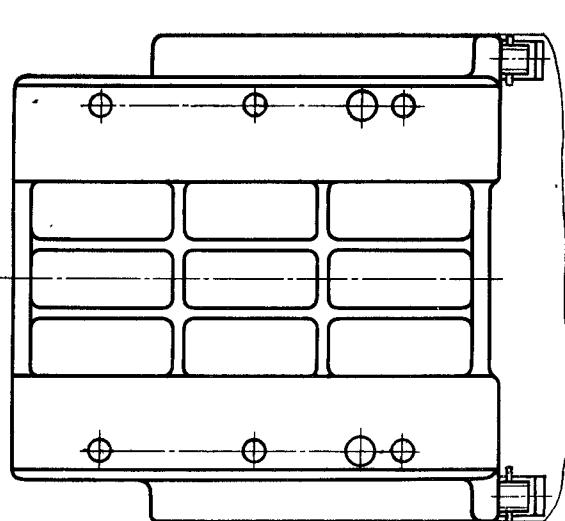
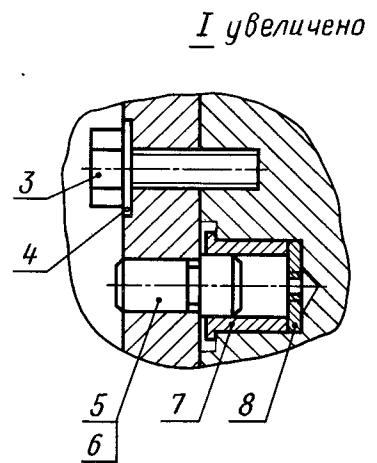
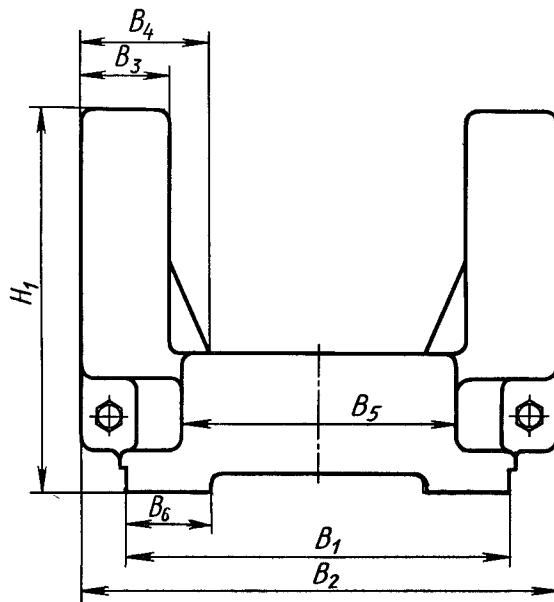
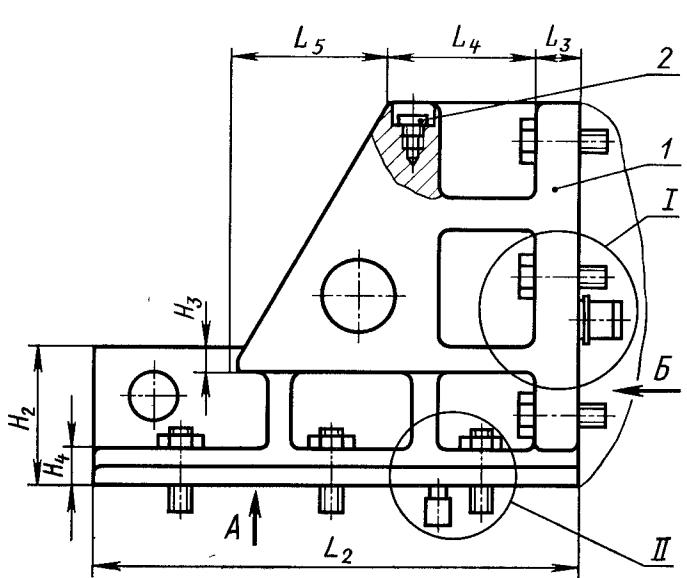
На листе 9 приведен чертеж корпуса упорного угольника 2-го типоразмера.

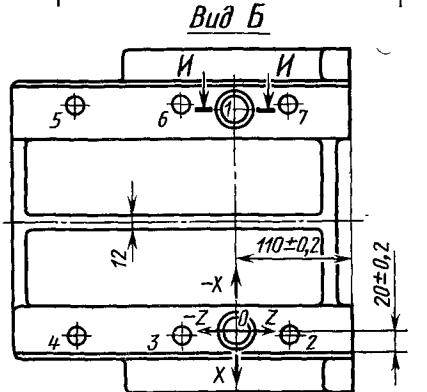
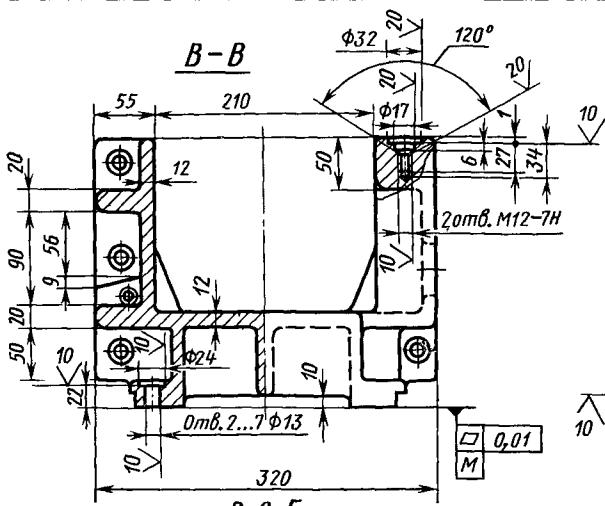
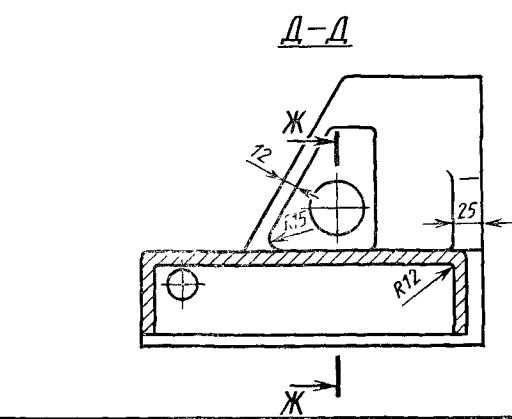
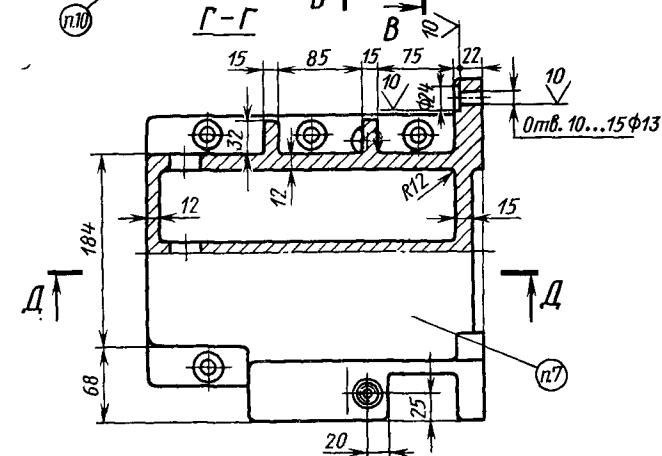
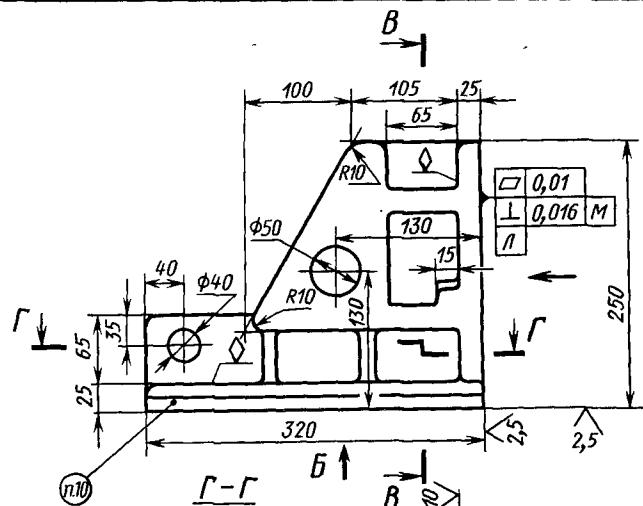
Нормы точности корпусов упорных угольников в соответствии с ГОСТ 23857—79 «Угольники упорные агрегатных станков. Нормы точности» приведены в табл. 4.

Таблица 4

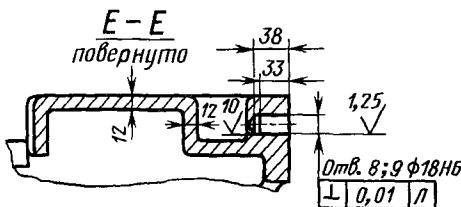
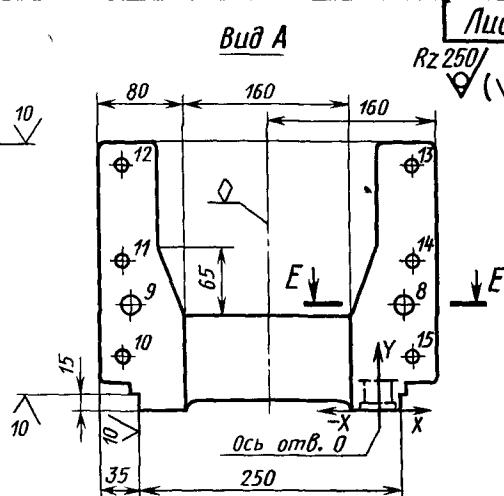
Что проверяется	Ширина основания, мм	Длина измерения, мм	Допуск, мкм
Плоскость поверхности основания угольника *	До 200 Св. 200 до 320 » 320 » 500 » 500 » 800	До 250 Св. 250 до 400 » 400 » 630 » 630 » 1000	15 20. 25 30
Плоскость привалочной поверхности фланца угольника *	До 200 Св. 200 до 320 » 320 » 500 » 500 » 800	До 200 Св. 200 до 320 » 320 » 500 » 500 » 800	15 20. 25 30
Перпендикулярность привалочной поверхности фланца угольника его основанию	До 200 Св. 200 до 320 » 320 » 500 » 500 » 800	До 200 Св. 200 до 320 » 320 » 500 » 500 » 800	15 20. 25 30

* Выпуклость не допускается.



Rz 250/
▽ (✓)

Размеры в мм				
№ отк.	X	Y	Z	Пред. откл.
1	-210,000		0,000	±0,01
2	5,000	50,000		
3	5,000	-50,000		
4	5,000	-150,000		
5	-215,000	-150,000		
6	-215,000	-50,000		
7	-215,000	50,000		
8	27,500	100,000		±0,01
9	-237,500	100,000		
10	-245,000	50,000		
11	-245,000	140,000		
12	-245,000	230,000		
13	35,000	230,000		
14	35,000	140,000		
15	35,000	50,000		



1. Отливка 2 класса, группы а по ОСТ 2 МТ 21-2-76.
2. Класс точности отливки III по ГОСТ 1855-55.
3. Вид отливки - легкая.
4. Категория поверхности: наружных - 2, внутренних - 3.
5. Формовочные уклоны по ГОСТ 3112-57.
6. Неуказанные питейные радиусы 5...10 мм.
7. Место датирования.
8. После предварительной механической обработки деталь подвергнуть старению методом низкотемпературного отжига по РТМ2 МТ 20-3-76.
9. Неуказанные пред. откл. размеров механически обработанных поверхностей: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{1}{2}$.
10. Маркировать обозначение

Глава II. ШПИНДЕЛИ И ВАЛЫ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шпиндель является самой ответственной и высокоточной деталью шпиндельного узла. Он представляет собой ступенчатый вал, передающий крутящий момент и монтируемый в корпусной детали в опорах (например, в опорах качения, состоящих из одного или нескольких подшипников).

Головная часть (конец шпинделя), предназначенная для крепления вспомогательного и режущего инструмента, имеет различные конструктивные исполнения в зависимости от назначения шпинделя.

У сверлильных шпинделей головная часть имеет цилиндрическое отверстие в соответствии с ГОСТ 13876—76 «Концы шпинделей агрегатных и многошпиндельных сверлильных станков. Основные размеры».

У расточных шпинделей головная часть выполнена в виде фланца с центрирующим конусом 7°7'30" и торцовой привалочной плоскостью У. фрезерных шпинделей головная часть выполнена по ГОСТ 24644—81 «Концы шпинделей и оправок сверлильных, расточных и фрезерных станков. Размеры и технические требования» с конусностью 7 : 24 (конус по ГОСТ 15945—70) или с конусом Морзе по СТ СЭВ147—75.

К каждой из вышеуказанных категорий шпинделей предъявляются соответствующие требования жесткости, точности, способности воспринимать радиальные и осевые нагрузки и сохранять стабильность осевого положения. Выполнение таких требований достигается конструктивными решениями шпинделей, опор, корпусных деталей и других элементов.

При обработке осевым инструментом предусматривается переднее направление кондукторными втулками. При расточке и подрезке применяются задние, промежуточные, стационарные и подводимые опоры, при фрезеровании — люнеты, серьги, кронштейны.

Таким образом формируются функциональные группы шпинделей, которые характеризуются признаками, присущими каждой группе. Типизация этих признаков позволяет унифицировать типы сборок и конструктивных элементов и объединить их в сборочные единицы (комплекты).

Таким образом, комплекты шпинделей и валов представляют собой наборы унифицированных деталей, объединенных в группы по конструктивным признакам для выполнения определенных технологических функций.

В шпиндельных коробках УНЕ наборы шпинделей и промежуточных валов монтируют в корпусах на радиальных шарикоподшипниках. В передней опоре шпинделей для восприятия осевой нагрузки от режущего инструмента устанавливают дополнительно упорный подшипник. Для увеличения жесткости шпинделя и увеличения работоспособности опор радиальные шарикоподшипники в опорах сдавливают.

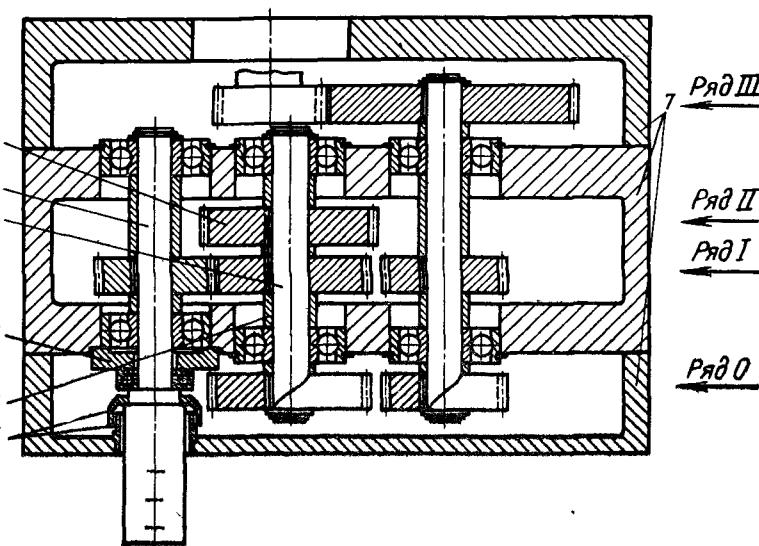


Рис. 4. Продольный разрез многошпиндельной коробки:
1 — стакан; 2 — втулка; 3 — фланец; 4 — вал промежуточный; 5 — шпиндель; 6 — зубчатое колесо; 7 — корпусные детали

Инструмент устанавливают в шпиндель при помощи переходных оправок, которые стопорятся винтами в головной части шпинделя. Зубчатые колеса на шпинделях и валиках фиксируются от осевых перемещений распорными втулками, а крутящий момент передается призматическими шпонками (рис. 4). Подшипники, шпиндели и промежуточные валы фиксируются в осевом направлении стопорными кольцами.

Шпинделы в коробках УНЕ унифицированы по диаметрам хвостовика, типоразмерам подшипников и диаметрам посадочного отверстия под инструментальную оправку.

Таблица 5

Размеры сверлильных шпинделей (с опорами в корпусе), мм

Исполнение комплекта	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	L	L_1	L_2	L_3	L_4	b	t
УНЕ3120			28				35									
УНЕ3130	16	15	32	19	28	30	39	M8×1	25	80 ... 155	74	21	34	47	5	17,3
УНЕ3140			35				45									
УНЕ3121			37				44									
УНЕ3131	20	20	42	25	36	39	49	M8×1	32	100 ... 175	120	21	34	47	5	21,9
УНЕ3141			47				57									
УНЕ3142	28	25	47	30	45	48	54	M10×1	40	100 ... 200	120	23	38	53	6	29,7
УНЕ3152			52				62									
УНЕ3123	36	30	55	35	55	56	62	M12×1,25	50	100 ... 220	120	28	45	62	8	37,7
УНЕ3133			62				72									
УНЕ3125	48	40	68	48	75	78	75	M12×1,25	67	120 ... 240	130	40	57	74	10	50,1
УНЕ3135			80				90									
УНЕ3127	60	50	90	60	96	98	105	M16×1,5	90	140 ... 260	150	30	60	90	16	63,6
УНЕ3137																

радиального подшипника 5, выступающего за переднюю плоскость корпуса.

В задней опоре монтируется наружный подшипник 3 легкой серии с установочным кольцом 1. Этим кольцом в сочетании с компенсаторным кольцом 4 и пружинным кольцом 2 обеспечивается осевая фиксация шпинделя. При установке в задней опоре наружного подшипника 5, не имеющего установочного кольца (сверхлегкая и особолегкая серии), в расточке, выполненной в задней стенке корпуса, прорезается канавка под внутреннее пружинное кольцо 6, что эквивалентно установке подшипника с установочным кольцом.

Компенсаторное кольцо 4 служит для создания осевого натяга подшипников, необходимого, чтобы полностью исключить осевые зазоры в шпиндельном узле.

Стопорные винты 12 служат для крепления инструментальной оправки в шпинделе 10.

Вылеты шпинделей переменные. Минимальная величина вылета определяется положением винтов, крепящих инструментальную оправку, а максимальная — прочностной характеристикой шпинделя на скручивание. С целью унификации шпинделей вылеты от минимального до максимального разбиты на ряд ступеней. Величины ступеней определяются величиной перемещения инструментальной оправки в посадочном отверстии шпинделя. Таким образом осуществляется принцип: постоянный удлинитель — переменный вылет шпинделя.

Комплекты промежуточных валов унифицированы по диаметрам, типоразмерам подшипников и по длине.

В резьбонарезных шпиндельных коробках шпиндельный узел состоит из двух комплектов: приводного вала и резьбонарезной копирной пиноли, стандартизованных по посадочным диаметрам под инструмент, шагу нарезаемой резьбы и диаметру хвостовика. Приводной вал устанавливается в корпусе шпиндельной коробки на радиальных подшипниках, а резьбонарезная пиноль монтируется в резьбонарезной приставке соосно с приводным валом.

Комплекты фрезерных и расточных шпинделей — высокоточные шпиндельные узлы, в передней опоре которых установлен шпиндельный двухрядный роликоподшипник с коническим посадочным отверстием, позволяющим получить высокую радиальную точность и жесткость опоры. В передней опоре для восприятия осевых усилий, возникающих при обработке, устанавливаются спаренные упорные шарикоподшипники. Задняя опора — плавающая и представляет собой два спаренных радиально-упорных шарикоподшипника.

2. КОМПЛЕКТЫ СВЕРЛИЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ

Сверлильные шпинделы типа УНЕ3100 (лист 10, рис. 1 ... 4) имеют посадочные отверстия первого и второго ряда по ГОСТ 13876—76.

Шпинделы с диаметром хвостовика d_1 (лист 10, рис. 1), равным 15 и 20 мм, монтируются на радиальных подшипниках сверхлегкой, особолегкой и легкой серий в сочетании с упорным подшипником особолегкой и легкой серий. Остальные шпинделы монтируются на подшипниках особолегкой и легкой серий в сочетании с упорными подшипниками легкой и средней серий.

Радиальные подшипники 5 или 3 и 5 сдвоены и разнесены между собой в пределах толщины стенки корпуса. Таким образом достигается большая жесткость шпинделя 10. Упорный подшипник 8 опирается на фланец 7, который центрируется по наружному кольцу

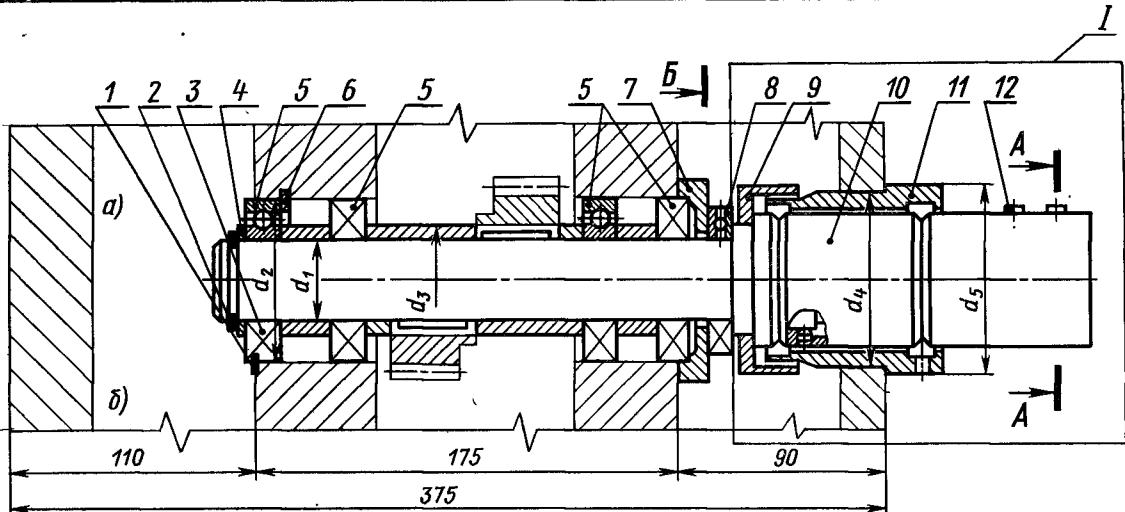
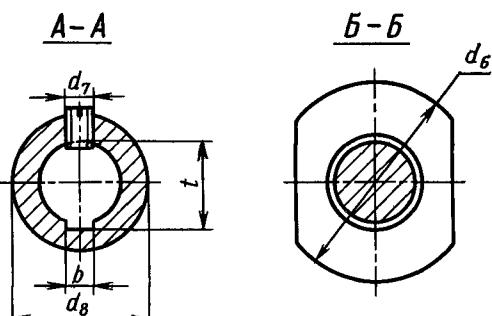


Рис. 1



I (варианты исполнения)

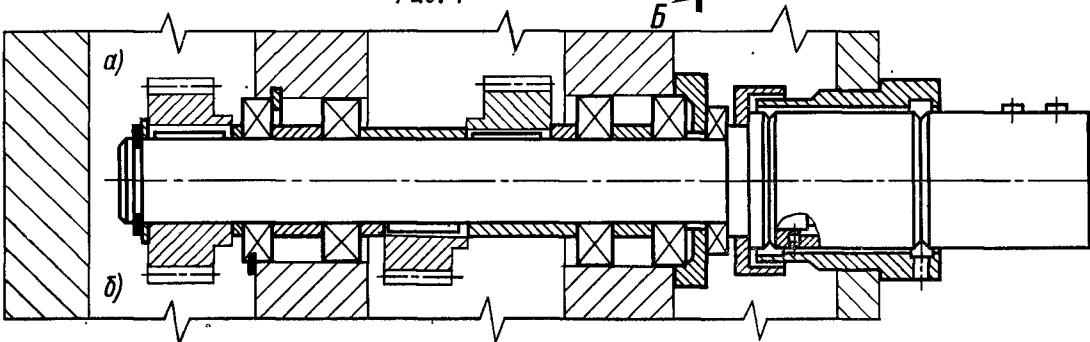
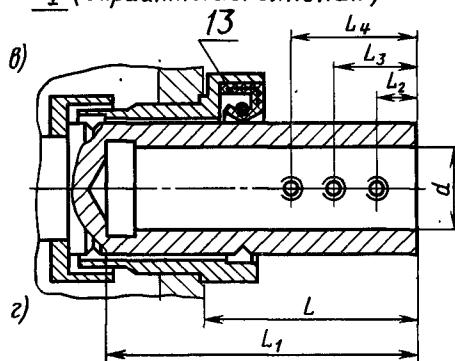


Рис. 2

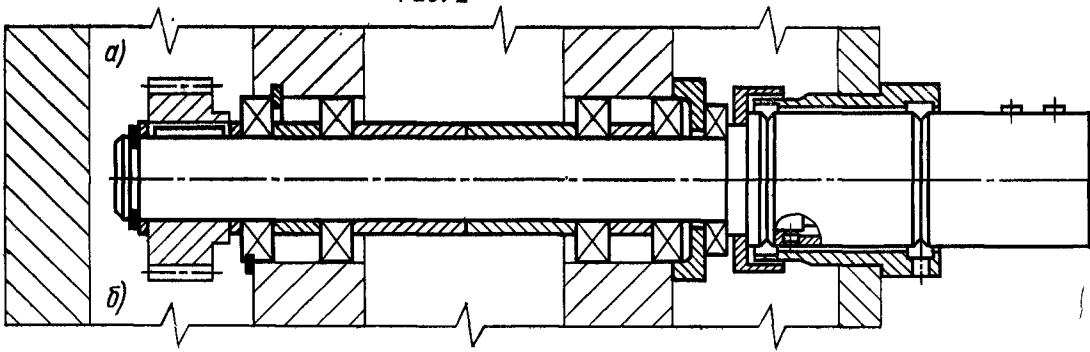


Рис. 3

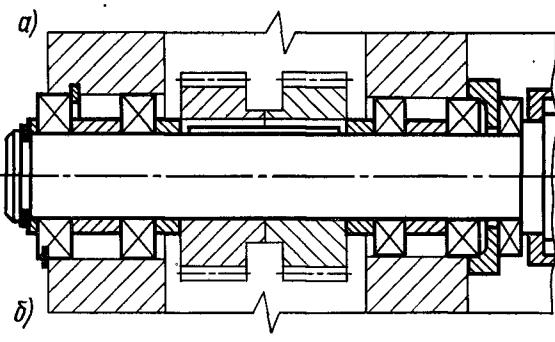


Рис. 4

Таблица 6

Размеры сверлильных шпинделей (с опорами в гильзах), мм

Исполнение комплекта	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	b	t
УНЕЗ138	60	65	120	60	140	150	160	220	M16×1,5	140 ... 200	150	30	60	90	166	16	63,6
УНЕЗ139	80	80	140	75	160	170	180	242	M16×1,5	160 ... 200	170	30	60	90	186	20	84,3

Чашка 9 и стакан 11 создают лабиринтное уплотнение, предотвращающее вытекание масла из коробки. В коробках горизонтального исполнения стакан 11 устанавливают отверстием вниз для того, чтобы СОЖ, попадающая на шпиндель, стекала и не попадала в коробку. В случае, если на станке предусмотрена обработка с обильным охлаждением режущего инструмента, для предотвращения попадания СОЖ в коробку деталь 11 оснащается резиновым уплотнением 13.

Сверлильные шпинделы, монтируемые в корпусе шпиндельной коробки, бывают шести типоразмеров (табл. 5) по диаметру посадочного отверстия d под инструментальную оправку. Каждому из этих диаметров соответствует диаметр d_1 хвостовика шпинделя. Шпиндель определенного типоразмера имеет переменную длину головной части (вылета L), конкретные значения которой в интервале, ограниченном для каждого типоразмера шпинделя, выбраны с определенным шагом приращения. Такое конструктивное решение позволяет в десятки раз сократить номенклатуру регулируемых втулок (оправок), долговечность которых в 3 ... 5 раз меньше, чем у шпинделя.

Каждый из типоразмеров шпинделя имеет три исполнения комплектов при $d_1 < 20$ мм или два исполнения комплектов при $d_1 \geq 20$ мм.

Сверлильные шпинделы, устанавливаемые в гильзах

Чтобы увеличить межпорное расстояние и получить большую точность вращения, шпинделы 14 (лист 11, рис. 1) с диаметром хвостовика более 50 мм монтируются в гильзах. Гильза 7 устанавливается в корпус коробки 10 и крепится к его передней стенке четырьмя винтами 1. Полость передней опоры 11 и упорного подшипника 9 заполняется универсальной среднеплавкой смазкой на весь срок службы. Смазка задней опоры 4 — проточная жидккая от общей смазочной системы коробки.

Лабиринт, образованный стаканом 6 и чашкой 5, предотвращает попадание жидкой смазки в полость передней опоры. Резиновое кольцо 8 в сочетании с кольцом 2 не допускает утечки масла из коробки.

Для защиты от попадания в коробку эмульсии служит также резиновое уплотнение 13, устанавливаемое в стакане 12. Осевая фиксация шпинделя осуществляется так же, как и у сверлильных шпинделей, устанавливаемых в корпусе. Шпинделы в гильзах могут приводиться во вращение только зубчатым колесом, расположенным в III ряду шпиндельной коробки (см. рис. 4). В гильзе 7 имеется три радиальных отверстия. При монтаже гильзы в корпусе ее уст-

авливают так, чтобы одно из отверстий было обращено вниз. В этом случае масло, попадающее в гильзу, вытекает из нее. Для этой же цели шесть радиальных отверстий во втулке 3 имеют выход в радиальную проточку-канавку.

Сверлильные шпинделы, устанавливаемые в гильзах, имеют по сравнению с вышеописанными сверлильными шпинделями два дополнительных типоразмера (табл. 6) с посадочными отверстиями под инструментальную оправку Ø 60 и 80 мм.

В компоновках многошпиндельных коробок, когда возникает необходимость выполнить обработку детали инструментом без дополнительного направления, т. е. без кондуктора, применяются комплекты шпинделей с более точными контролируемыми параметрами — так называемые **жесткие шпинделы** (лист 11, рис. 2 и табл. 7).

В стальной гильзе 9, установленной в корпусе 8 шпиндельной коробки, смонтирован шпиндель 10, имеющий в качестве передней опоры высокоточный шпиндельный подшипник 15 типа 3182100 и в качестве задней опоры — два радиальных подшипника 3. Упорные подшипники 14 воспринимают осевое усилие и обеспечивают

Таблица 7

Размеры жестких сверлильных шпинделей (с опорами в гильзах), мм

Исполнение комплекта	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	L	L_1	L_2	L_3	L_4	b^*	t			
1УМ3547-01; -02	36	40		100	80	105	125	55	65	95					28	35	52	8	37,7
1УМ3547-03; -04	48	40													40	57	74	10	50,1
1УМ3547-05; -06	48	60		130	110	140	160	75	90	125	270;	105;							
1УМ3547-07; -08	60	60									340	175							
1УМ3547-09; -10	60	75		150	130	160	200	90	110	150					30	60	90	16	63,6
1УМ3547-11; -12	80	75													20				84,3

* Размер b — см. лист 11, рис. 1, а.

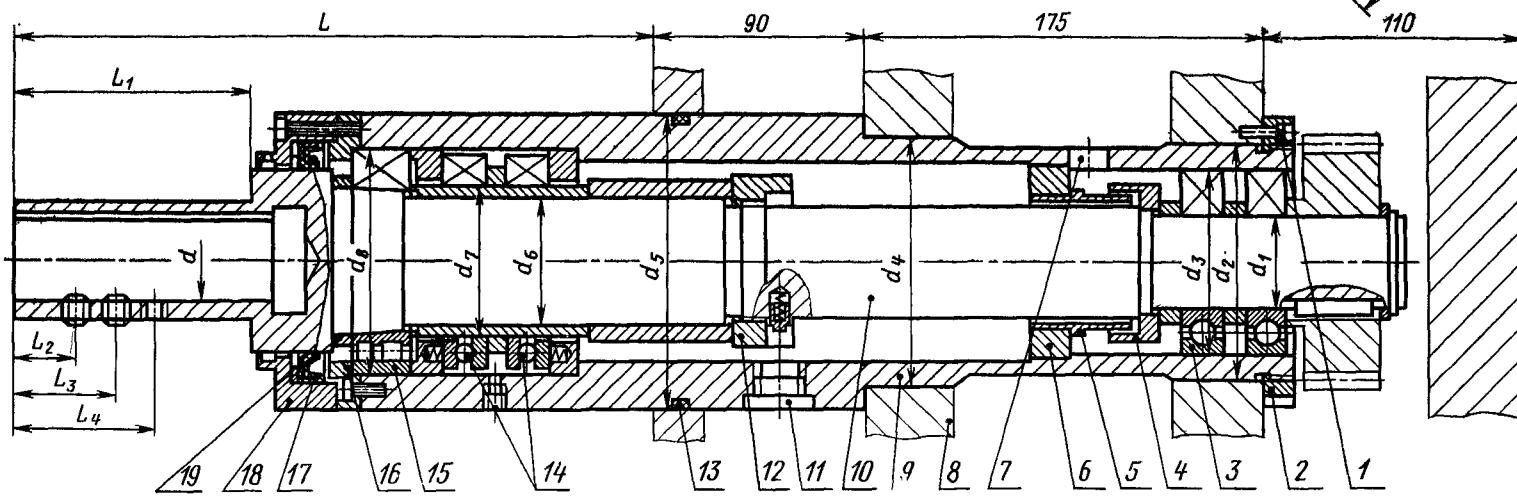
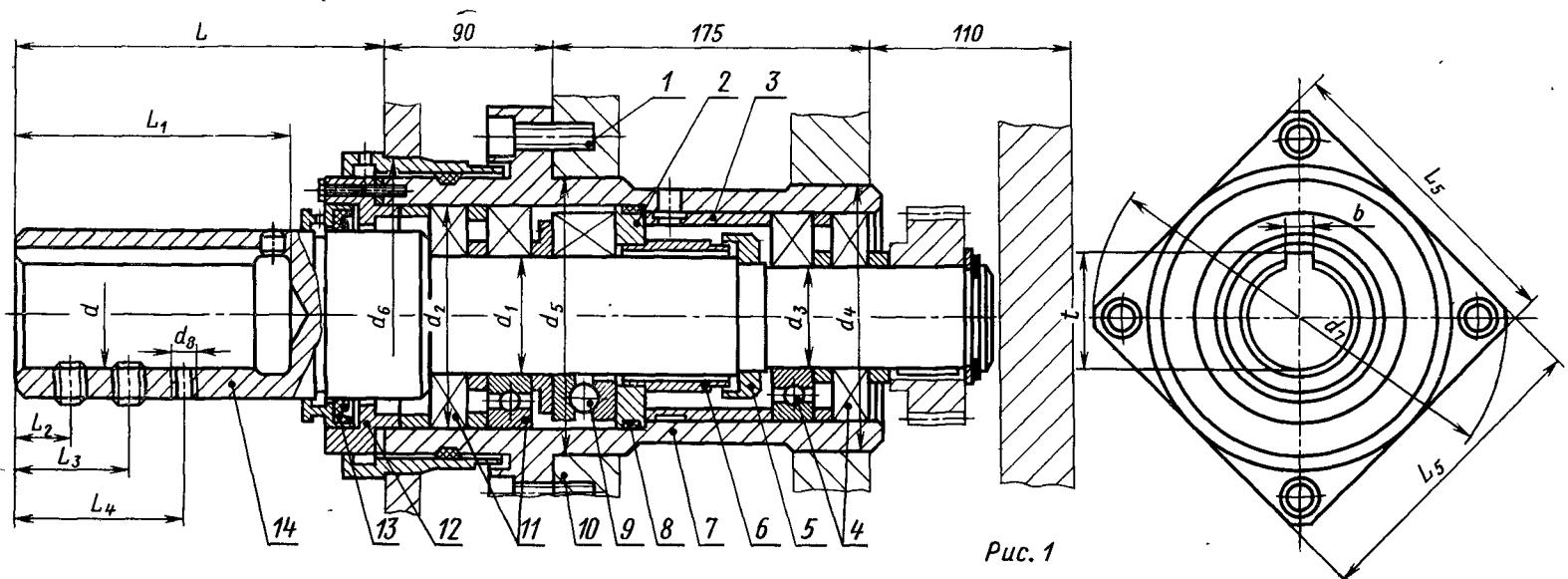


Рис. 2

осевую фиксацию шпинделя в гильзе. Такая компоновка позволяет разместить опоры на значительном расстоянии и тем самым улучшить кинематические характеристики шпиндельного узла. Осевая фиксация гильзы 9 в корпусе 8 осуществляется с помощью гайки 2, которая фиксируется винтом 1. При затяжке гайки возможна некоторая деформация стенок корпуса. Для уменьшения величины деформации в непосредственной близости от гильзы в направлении к центру корпуса коробки устанавливают стяжки (см. лист 24, рис. 5) или контролируют величину деформации стенок корпуса при монтаже гильзы.

Для предохранения от попадания СОЖ в шпиндельную коробку служат уплотнение 17 и резиновое кольцо 13 (рис. 11, рис. 2). Так как смазка передней опоры консистентная, а задней — жидккая, для предотвращения попадания жидкой смазки в переднюю опору шпинделя при вертикальном исполнении шпиндельных коробок служит лабиринтное уплотнение, состоящее из чаши 4, стакана 5 и кольца 6. В горизонтальном исполнении коробки гильза 9 устанавливается сливным отверстием 7 вниз. Регулировка радиального зазора в подшипнике 15 осуществляется перемещением внутреннего кольца роликоподшипника гайкой 12 до упора в полукольца 19, которые подшлифовываются в монтажный размер. Доступ к гайке 12 осуществляется через отверстие в гильзе 9, закрытое пробкой 11.

Затяжка упорных подшипников и осевая фиксация шпинделя осуществляется креплением фланца 18 к гильзе 9 через компенсаторное кольцо 16. Шпиндель приводится во вращение зубчатым колесом, установленным в III ряду (см. рис. 4) шпиндельной коробки.

3. ВАЛЫ

Приводные валы резьбонарезных пинолей

Копирные резьбонарезные пиноли (лист 12, рис. 1) применяются в резьбонарезных коробках и устанавливаются в резьбонарезной приставке. Копир 1 смонтирован в гильзе 7 на двух бронзовых подшипниках 3 и 9. На копире нарезана резьба с шагом, равным шагу нарезаемой в обрабатываемой детали резьбы. Копирная гайка 6 пригоняется по резьбе копира, поэтому перестановка гаек на одинаковых копирах недопустима.

Муфта 5 и пружина 4 служат для компенсации погрешностей шагов копира и метчика, когда шаг резьбы копира меньше шага резьбы метчика.

Для предотвращения поломки копира и гайки при поломке метчика предусмотрена возможность

проворота пиноли благодаря тому, что прихваты 2, крепящие пиноль к плите, входят в кольцевую проточку гильзы 7 и только за счет трениядерживают пиноль от проворота.

Копирная пиноль заполнена универсальной среднеплавкой смазкой, рассчитанной на весь срок службы.

В зависимости от типоразмера пиноли привод ее осуществляется через шлицевой или цилиндрический хвостовик копира. Для предотвращения попадания грязи внутрь копирной пиноли установлена защитная втулка 8.

Резьбонарезные пиноли унифицированы по посадочным отверстиям под инструментальную оправку (принят ряд посадочных отверстий сверлильных шпинделей), диаметрам хвостовиков и шагам копира.

Ряд пинолей состоит из двенадцати типоразмеров (табл. 8), каждый из которых имеет число исполнений, равное числу стандартных шагов для диапазона резьб, нарезаемых данной резьбонарезной пинолью. Любой из типоразмеров пинолей допускает максимальное осевое перемещение (ход метчика) до 65 мм. Диаметры нарезаемых резьб лежат в интервале от 3 до 48 мм или ограничены максимальным крутящим моментом резания 35 Дан·м.

Приводные валы резьбонарезных пинолей (лист 12, рис. 2, а p) предназначены для привода во вращение резьбонарезных

Таблица 8

Размеры резьбонарезных пинолей, мм

Исполнение комплекта	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	$d_6 \times P$	d_7	L	L_1	L_2	b	t
1УМ3520-01 ... 1УМ3520-02	16	25	30	28	18	30	17×1 ... 17×2,1	14	21	34	5	17,3	
1УМ3521-01 ... 1УМ3521-12			35	32	20	35	19×1 ... 19×2	16					
1УМ3521-13 ... 1УМ3521-24	20	32											21,3
1УМ3522-01 ... 1УМ3522-12	20	32	43	40	25	43	24×1 ... 24×2	$D\ 6\times 16\times 20$	90	23	38	6	26,7
1УМ3522-01 ... 1УМ3522-13	25	37											
1УМ3523-01 ... 1УМ3523-15			53	50	32	53	30×1 ... 30×2,5	$D\ 6\times 21\times 25$					
1УМ3523-16 ... 1УМ3523-33	28	40							28	45	8	37,7	
1УМ3524-01 ... 1УМ3524-18			58	55	35	58	33×1 ... 33×3	$D\ 6\times 23\times 28$					
1УМ3524-19 ... 1УМ3524-36	36	50							105	40	57	10	51,1
1УМ3525-01 ... 1УМ3525-18			73	70	45	73	44×1 ... 44×3	$D\ 8\times 32\times 38$					
1УМ3525-19 ... 1УМ3525-30	48	67	78	75	50	78	48×1 ... 48×3,5	$D\ 8\times 36\times 42$					
1УМ3525-01 ... 1УМ3526-12													

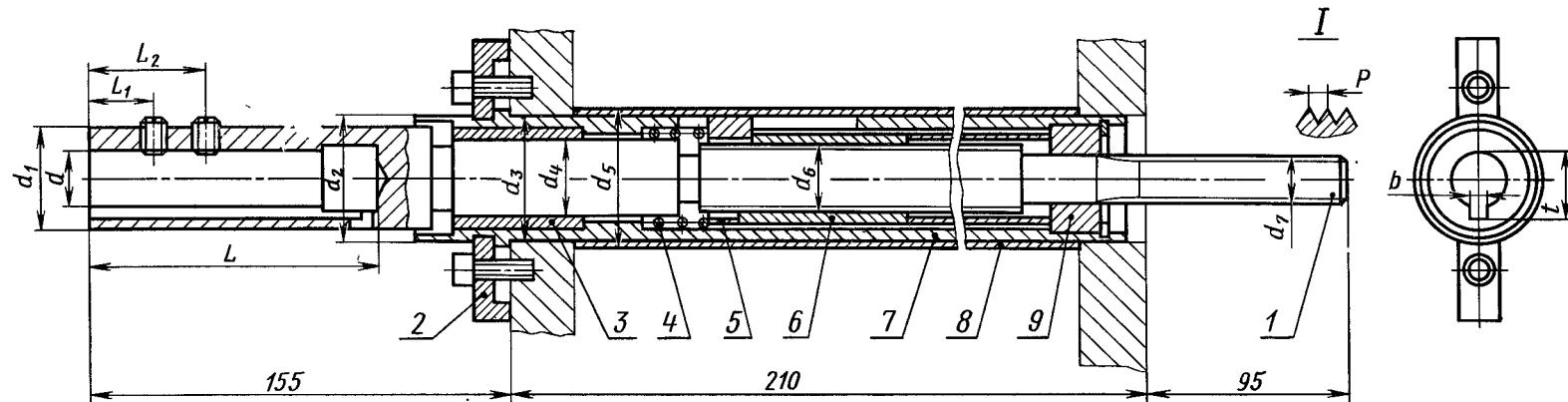


Рис. 1. Резьбонарезная пиноль

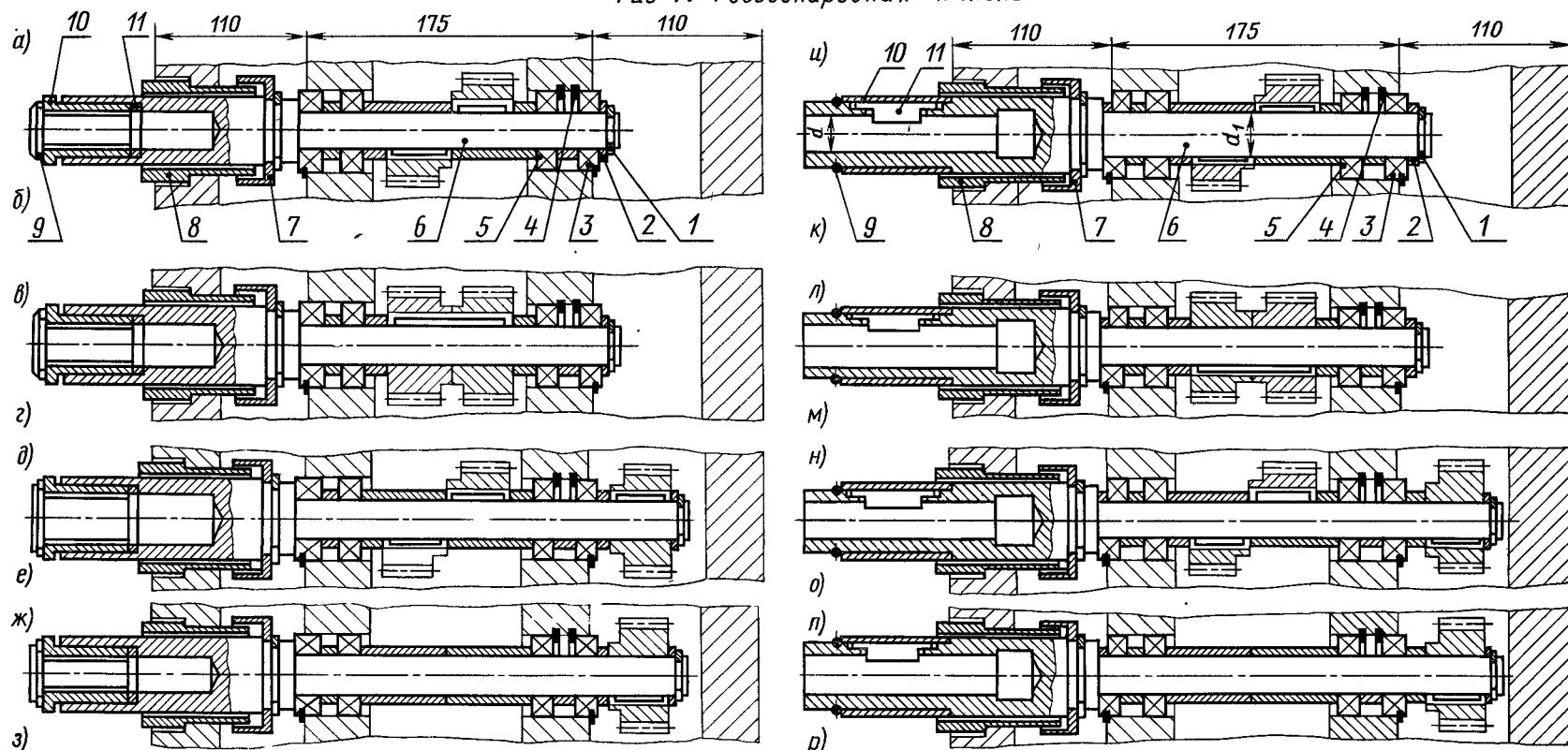


Рис. 2. Приводные валы резьбонарезных пинолей

Таблица 9

Размеры приводных валов, мм

Исполнение комплекта	d	d_1	d_2	d_3	d_4
1УМ3510-01 ... 1УМ3510-04	14	15	28		
1УМ3510-05 ... 1УМ3510-08			32	23	30
1УМ3510-09 ... 1УМ3510-12			35		
1УМ3511-01 ... 1УМ3511-04	16	20	37		
1УМ3511-05 ... 1УМ3511-08			42	28	39
1УМ3511-09 ... 1УМ3511-12			47		
1УМ3512-01 ... 1УМ3512-04	$D6 \times 16 \times 20$	25	47		
1УМ3512-05 ... 1УМ3512-08			52	40	48
1УМ3513-01 ... 1УМ3513-04	$D6 \times 21 \times 25$	30	55		
1УМ3513-05 ... 1УМ3513-08			62	50	56
1УМ3514-01 ... 1УМ3514-04	$D6 \times 23 \times 28$	35	62		
1УМ3514-05 ... 1УМ3514-08			72	55	63
1УМ3515-01 ... 1УМ3515-04	$D8 \times 32 \times 38$	40	68		
1УМ3515-05 ... 1УМ3515-08			80	65	73
1УМ3516-01 ... 1УМ3516-04	$D8 \times 36 \times 42$	45	75		
1УМ3516-05 ... 1УМ3516-08			85	70	78

пинолей и устанавливаются в корпусе шпиндельной коробки соосно с резьбонарезной пинолью.

Вал 6 монтируется в корпусе на шарикоподшипниках 3 и 5, установленных по два в каждой опоре, которые для увеличения жесткости вала разнесены между собой в пределах толщины стенки корпуса. Расточка отверстий в корпусе под подшипники выполняется сквозной, поэтому для обеспечения осевой фиксации вала применяются, как правило, подшипники 3 с установочными кольцами. При применении подшипников 5 без установочных колец в расточке, расположенной в задней стенке корпуса, прорезаются две канавки под внутренние пружинные кольца 4.

Монтаж задней опоры производят в следующей последовательности: устанавливают внутренний подшипник, два пружинных кольца и затем наружный подшипник.

Такая конструкция задней опоры в сочетании с пружинным кольцом 1, устанавливаемым на вал, обеспечивает надежную осевую фиксацию приводного вала.

Компенсаторное кольцо 2 служит для создания осевого натяга подшипников путем пригонки толщины кольца с учетом, что осевое перемещение вала недопустимо. Чашка 7 и стакан 8 создают лабиринтное уплотнение, предотвращающее вытекание масла из коробки.

На рис. 2, а ... з показаны приводные валы, отличающиеся тем, что крутящий момент передается бронзовой шлицевой втулкой 10, которая входит в прямой паз, прорезанный в торце вала 6. Крепится втулка пружинным кольцом 9. Компенсаторное кольцо 11 служит для предотвращения осевых перемещений втулки 10, что обеспечивается пригонкой кольца при сборке.

Для резьбонарезных пинолей с диаметром хвостовика 14 и 16 мм применяют приводные валы (рис. 2, и ... р) с цилиндрическим посадочным отверстием d и призматической шпонкой 11, которая крепится на валу 6 с помощью втулки 10 и стопорного кольца 9.

Приводные валы с цилиндрическим посадочным отверстием (табл. 9) бывают двух исполнений по диаметру хвостовика ($d_1 = 15$ и 20 мм) и монтируются на шарикоподшипниках сверхлегкой, особолегкой и легкой серий. Приводные валы со шлицевой втулкой (см. табл. 9) бывают пяти исполнений по диаметру хвостовика ($d_1 = 25, 30, 35, 40$ и 45 мм) и монтируются на шарикоподшипниках особолегкой и легкой серий. И те и другие приводные валы обеспечивают шесть схем размещения на них зубчатых колес при четырех конструктивных исполнениях валов 6.

Валы проворота

Валы ручного проворота шпинделей (лист 13, рис. 1) предназначены для обеспечения удобства смены и наладки режущих инструментов. Валы устанавливаются в наиболее доступных местах.

Уплотнение переднего конца вала выполнено так же, как и у шпинделей. Валы проворота 1 монтируются на шарикоподшипниках 3 легкой серии с установочными кольцами 2, которые в сочетании с компенсаторными кольцами 4 и пружинными кольцами 5 обеспечивают осевую фиксацию вала.

Валы бывают двух типоразмеров (табл. 10), отличающихся диаметрами d_1 посадочных шеек под подшипники и зубчатые колеса. Размер под зев ключа у валов обоих типоразмеров одинаков: $S = 22$ мм. Возможны семь схем установки зубчатых колес на валах проворота при пяти конструктивных исполнениях валов 1.

Как правило, валы проворота устанавливаются в конце кинематической цепи, но могут быть использованы и как обычные промежуточные валы.

Таблица 11

Размеры промежуточных валов, мм

Обозначение	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂
УНЕ3161-01 ... УНЕ3161-08	20	47	25
УНЕ3162-01 ... УНЕ3162-08	25	52	30
УНЕ3162-11 ... УНЕ3162-18		62	
УНЕ3163-01 ... УНЕ3163-08	30	62	35
УНЕ3163-11 ... УНЕ3163-18		72	
УНЕ3164-01 ... УНЕ3164-08	35	72	42
УНЕ3164-11 ... УНЕ3164-18		80	
УНЕ3165-01 ... УНЕ3165-08	40	80	48
УНЕ3165-11 ... УНЕ3165-18		90	
УНЕ3166-01 ... УНЕ3166-08	45	85	55
УНЕ3166-11 ... УНЕ3166-18		100	
УНЕ3167-01 ... УНЕ3167-08	50	90	60
УНЕ3167-11 ... УНЕ3167-18		110	
УНЕ3168-01 ... УНЕ3168-08	60	110	70
УНЕ3168-11 ... УНЕ3168-18		130	
УНЕ3169-01 ... УНЕ3169-08	75	130	85
УНЕ3169-11 ... УНЕ3169-18		160	

б) валы 4 диаметром 60 и 75 мм на подшипниках 6 без установочных колец.

Для осевой фиксации валов диаметром 60 и 75 мм подшипники опираются на внутренние пружинные кольца 5, вставленные в канавки, выполненные в расточках корпуса под подшипники.

Все валы, кроме вала диаметром 20 мм, монтируются на радиальных подшипниках легкой и средней серий. Валы диаметром 20 мм монтируются на радиальных подшипниках легкой серии.

Осевая фиксация валов и зубчатых колес осуществляется с помощью промежуточных компенсаторных колец 2, втулок 3 и пружинных колец 1, устанавливаемых на валах. Допускается осевое пере-

Таблица 10

Размеры валов проворота, мм

Обозначение	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>d</i> ₄	<i>d</i> ₅	<i>d</i> ₆
УНЕ3163-21 ... УНЕ3163-25	30	35	62	40	45	48
УНЕ3165-21 ... УНЕ3165-25	40	48	80	50	55	56

Приводные валы к насосам смазки

Лопастной насос смазки шпиндельной коробки может быть установлен на переднюю стенку корпуса (лист 13, рис. 2, ж), на лицевую сторону передней крышки (рис. 2, а, б, в) и на лицевую сторону задней плиты (рис. 2, г, д, е). При установке насоса на крышке привод насоса 1 (лист 13, рис. 2, а) осуществляется через вал 3 по I, II или III ряду расположения зубчатых колес. Шайба 2 закрывает отверстия для винтов крепления насоса к крышке, предотвращая тем самым течь масла из коробки. Шайба устанавливается на прокладке из картона или на бензиноупорной смазке по ГОСТ 7171—78.

Привод насоса, установленного на передней стенке корпуса (лист 13, рис. 2, ж), осуществляется через вал 1, смонтированный в стакане 2, установленном в задней стенке корпуса.

Для компенсации несоосности расточек под насос и приводной вал и с целью предотвращения поломок вала насоса привод насоса во всех случаях сборки осуществляется через муфту, поводок 5 (см. рис. 2, ж), который крепится на приводном валу с обеспечением радиального зазора (возможности покачивания), а втулка 4, в которую входит поводок, жестко закрепляется на валу насоса.

Осьвая фиксация валов осуществляется пружинным кольцом 6 (см. рис. 2, а), установленным в канавке вала. Допускается осевое перемещение вала до 0,3 мм.

В случаях, когда насос устанавливается на задней плите, привод его осуществляется по любому из четырех рядов расположения зубчатых колес.

Валы привода насоса монтируются на шарикоподшипниках 4 (см. рис. 2, а) легкой серии с установочным кольцом 5. Исключение составляет приводной вал для насоса, установленного на корпусе (см. рис. 2, ж), который монтируется на шарикоподшипниках 3 особолегкой серии. Всего имеется пять исполнений приводных валов к насосу смазки.

Промежуточные валы

Промежуточные валы (лист 14, рис. 1, а ... с) по типу сборки подразделяются на:

а) валы диаметром 20 ... 50 мм на подшипниках 7 (лист 14, рис. 1, а) с установочными кольцами;

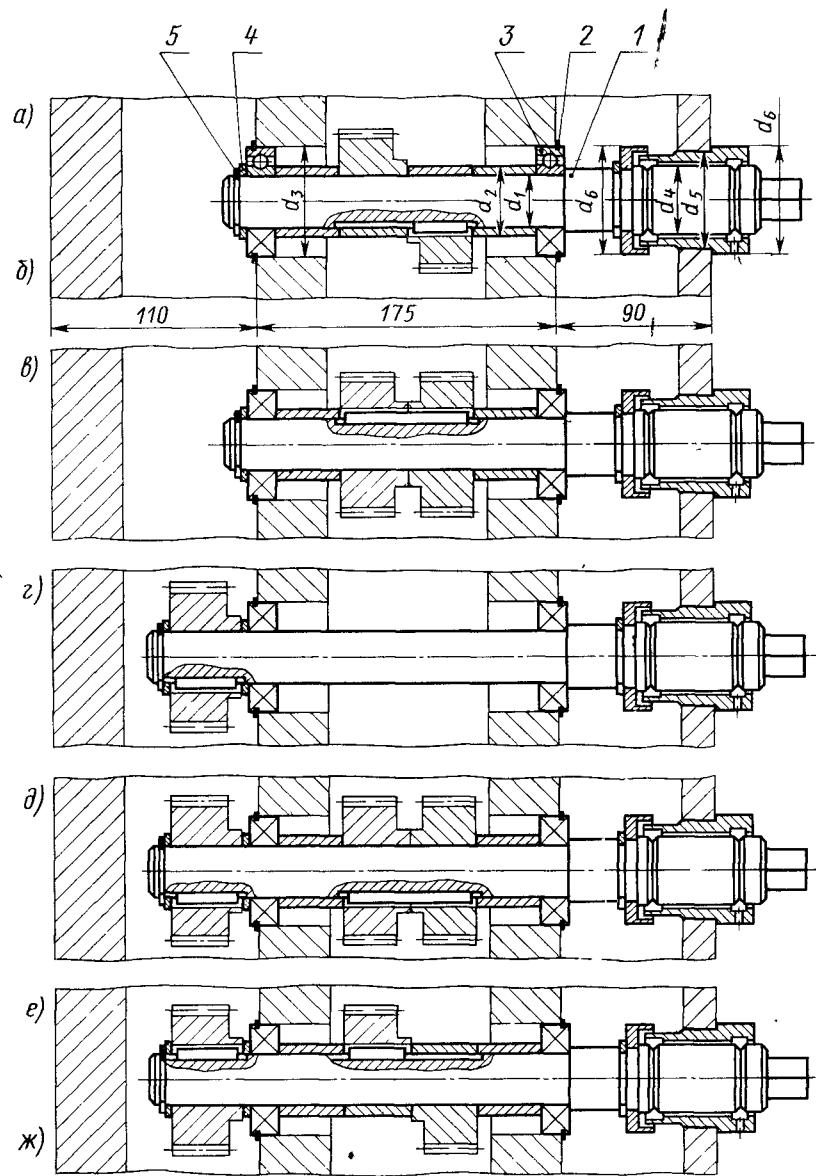


Рис 1. Валы проворота

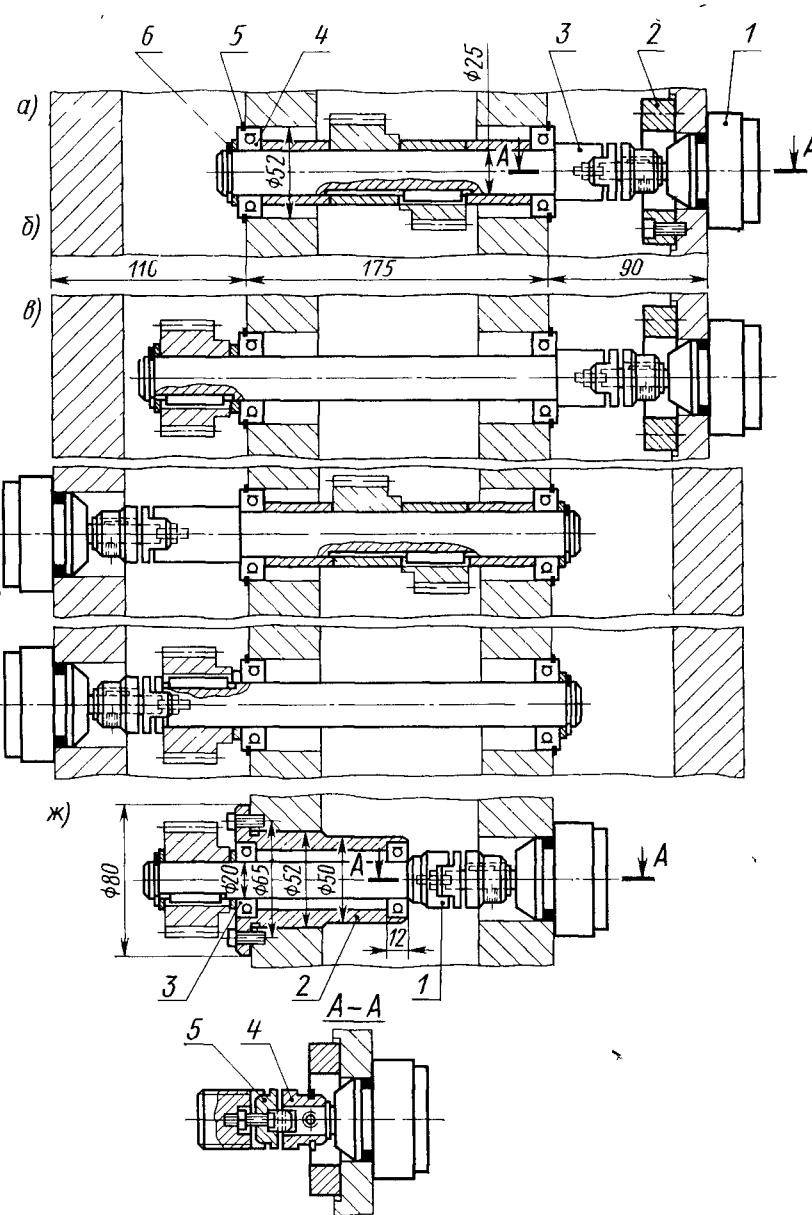


Рис 2. Приводные валы к насосам смазки

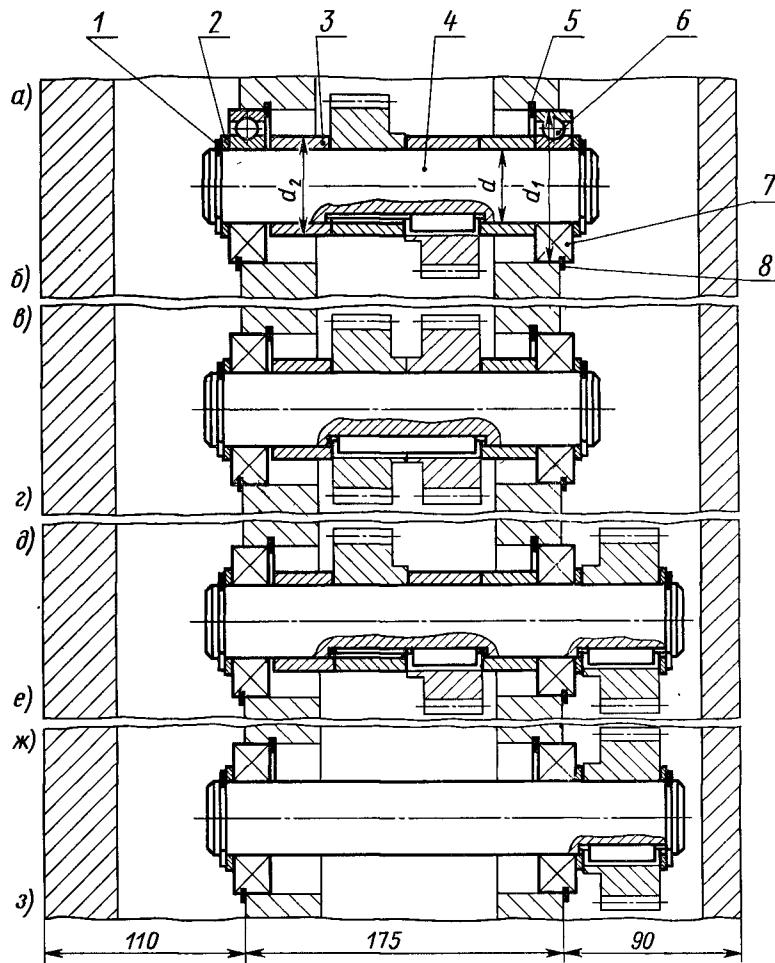


Рис 1. Промежуточные валы

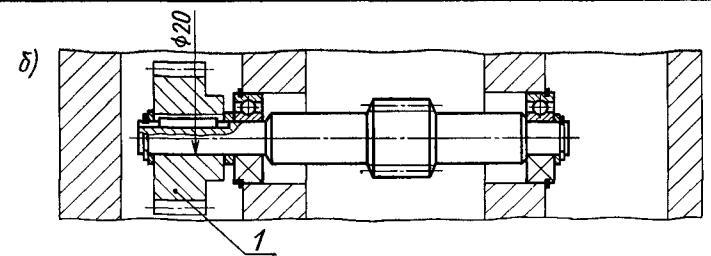


Рис 2. Червячные валы

мешение вала до 0,3 мм и осевое перемещение зубчатых колес до 0,5 мм. Ограничение осевого перемещения вала достигается подгонкой компенсаторных колец.

Посадочные шейки под подшипники на валах и отверстия под подшипники в корпусе коробки выполняются соответственно по посадкам $J_s 6$; $J_s 7$.

Относительно опорных плоскостей корпуса коробки зубчатые колеса I и III рядов и 0 и III рядов располагаются симметрично, что уменьшает число исполнений промежуточных валов и промежуточных втулок, применяемых в коробках.

Всего имеется девять размеров промежуточных валов по посадочному диаметру d (табл. 11). Вал каждого диаметра бывает трех размеров по длине в зависимости от места установки зубчатого колеса. Возможны 11 схем установки зубчатых колес, которым соответствуют восемь конструктивных исполнений комплектов валов, каждое из которых, в свою очередь, имеет два исполнения в зависимости от серии шарикоподшипников, устанавливаемых в опорах вала.

Червячные валы

Червячные валы 4 (лист 14, рис. 2, а) служат для привода счетного механизма. В плоскости нахождения Г ряда зубчатых колес на валу нарезан однозаходный червяк, зацепляющийся с косозубым колесом, установленным на валу счетного механизма.

Вращение червячный вал получает или от зубчатого колеса 1 (лист 14, рис. 2, б), расположенного в III ряду, или от узкого зубчатого колеса 3 (лист 14, рис. 2, а), расположенного во II ряду.

Червячные валы имеют диаметр посадочных шеек под подшипники и зубчатые колеса 20 мм и монтируются на шарикоподшипниках 2 легкой серии со стопорными кольцами 4. В остальном конструкция червячных валов аналогична конструкции промежуточных валов. Всего имеется два исполнения червячных валов для привода счетного механизма, различающихся местом установки приводного зубчатого колеса.

4. НАБОРЫ РАСТОЧНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ

Расточные шпинделы (лист 15) на радиально-упорных шарикоподшипниках типа 46100 ГОСТ 831—75 применяются в одношин-

Обозначение набора шпинделя			Размеры, мм																					
	Группа точности шпинделя	Класс точности подшипника	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃	<i>l</i> ₄	<i>l</i> ₅	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>c</i> ₁	<i>H</i>	<i>H</i> ₁
H74011	0	2																						
H74011-02			55	90	18	270	32	36	90	130	85	55	42	13		51	20		10	39	23,6	33	23,6	—
H74012	0	2																						
H74012-02			75	115	20	310	40	45	120	165	115	80	53			25		25		14	48,5	30,4	48	30,4
H74013	0	2																						
H74013-02			100	150	24					160	205	225		58		15		67						
H74014	0	2																						
H74014-02			130	200	33					525	60	60		110		30		25,4		18	64			

дельных и многошпиндельных бабках горизонтального и вертикального исполнений, предназначенных для полустовой и чистовой расточки отверстий.

В станкостроении разработан типоразмерный ряд унифицированных наборов расточных шпинделей (табл. 12), отличающихся диаметром передней опоры. Каждый типоразмер имеет нулевую и 1-ю группы точности в зависимости от класса точности подшипников и точностных параметров шпинделей и сопрягаемых с ними деталей.

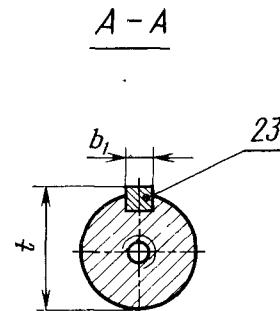
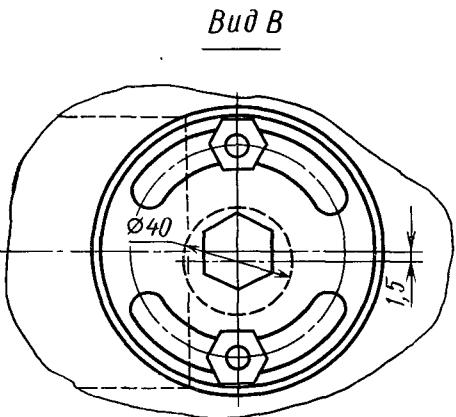
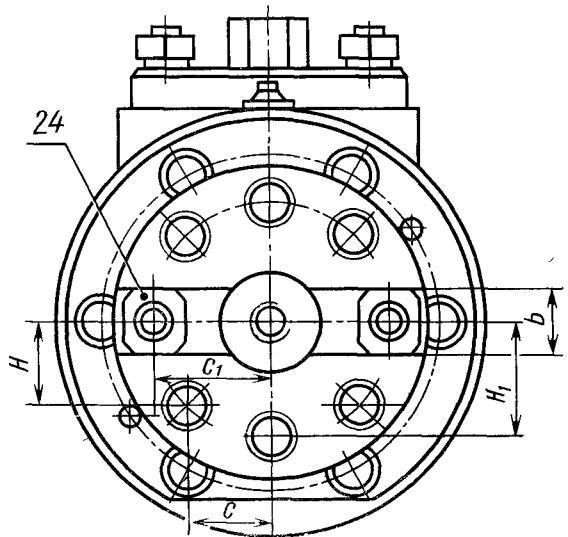
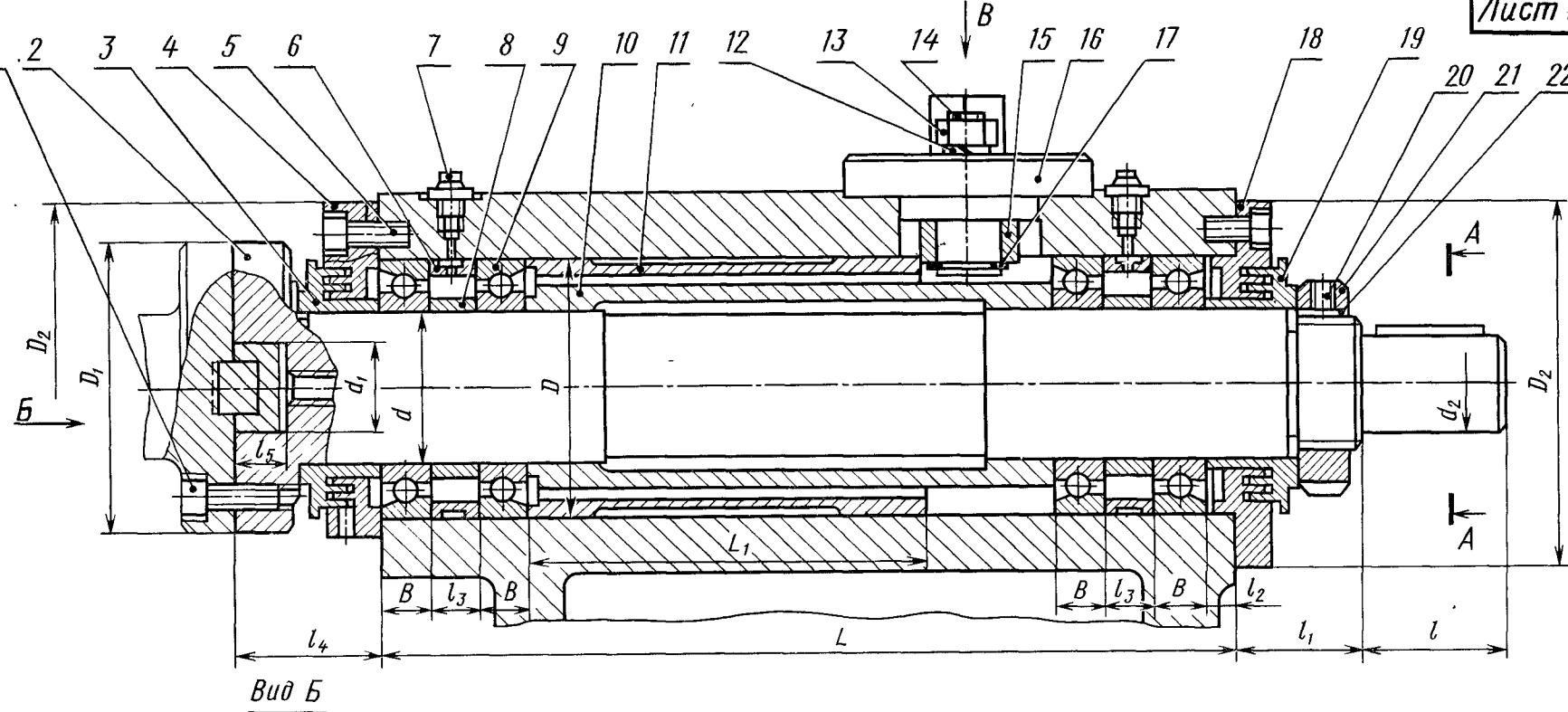
Шпинделы нулевой группы точности предназначены для обработки отверстий не ниже класса точности $H7$ или с точностью расположения до $\pm 0,035$ мм, а также используются во всех случаях применения дополнительного переднего направления для борштанги.

Шпинделы 1-й группы точности предназначены для обработки отверстий класса точности $H8$ и $H9$ с точностью расположения свыше $\pm 0,035$ мм и до $\pm 0,07$ мм.

Расточный шпиндель монтируется в отдельном корпусе. Все виды механической обработки выполняются предварительно, т. е. до окончания чистовой расточки отверстий под подшипники.

Привод от редуктора осуществляется посредством муфт или клиновременной передачи.

Шпиндель 2 (см. лист 15) с фланцем под расточную борштангу смонтирован в корпусе на сдвоенных радиально-упорных шарикоподшипниках 9, внутренние кольца которых прижаты к торцу втулки 3 гайкой 21 через втулки 19 и 10.



Перечень составных частей набора расточного шпинделя

Поз. на листе 15	Наименование	Код.	Материал	Поз. на листе 15	Наименование	Код.	Материал
1	Винт ГОСТ 11738—72	6		13	Гайка ГОСТ 5927—70	2	
2	Шпиндель	1	Сталь 12ХН3А	14	Шпилька	2	Сталь 45
3	Втулка	1	Сталь 45	15	Кольцо	1	Сталь 40Х
4	Фланец	1	Сталь 45	16	Эксцентрик	1	Сталь 45
5	Винт	6		17	Кольцо	1	
	ГОСТ 11738—72				ГОСТ 13942—68		
6	Кольцо	2	Сталь 40Х	18	Фланец	1	Сталь 45
7	Пресс-масленка	2		19	Втулка	1	Сталь 45
8	Кольцо	2	Сталь 40Х	20	Винт	3	Сталь 45
9	Подшипник	4		21	Гайка	1	Сталь 45
	ГОСТ 831—75			22	Сухарь	3	Алюминий АЛ2
10	Втулка	1	Сталь 45	23	Шпонка	1	
11	Втулка	1	Сталь 45	24	Шпонка	2	
12	Шайба	2			ГОСТ 836—72		
	ГОСТ 6402—70						

Примечание. Класс точности и размеры подшипников, а также размеры стандартных изделий зависят от типоразмера шпинделя.

От самоотвинчивания гайка 23 стопорится сухарями 22 и винтами 20. Сдваивание подшипников производится с помощью компенсационных колец 6 и 8. Наружные кольца подшипников передней опоры прижаты эксцентриком 16 через кольцо 15 и втулку 11 к торцу фланца 4. Втулка 3 и фланец 4 образуют лабиринтное уплотнение, защищающее переднюю подшипниковою опору от попадания грязи и влаги. Задняя опора шпинделя — «плавающая». Фланец 18 и втулка образуют лабиринтное уплотнение, защищающее заднюю опору.

Таблица 13

Типоразмер подшипника	Посадочный диаметр внутреннего кольца подшипника, мм	Осевая нагрузка F_a , Н
11	55	400
15	75	500
20	100	800
26	130	1200

Расточная борштанга центрируется хвостовиком в цилиндрическом отверстии шпинделя и крепится к его фланцу винтами 1. Крутящий момент на инструмент передается двумя шпонками 24.

На хвостовой части шпинделя установлена шпонка 23. Подшипниковые опоры при сборке узла заполняются консистентной

Параметр	Посадочный диаметр внутреннего кольца подшипника, мм	Класс точности подшипника	Допуск, мкм
Овальность шеек шпинделей	Св. 50 до 80	4	2
		2	2
Св. 80 до 120	4	3	
		2	2
Св. 120 до 180	4	4	
		2	2
Отклонение профиля продольного сечения шеек шпинделей на ширине кольца подшипника (конусообразность, бочкообразность, изогнутость, седлообразность)	Св. 50 до 80	4	2
		2	2
Св. 80 до 120	4	3	
		2	2
Св. 120 до 180	4	4	
		2	2
Торцевое биение заплечиков шпинделей	Св. 50 до 80	4	3
		2	2
Св. 80 до 120	4	3	
		2	2
Св. 120 до 180	4	4	
		2	2

смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—74. Добавление смазки в период эксплуатации осуществляется через пресс-масленки 7.

Предварительный натяг при сдваивании радиально-упорных шарикоподшипников производится нагружением осевой нагрузкой F_a , величина которой приведена в табл. 13.

Основные точностные параметры шпинделя приведены в табл. 14.

Биение посадочного места под инструмент относительно общей оси подшипниковых шеек шпинделей при посадочном диаметре

Таблица 15

Параметр	Посадочный диаметр наружного кольца подшипника, мм	Класс точности подшипника	Допуск, мкм
Овальность отверстия под подшипник в корпусе	Св. 80 до 120	4	4
		2	3
	Св. 120 до 180	4	5
		2	3
	Св. 180 до 250	4	6
		2	4
Отклонение от соосности отверстий под подшипник в корпусе	Св. 80 до 120	4	4
		2	2,5
	Св. 120 до 180	4	4
		2	3
	Св. 180 до 250	4	5
		2	4
Отклонение профиля продольного сечения отверстия в корпусе на ширине кольца подшипника (конусообразность, бочкообразность, седлообразность)	Св. 80 до 120	4	4
		2	3
	Св. 120 до 180	4	5
		2	3
	Св. 180 до 250	4	6
		2	4

до 80 мм для шпинделей первой группы точности допускается $\pm 0,008$ мм, для шпинделей нулевой группы — $\pm 0,005$ мм.

Точныхные параметры отверстий под подшипник в корпусе приведены в табл. 15, а отклонение от параллельности общих осей отверстий — в табл. 16.

Непараллельность торцов деталей, сопряженных с подшипниками, приведена в табл. 17.

Отклонение от плоскости торцов и заплечиков шпинделей, втулок, колец, фланцев, сопряженных с подшипниками, — 2 мкм.

Таблица 16

Параметр	Посадочный диаметр наружного кольца подшипника, мм	Группа точности шпинделя	Допуск, мкм
Отклонение от параллельности общих осей отверстий под подшипник на длине 300 мм	Св. 80 до 125	1	7
		0	6
Св. 125 до 200		1	8
		0	7

Таблица 17

Параметр	Номинальный диаметр детали, мм	Класс точности подшипника	Допуск, мкм
Отклонение от параллельности торцов	Св. 50 до 80	4	2
		2	2
Св. 80 до 120		4	3
		2	2
Св. 120 до 180		4	4
		2	2
Св. 180 до 250		4	5
		2	2

Таблица 18
Радиальное биение внутренней базирующей поверхности шпинделя

Диаметр передней опоры шпинделя, мм	Допуск, мкм							
	у переднего торца	на расстоянии от переднего торца, мм						
		150	200	300	Группа точности шпинделя			
		0	1	0	1	0	1	0
До 80		8	15	12	20	—	—	—
Св. 80 до 125		10	20	—	—	20	33	—
Св. 125 до 200		12	25	—	—	—	36	60

Таблица 19

Торцовое биение фланца шпинделя

Диаметр передней опоры шпинделя, мм	Допуск, мкм	
	Группа точности шпинделя	
	0	1
До 80	8	15
Св. 80 до 125	10	20
Св. 125 до 200	12	25

Шероховатость поверхностей торцов и заплечиков шпинделей, втулок, фланцев, сопряженных с подшипниками, и отверстий под подшипники в корпусах — не ниже $0,63\sqrt{\text{—}}$.

В табл. 18 ... 22 приведены нормы точности расточных шпинделей, проверяемые после сборки расточной бабки.

Таблица 20

Осьевое биение шпинделя

Диаметр передней опоры шпинделя, мм	Допуск, мкм	
	Группа точности шпинделя	
	0	1
До 80	6	10
Св. 80 до 125	8	15
Св. 125 до 200	10	20

Таблица 21

Отклонение параллельности оси вращения шпинделя и нижней базовой плоскости основания бабки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях

Диаметр передней опоры шпинделя, мм	Допуск, мкм	
	Группа точности шпинделя	
	0	1
До 80	150	5
Св. 80 до 125	200	8
Св. 125 до 200	300	15
		10
		17
		30

Таблица 22

Взаимная параллельность осей вращения шпинделей в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Диаметр конической части оправки L , мм	Допуск, мкм	
	Группа точности шпинделя	
	0	1
До 80	150	5
Св. 80 до 125	200	8
Св. 125 до 200	300	15
		8
		13
		25

Глава III. УНИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФРЕЗЕРНЫХ И РАСТОЧНЫХ БАБОК

1. ЭЛЕМЕНТЫ ФРЕЗЕРНЫХ БАБОК

Многообразие конструктивных исполнений и типоразмеров фрезерных бабок обусловило необходимость выделения функциональных блоков, из которых они компонуются. При этом основным требованием, предъявляемым к функциональным блокам, является возможность обеспечить наибольшее число конструктивных сочетаний фрезерных сборочных единиц.

Исходя из этого условия в моноблочной конструкции многошпиндельных фрезерных бабок выделены следующие основные функциональные бабки:

- блок шпинделей;
- блок привода (редуктора).

Кроме того, выделены вспомогательные блоки перемещения и зажима пиноли.

Блок шпинделей во фрезерных бабках монтируется в пиноли, позволяющей компенсировать износ инструмента и производить его настройку на размер обработки. Зажим и перемещение пиноли осуществляется специальными механизмами. Фрезерные пиноли и другие вспомогательные механизмы размещаются в специальном корпусе, где размещен и редуктор привода с электродвигателем.

Большое число конструктивных решений фрезерных бабок сводится к определенному числу компоновочных схем. Компоновочные схемы типов I ... IV (лист 16) многошпиндельных фрезерных бабок обеспечивают почти все компоновки фрезерных агрегатных станков и автоматических линий в вертикальном или горизонтальном исполнении.

По конструктивному исполнению фрезерные бабки разделяются на следующие группы:

- а) пинольные;
- б) беспинольные;
- в) с осью шпинделя, параллельной привалочной плоскости силового стола;
- г) с осью шпинделя, перпендикулярной привалочной плоскости силового стола;
- д) с дополнительной поддержкой инструментальной оправки;
- е) без дополнительной поддержки инструментальной оправки;
- ж) с отсеком пиноли;
- з) без отсека пиноли.

Наиболее часто фрезерные бабки компоновочных схем типов I ... IV сочетают в себе признаки групп а, в, е, з или реже — групп а, в, д, з.

На листе 17 приведены варианты компоновок фрезерных бабок горизонтального (рис. 1) и вертикального (рис. 2) исполнений.

Основные функциональные элементы, из которых компонуются фрезерные бабки (см. рис. 1): 1 — фрезерная пиноль; 2 — механизм перемещения пиноли; 3 — механизм зажима пиноли; 4 — поддержка инструментальной оправки; 5 — система смазки; 6 — клиновременный привод; 7 — первичный вал; 8 — валы со сменными зубчатыми колесами; 9 — промежуточные валы; 10 — вал привода шпинделя; 11 — корпус.

Фрезерная пиноль (лист 18, рис. 1). Комплект фрезерной пиноли представляет собой набор унифицированных деталей, отличающийся диаметром гильзы и концом шпинделя. Шпиндель 1 смонтирован на двух опорах в гильзе 2. В передней опоре установлен радиальный двухрядный роликоподшипник 11 с коническим посадочным отверстием. Регулировка радиального зазора роликоподшипника (до 0,005 мм) обеспечивается гайкой 7 и компенсаторными полукольцами 12. В задней опоре установлены сдвоенные радиально-упорные шарикоподшипники 3, регулировка которых осуществляется с помощью разных по размеру проставочных колец 4 и 5 и гайкой 6. Осевое усилие, возникающее при резании, воспринимается упорными шарикоподшипниками 10, установленными с предварительным натягом, который обеспечивается пружинами 9, регулировкой положения фланца 14 и толщины компенсаторного кольца 15. Палец 8, запрессованный в гильзу, служит для осевого перемещения пиноли. Резиновые уплотнения 13 и 16 предотвращают попадание СОЖ во внутренние полости пиноли и фрезерной бабки. Смазка подшипников пиноли — консистентная. Добавляют смазку через отверстия с пробками 17. Доступ к регулировочным гайкам — через отверстия, закрытые пробками 18. В зависимости от типа фрез и конструкции инструментальной оправки в комплектах фрезерных пинолей применяются головные части шпинделя четырех типов:

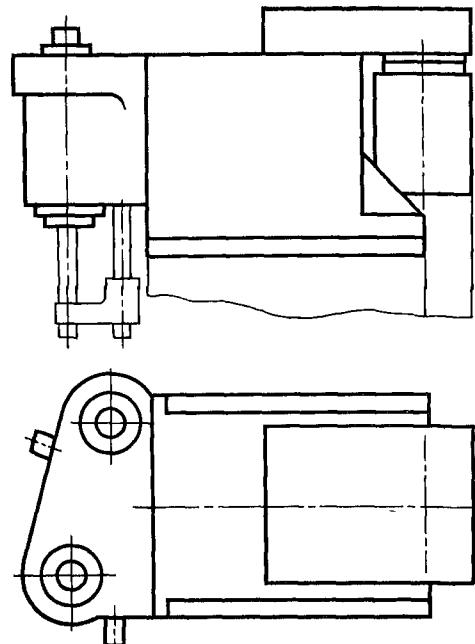
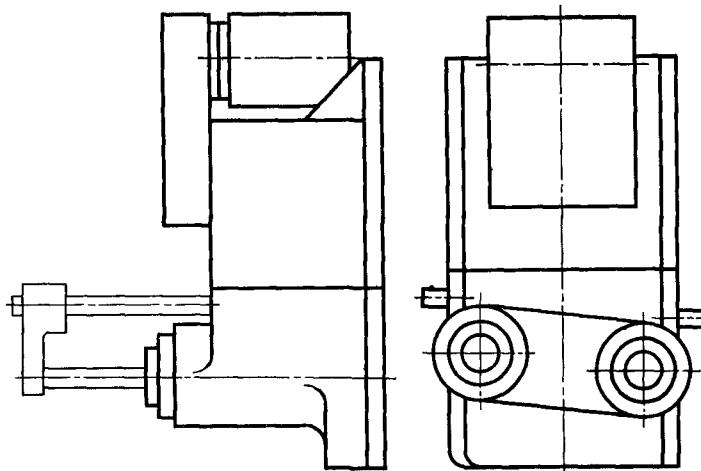
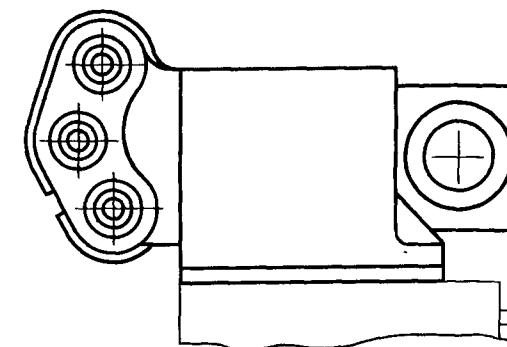
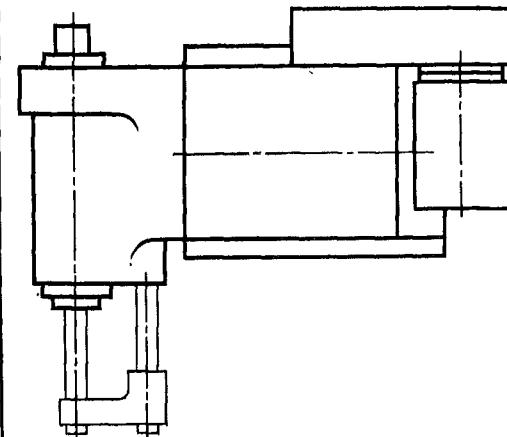
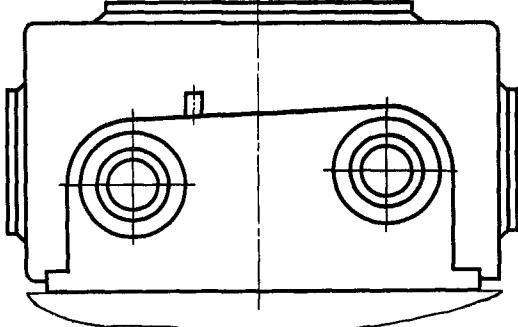
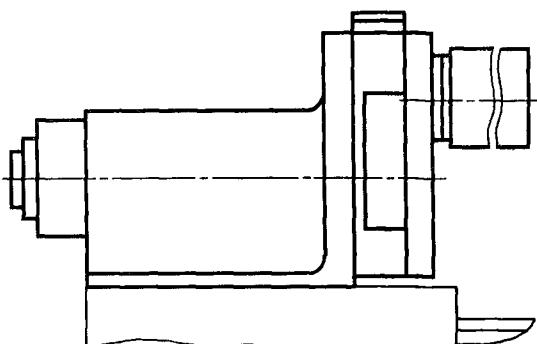
тип I (рис. 2, а) по ГОСТ 24644—81 допускает крепление инструмента на торец или в конус 7 : 24 с затяжкой шомполом;

тип II (рис. 2, б) допускает торцевое крепление инструмента с центрированием по короткому конусу 7°7'30" с креплением к торцу винтами;

тип III (рис. 2, г) позволяет закрепить инструмент на торец шпинделя с центрированием по цилиндру;

тип IV (рис. 2, в) позволяет закрепить конусную оправку с соответствующим конусом Морзе и поводком по лыскам оправки с затяжкой шомполом.

Компоновочные схемы фрезерных барабанов

Тип IТип IIТип IIIТип IV

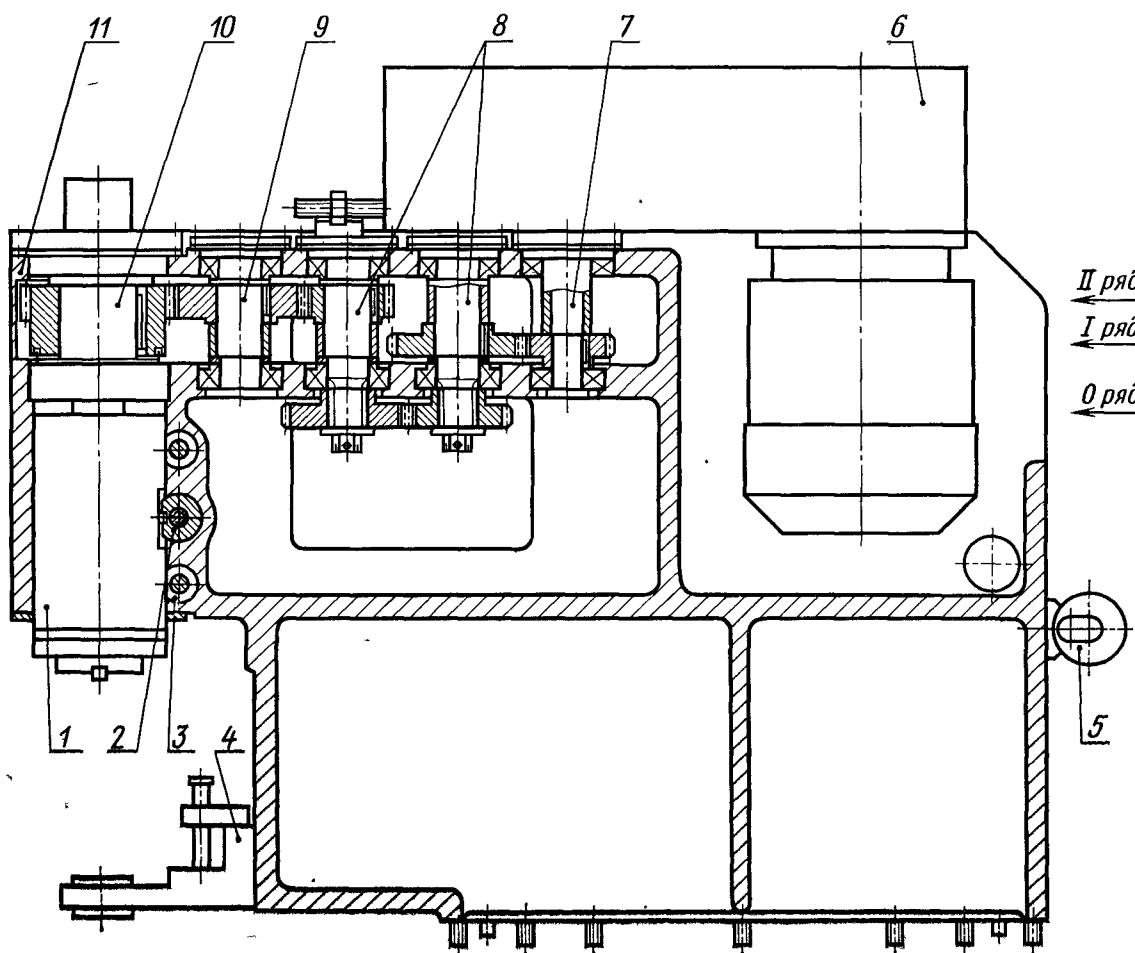


Рис. 1. Вариант компоновки фрезерной бабки горизонтального исполнения

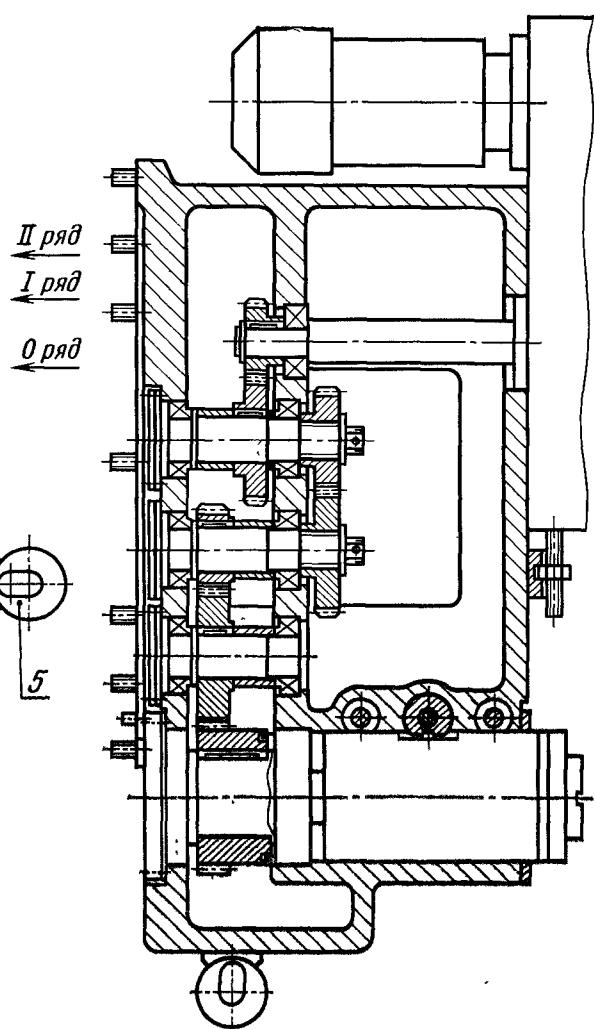


Рис. 2. Вариант компоновки фрезерной бабки вертикального исполнения

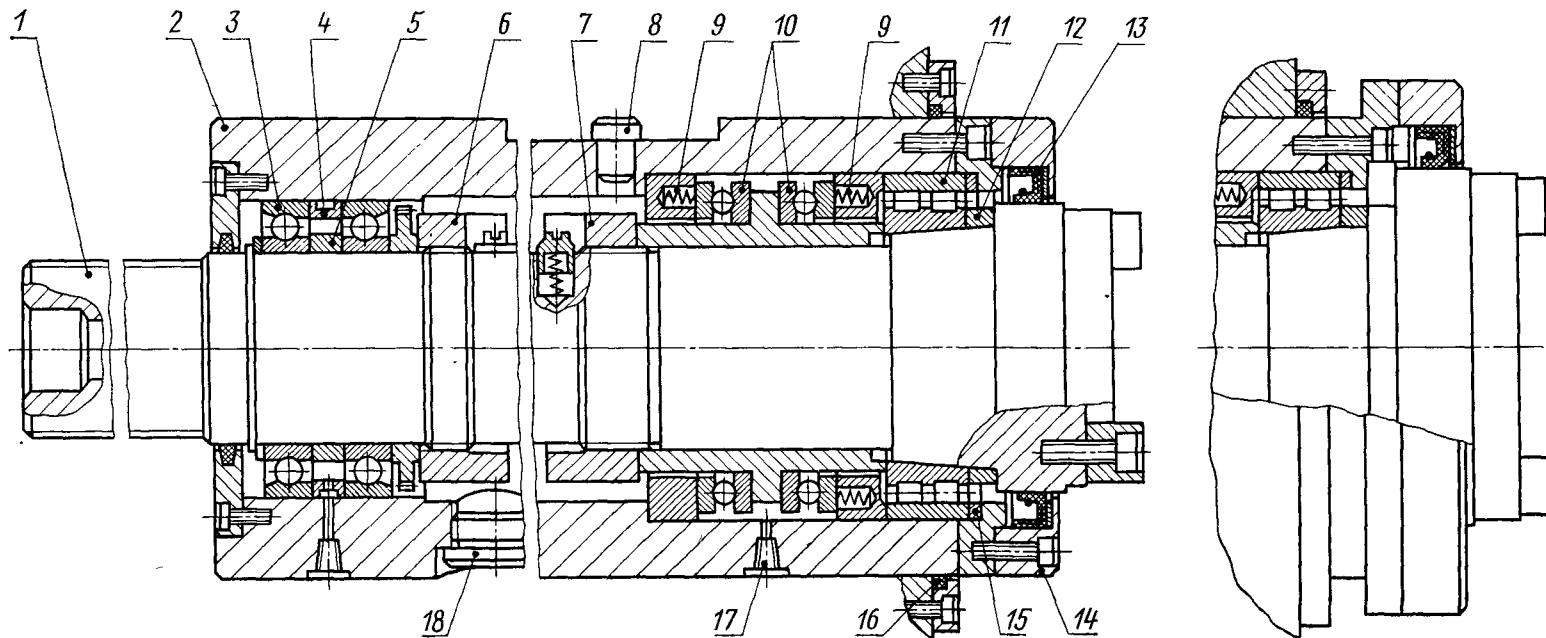


Рис. 1. Типовой комплект фрезерной пиноли

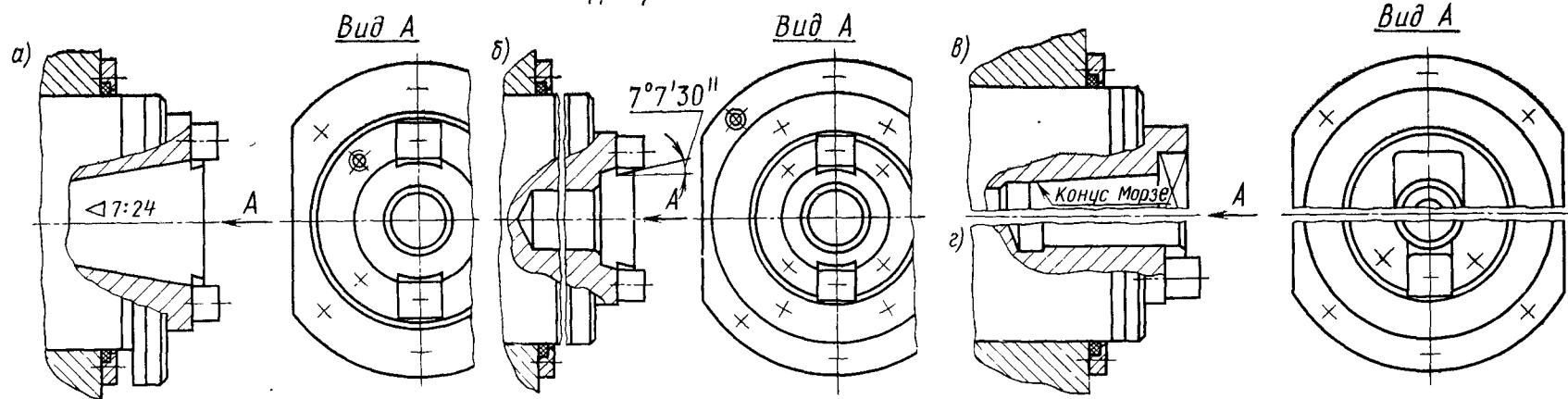


Рис. 2. Типы головной части шпинделей

Механизм перемещения пиноли (лист 19, рис. 1). В пиноль 5 запрессован палец 4, входящий в прямолинейный паз ползушки 8, установленной в расточке корпуса 7, выполненной перпендикулярно оси пиноли. Угол и длина паза ползушки определяют длину перемещения пиноли. Фланцы 2 и 3 фиксируют винт 6 в осевом направлении. Лимб 1 служит для отсчета величины перемещения пиноли. Вращением винта 6 перемещается ползушка 8 и через палец 4 перемещается пиноль в направлении, перпендикулярном перемещению ползушки.

Примером сравнительно простого способа перемещения пиноли может служить перемещение за фланец (лист 19, рис. 2). В корпусе фрезерной головки 4 крепится резьбовой штырь 2 со штифтом 3. Передний фланец 6 пиноли 5 имеет выступ с прорезью, в которую заведена гайка 1 на резьбовом конце штыря 2. Перемещение пиноли вдоль оси осуществляется вращением гайки.

Механизм зажима пиноли (рис. 19, рис. 3). Состоит из двух сухарей 5 и 6, в резьбовые отверстия которых ввернут винт 7, стягивающий оба сухаря. На винте нарезаны две резьбы разных диаметров и разного направления (левая и правая). При этом диаметр меньшей резьбы на конце винта свободно проходит в резьбовое отверстие в сухаре 5. Чтобы обеспечить минимальный, но достаточный для зажима и расфиксации пиноли угол поворота винта, имеются компенсаторные кольца 4, ограничивающие ход сухарей. С целью предохранения от попадания смазочно-охлаждающей жидкости во внутренние полости фрезерной бабки во фланце 2 установлено уплотнительное кольцо 3. Фланец 2 привернут к корпусу винтами 11.

В зависимости от диаметра фрезерной пиноли различают пять исполнений механизма зажима. В свою очередь, каждое из этих исполнений имеет две модификации: в первой — механизм зажима размещен в глухой расточке корпуса, во второй — механизм зажима размещен в сквозной расточке. Во втором случае механизм дополнительно комплектуется еще одним фланцем 8, создающим упор для сухаря 6 и закрывающим расточку корпуса.

Поддержка инструментальной оправки (лист 19, рис. 4) применяется, если ведется обработка дисковыми фрезами и расстояние от опоры шпинделя до места обработки достаточно велико. Вращающаяся втулка 4 монтируется на конических роликоподшипниках 1, установленных в корпусе 5 поддержки. Конические подшипники воспринимают часть нагрузки резания, разгружая подшипники шпинделя. Регулировка радиального зазора в конических подшипниках и осевая фиксация вращающейся втулки осуществляется фланцами 8 и компенсаторными кольцами 9. Манжетные уплотнения 2 во фланцах препятствуют попаданию СОЖ в подшипники и утечке смазки. Корпус 5 поддержки установлен в направляющих типа «ласточкин хвост». Клин 10 служит для закрепления корпуса поддержки, которая поджимается к оправке болтом 3. Пружины 11 обеспечивают свободное расклинивание при смене фрез.

Для удобства обслуживания в корпусе закреплена ось 7, направ-

ляющей которой служит колодка 6, установленная на планке 12. Корпус имеет возможность перемещаться по направляющим планки 12 и после выхода из направляющих поворачиваться в сторону, обеспечивая съем фрез вместе с оправкой.

Смазочная система (лист 19, рис. 5). Во фрезерных бабках для смазывания узлов пиноли: переднего подшипника вала привода шпинделя, механизмов перемещения и зажима пиноли и т. д. применяется консистентная смазка. Жидкая смазка подводится к опорам промежуточных валов, первичного вала и всем зубчатым колесам. У фрезерных бабок всех исполнений одна и та же система жидкого смазывания. Имеются различия лишь в схеме разводки трубопроводов при вертикальном и горизонтальном расположении осей шпинделей. В системе смазывания используется шестеренный насос с приводом отдельного электродвигателя. Комплект смазочной системы фрезерных бабок включает шестеренный насос с электродвигателем 1, маслораспределитель 3, позволяющий иметь четыре маслоотводящие трубы и осуществлять визуальный контроль за работой насоса через глазок 4; узлы 2 для заливки масла; пробку слива 8; указатель 7 уровня масла в резервуаре; трубы 6 маслопроводов; соединения 5 для труб и арматуру (скобы, винты).

Клиновременный привод (лист 20, рис. 1) состоит из корпуса 6, который крепится к корпусу фрезерной бабки болтами 13, расположенными в продольных пазах корпуса 6 привода. Размеры пазов обеспечивают установку клиновых ремней 12 и их натяжение посредством шпильки 9 и гайки 11, расположенной в корпусе 10. Шпилька крепится штифтом 8. В расточке нижней плоскости корпуса закреплен электродвигатель 7, на вал которого наложен ведущий шкив 5. Осевая фиксация шкива 5 осуществляется шайбой 3 и винтом 4. Ведомый шкив 2, который входит в комплект привода, устанавливается на первичном валу фрезерной головки. В соответствии с требованиями техники безопасности полость корпуса, в которой размещена клиновременная передача, закрыта тонкой стальной крышкой 1.

Первичный вал 3 (лист 20, рис. 2) монтируется на шарикоподшипниках 2, так как расположение на нем прямозубое колесо может быть установлено только в одном ряду. Осевая фиксация зубчатого колеса и деталей, установленных на валу, осуществляется шайбами 7 и 1, которые крепятся к валу винтами 8. С целью предотвращения самоотвинчивания винтов они стопорятся проволокой. Осевая фиксация вала в корпусе фрезерной бабки осуществляется при помощи фланца 5 и компенсаторного кольца 4, обеспечивающего натяг радиальных подшипников. Крутящий момент передается призматическими шпонками. Манжетное уплотнение 6 во фланце предохраняет внутренние полости фрезерной бабки от попадания в них грязи и предотвращает вытекание масла из корпуса.

Для максимального приближения шарикоподшипника к месту приложения нагрузки подшипник установлен во фланец. При горизонтальном положении вала смазывание подшипников опор и зуб-

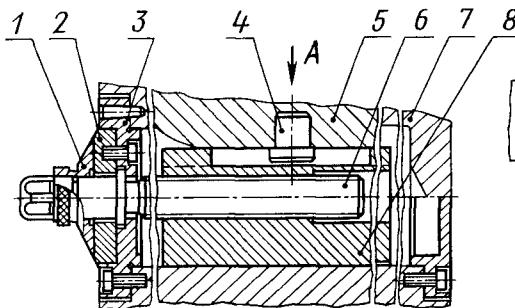
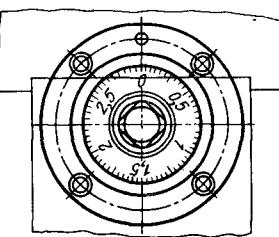
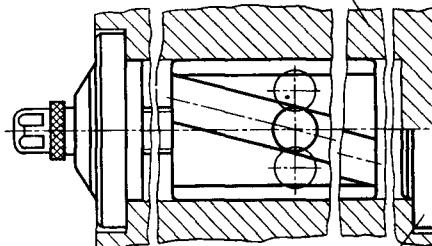


Рис 1. Механизм перемещения пинольц



Вид А

Модификация 1



Модификация 2

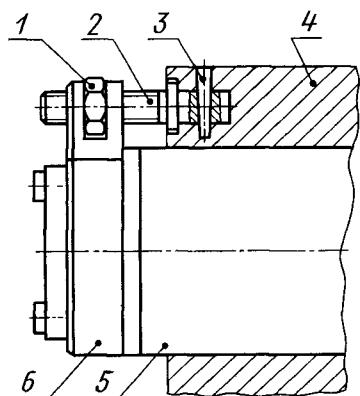


Рис 2. Перемещение пиноли за фланец

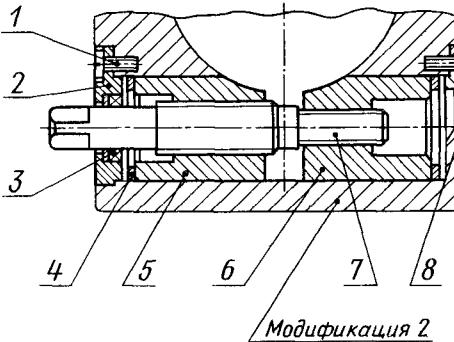


Рис 3. Механизм зажима пиноли

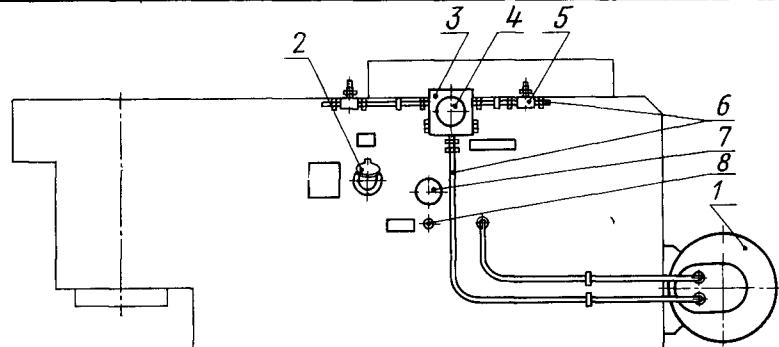
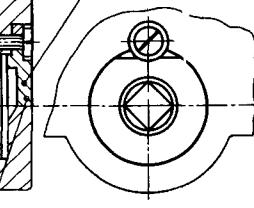


Рис 5. Смазочная система

Модификация 1



Модификация 2

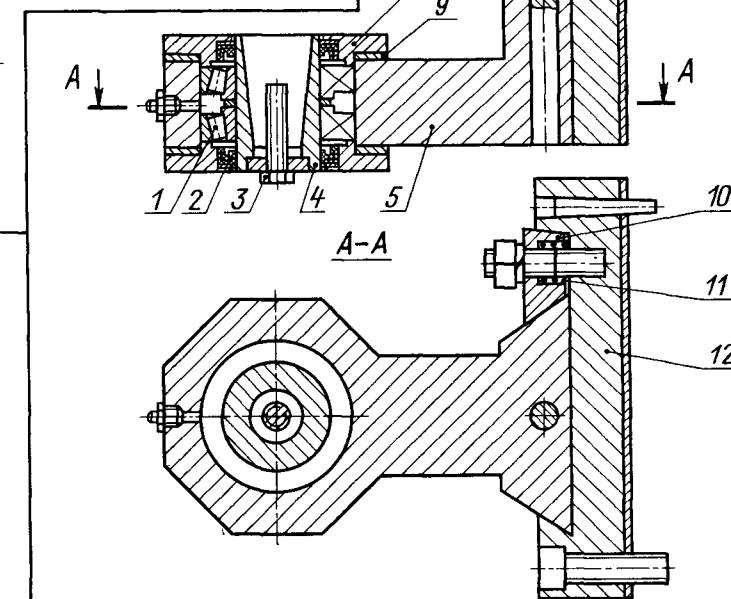


Рис 4. Поддержка инструментальной оправки

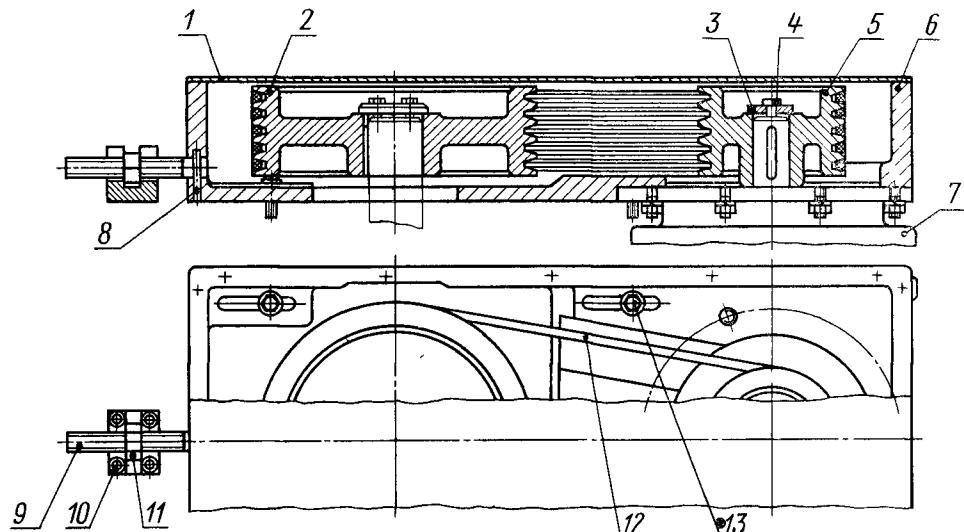


Рис. 1. Клиновременный привод

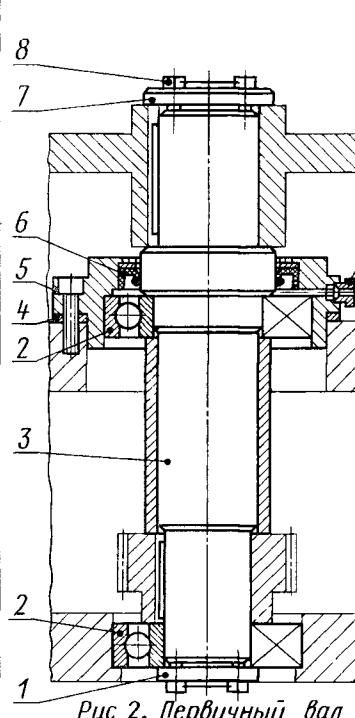


Рис. 2. Первичный вал

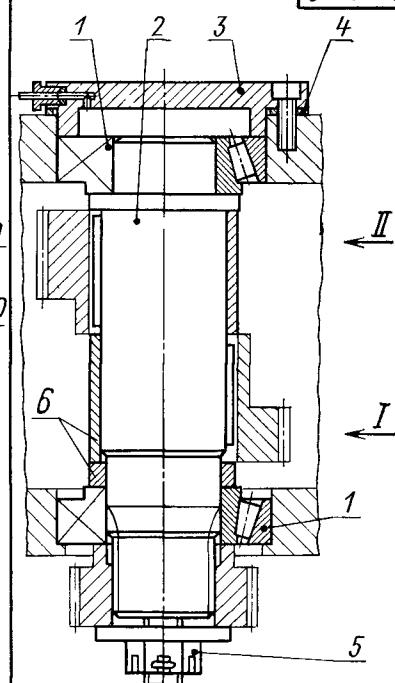


Рис. 3. Вал со сменным колесом

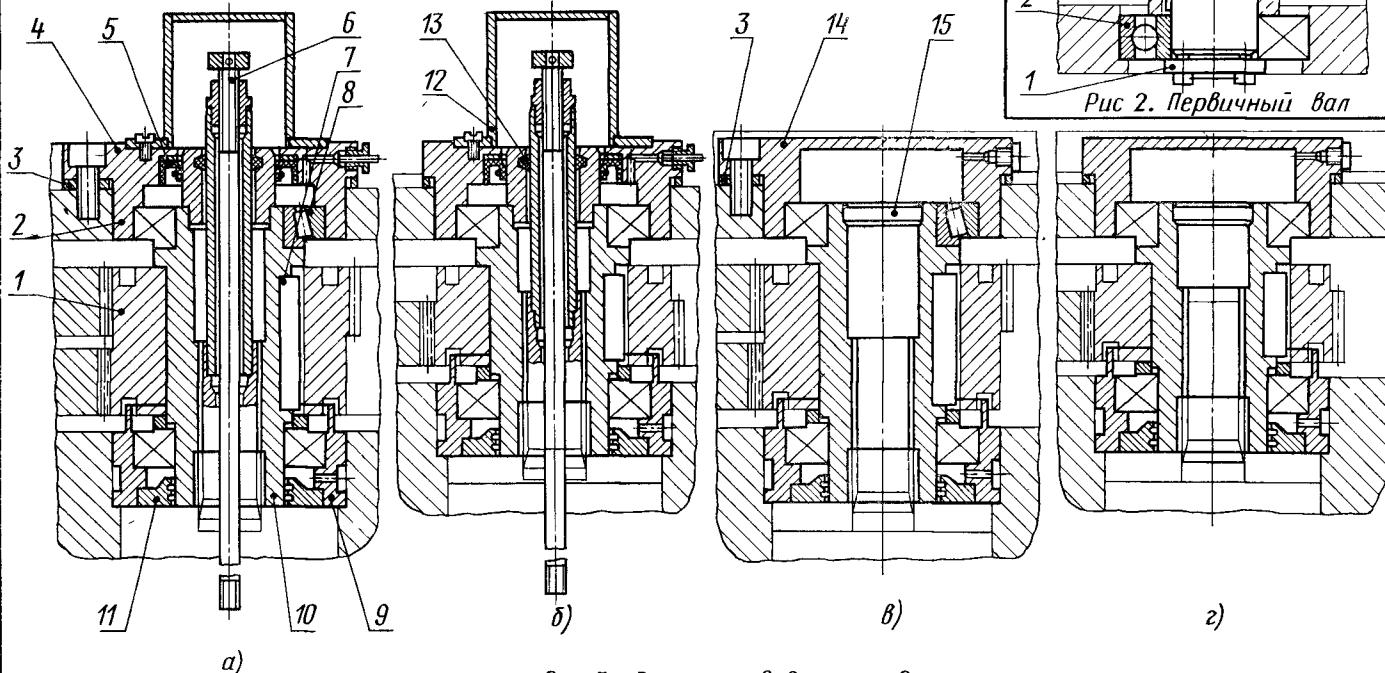


Рис. 5. Валы привода шпинделя

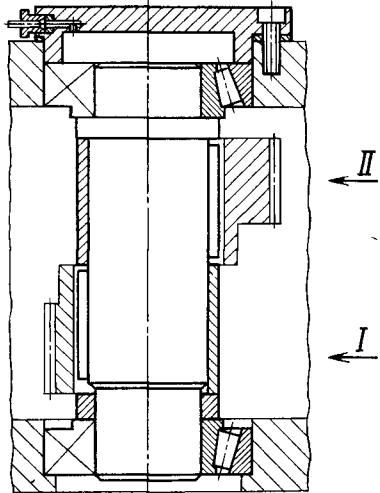


Рис. 4. Промежуточный вал

чатора колеса осуществляется подачей масла в лоток с отверстиями, установленный в полости корпуса, при вертикальном положении вала смазка подается по трубе 10 через штуцер 9.

Валы со сменными колесами (лист 20, рис. 3) монтируются на конических роликоподшипниках, которые воспринимают осевые и радиальные нагрузки, возникающие в косозубом зацеплении. Выбор радиального зазора в подшипниках 1 и осевая фиксация вала 2 осуществляются затяжкой фланца 3 через компенсаторное кольцо 4 на корпус, в котором выполнена ступенчатая расточка под подшипник. Зубчатые колеса могут устанавливаться в двух рядах (I и II) или в одном из них. Осевая фиксация колес, установленных во внутренних рядах, осуществляется благодаря распорным втулкам 6. На консольном шлицевом конце вала устанавливается сменное зубчатое колесо. Осевая фиксация сменных зубчатых колес осуществляется гайкой 5.

Промежуточные валы (лист 20, рис. 4) отличаются от вала со сменными колесами лишь отсутствием шлицевого конца под сменные зубчатые колеса.

Вал привода шпинделя (лист 20, рис. 5, а ... г) представляет собой полую ступенчатую конструкцию. В отверстии вала нарезаны шлицы, по которым перемещается вдоль оси шлицевой конец фрезерного шпинделя, обеспечивая наладочные перемещения пиноли. Вал 10 монтируется на двух конических роликоподшипниках 8. Вращение шпинделя передается зубчатым колесом 1, установленным на валу на призматической шпонке 7. Колесо может иметь венец в одном из двух рядов (рис. 5, а и б) или только в одном ряду (рис. 5, в и г). Зубчатое колесо в сочетании со стаканом 9, закрепленным в корпусе, образуют лабиринтное уплотнение, препятствующее попаданию жидкой смазки из корпуса в передний подшипник вала и в пиноль, которые смазываются консистентной смазкой. Отбойное кольцо 11, закрепленное в стакане 9, препятствует попаданию консистентной смазки в полость расположения пиноли.

Регулировка радиального зазора в роликоподшипниках, а также осевая фиксация вала осуществляются фланцем 2 или 14 и компенсаторным кольцом 3. Наполнение полости переднего подшипника смазкой осуществляется через радиальное отверстие в корпусе и в кольцевой проточке стакана 9. При креплении инструмента в конусе с затяжкой шомполом 6 (рис. 5, а и б) в отверстие вала 10 устанавливают втулку 4, уплотненную манжетой 5 и фетровым кольцом 13. Вращающийся шомпол 6 закрыт стаканом 12. При креплении инструмента к торцу шпинделя винтами в отверстие вала 10 устанавливают заглушку 15 (см. рис. 5, в и г).

Корпус фрезерной бабки (лист 21) является оригинальной деталью, однако отдельные элементы его конструкции могут быть типизированы: привалочные плоскости с отверстиями для крепления к силовому стволу и клиновременному приводу; расточки под фрезерную пиноль, под механизмы зажима и перемещения; расточки под опоры комплектов валов привода, обработка мест под узлы и

детали системы смазывания. Типизация этих элементов позволяет иметь чертежи корпусов определенных типоразмеров в соответствии с типоразмерами силовых столов, на которые они устанавливаются.

Оригинальной остается головная часть корпуса, конструкция которой зависит от числа и взаимного расположения шпинделей.

На листе 21 приведен в качестве примера корпус одношпиндельной фрезерной бабки горизонтального исполнения, устанавливаемой на силовой стол 5-го типоразмера.

2. ЭЛЕМЕНТЫ РАСТОЧНЫХ БАБОК

Многошпиндельные расточные бабки состоят из унифицированных наборов расточных шпинделей, размещаемых в оригинальном корпусе, и блока привода шпинделей (редуктора), который представляет собой обычную многошпиндельную коробку, комплектуемую из унифицированных узлов и деталей.

Комплект расточного шпинделя (лист 22, рис. 1, а ... в) по конструкции аналогичен фрезерному шпинделю, размещенному в пиноли. Отличительной особенностью является увеличенное расстояние между опорами. Для расточных шпинделей оно составляет 4 ... 6 диаметров шейки шпинделя в передней опоре. Головная часть расточных шпинделей выполнена в двух исполнениях: с коротким наружным конусом для торцового крепления инструментальных оправок при резцовой обработке (рис. 1, а) и с цилиндрическим посадочным отверстием (по ГОСТ 13876—76) для инструментальных оправок при обработке стержневым инструментом (рис. 1, б). При необходимости осуществить поперечную подачу резцов борштанги (при подрезных работах) шпиндель выполняется полым (рис. 1, в) и в нем размещается толкателем привода поперечной передачи. Привод расточного шпинделя осуществляется зубчатым колесом, установленным на цилиндрическом хвостовике шпинделя и входящим в зацепление с зубчатым колесом в III ряду редуктора привода (шпиндельной коробки) или приводным валом, расположенным в корпусе расточной бабки соосно со шпинделем.

Комплект приводного вала (лист 22, рис. 2). При установке в одном корпусе шпинделей разных типоразмеров привод расточных шпинделей осуществляется через приводной вал. Приводной вал 7 монтируется на конических роликоподшипниках 6 в корпусе расточной бабки. Выбор радиального зазора и осевая фиксация вала осуществляется фланцем 4 и компенсаторным кольцом 5. Зубчатое колесо на цилиндрическом конце вала входит в зацепление с зубчатым колесом в нулевом ряду редуктора привода. Зубчатое колесо фиксируется на валу с помощью компенсаторного кольца 2 и замкового кольца 1. Выточки в колесе и во фланце 4 образуют со стаканом 3 лабиринтное уплотнение, препятствующее попаданию жидкой смазки редуктора в полость подшипников приводного вала. Шлицевой конец вала 7 входит во втулку 8, закрепленную на конце шпинделя. Длина втулки 8 выбирается в зависимости от типоразмеров.

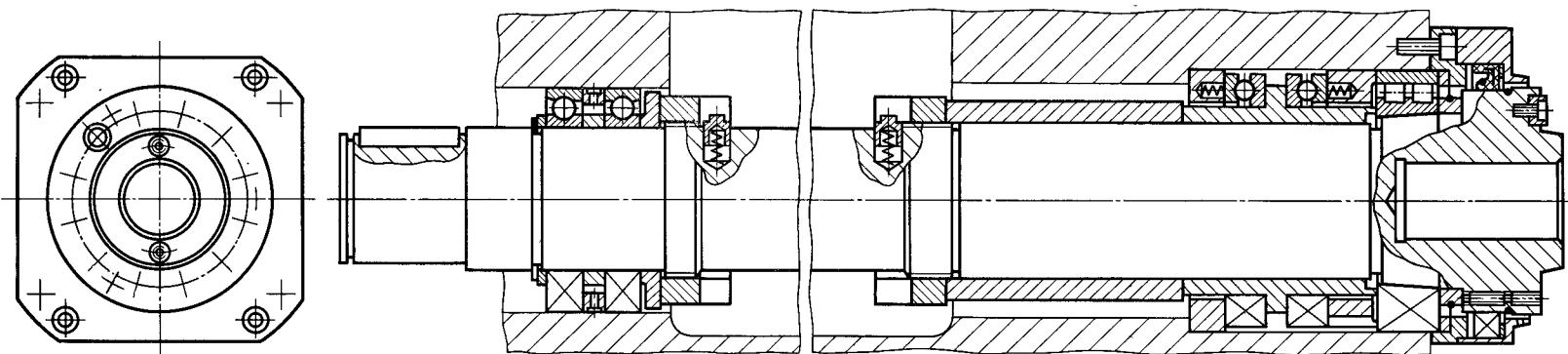
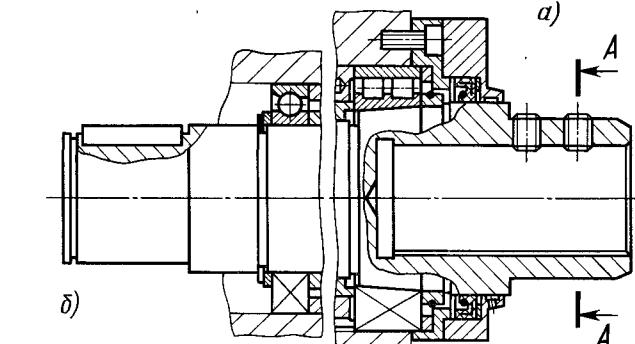
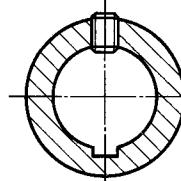
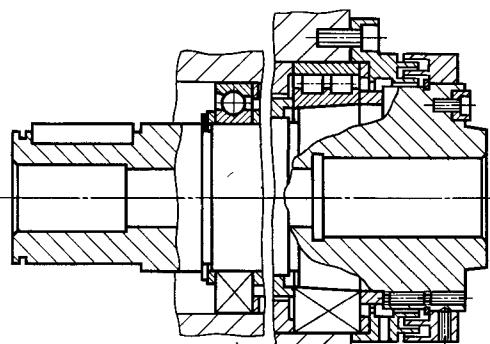
*A-A**a)**b)*

Рис. 1. Типовой комплект расточного шпинделья

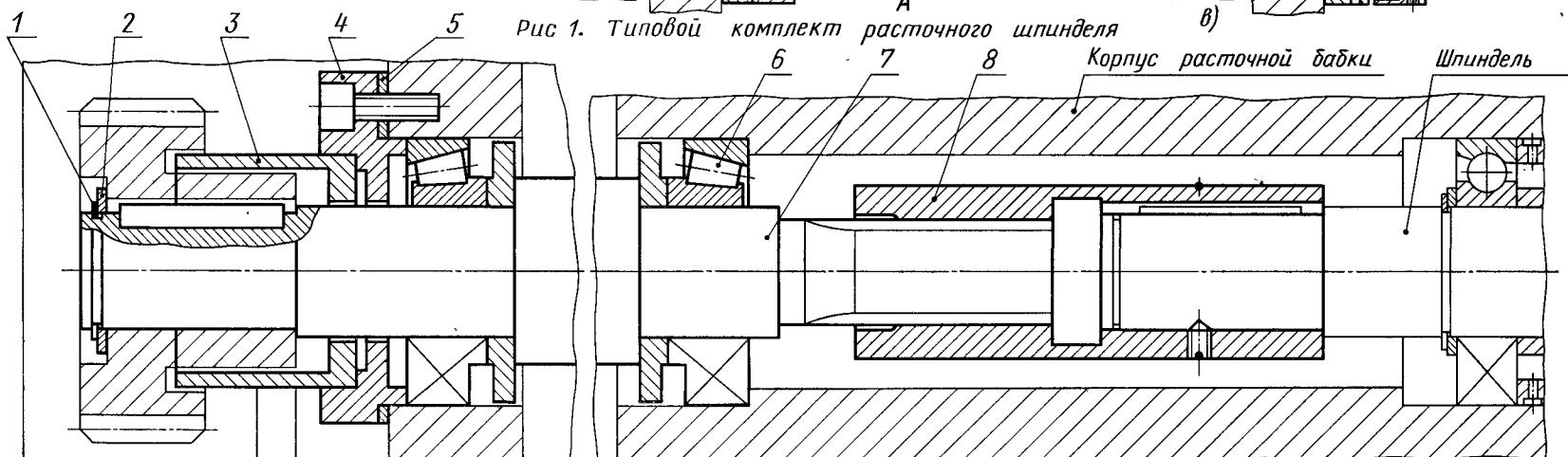


Рис. 2. Типовой комплект приводного вала

Глава IV. УЗЛЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Для обеспечения широких технологических возможностей и надежной работы шпиндельных узлов служат вспомогательные устройства общего назначения. К ним относятся узлы системы смазывания, механизмы изменения скорости подачи шпинделей, механизмы доворота и точной фиксации (электромеханические и электрические устройства), устройства для торможения шпинделей, счетные механизмы (командоаппараты) и др. Эти устройства применяются в зависимости от функционального назначения и конструктивного исполнения каждого конкретного шпиндельного узла.

1. СЧЕТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Счетные механизмы (командоаппараты) предназначены для управления работой резьбонарезных шпинделей (подают команды о начале работы шпинделей, реверсировании и остановке их в исходном положении). Механизмы встраиваются в кинематическую цепь привода резьбонарезных шпинделей.

В зависимости от применения тех или иных путевых переключателей (контактных или бесконтактных) имеется несколько конструкций счетных механизмов.

Счетный механизм УН3272 (лист 23) предназначен для управления работой резьбонарезных шпинделей агрегатных станков, работающих с циклом «нарезание—реверс». При нарезании резьбы с промежуточным выводом инструмента применяются два механизма. Регулировкой экранов путевых переключателей производится настройка механизма на заданную длину хода резьбонарезных копиров.

Счетный механизм (рис. 1) смонтирован в литом корпусе 1 коробчатой формы, закрытом крышками 2 и 5. Зубчатый редуктор внутри корпуса состоит из валов-шестерен 12 и 15, смонтированных на подшипниках 11 и 13, и зубчатых колес 10 и 14. Вращение от приводного вала шпиндельной коробки передается валу 8, на котором крепятся переналаживаемые экраны (упоры управления) 6 и 9. Путевые переключатели 3 и 4 установлены на крышке 2.

В исходном положении экран 9 входит в паз путевого переключателя 3. С началом цикла (пуском электродвигателя вращения резьбонарезных шпинделей) экран 9, вращаясь с валом 8, выходит из паза путевого переключателя 3.

В конце хода резьбонарезного копира («вперед—нарезание») экран 6 входит в паз переключателя 4, в результате срабатывания которого дается команда на реверсирование вращения резьбонарезных шпинделей, т. е. на отвод инструмента.

В конце хода резьбонарезного копира («назад—реверс») экран 9 входит в паз путевого переключателя 3, который дает команду на торможение и останов электродвигателя вращения резьбонарезных шпинделей. Регулировка длины хода резьбонарезного инструмента производится поворотом экранов 6 и 9 вокруг оси вала 8.

Счетный механизм может быть установлен на задней плите или передней крышке шпиндельной коробки (рис. 3) с приводом механизма от вала шпиндельной коробки посредством муфты или на боковых стенках корпуса шпиндельной коробки (рис. 2) с приводом механизма посредством пары конических зубчатых колес с передаточным отношением $i = 1$.

В шпиндельных коробках горизонтального исполнения счетный механизм устанавливается на задней плите, передней крышке или на боковых стенках корпуса.

При вертикальном или наклонном положении шпиндельной коробки счетный механизм может устанавливаться на задней плите, боковых стенках корпуса.

На рис. 4 изображена кинематическая цепь «резьбонарезной шпиндель—счетный механизм». Кинематическая цепь от резьбонарезного шпинделя к счетному механизму должна быть такой, чтобы за время рабочего вращения шпинделя вал 8 счетного механизма вместе с экранами 6 и 9 сделал не более 0,6 оборота, что составляет 216° . Соблюдение этого условия гарантирует возможность настройки экранов 6 и 9 для нормальной работы путевых переключателей.

За то же время приводной вал шпиндельной коробки должен сделать не более 30 оборотов, так как $n_{\text{пр.в}} = 0,6 \cdot 70/10 \cdot 70/10 \approx 30$, где $70/10 \cdot 70/10$ — передаточное число редуктора счетного механизма.

Для регулировки экранов в процессе настройки счетного механизма число оборотов приводного вала $n_{\text{пр.в}}$ принимается равным 25. Передаточное отношение i от резьбонарезного шпинделя к ведущему валу счетного механизма должно быть

$$i = \frac{n_{\text{пр.в}}}{n_{\text{ш}}} = \frac{25}{n_{\text{ш}}} = \frac{25P}{l},$$

так как $n_{\text{ш}} = l/P$, где l — длина рабочего хода резьбонарезного инструмента, мм; P — шаг нарезаемой резьбы, мм.

По передаточному отношению i подбираются зубчатые колеса в кинематической цепи от резьбонарезного шпинделя к приводному валу счетного механизма.

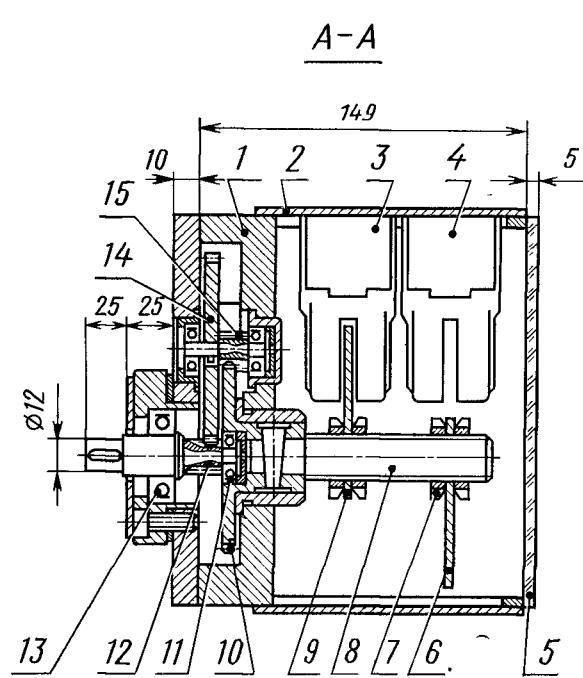
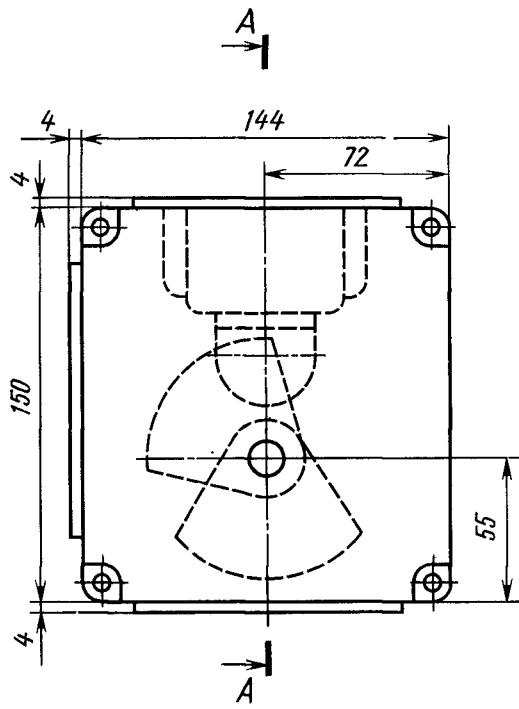


Рис. 1

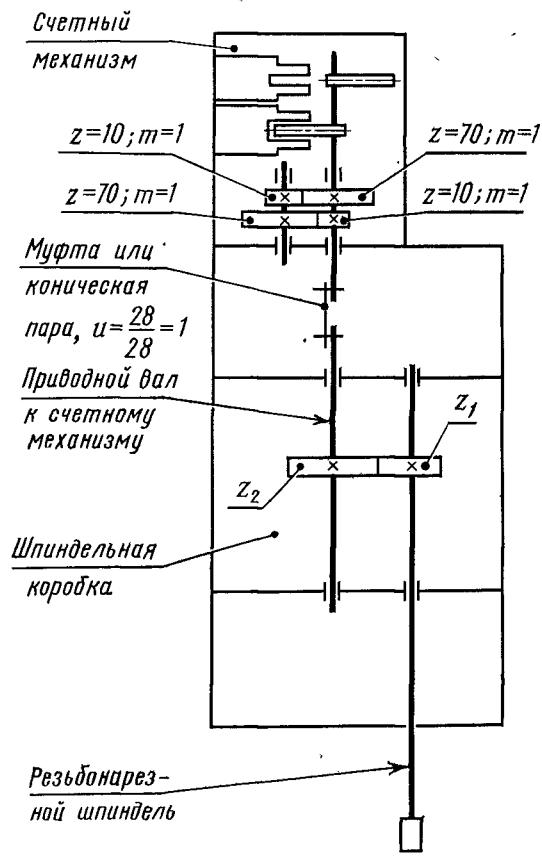


Рис. 4

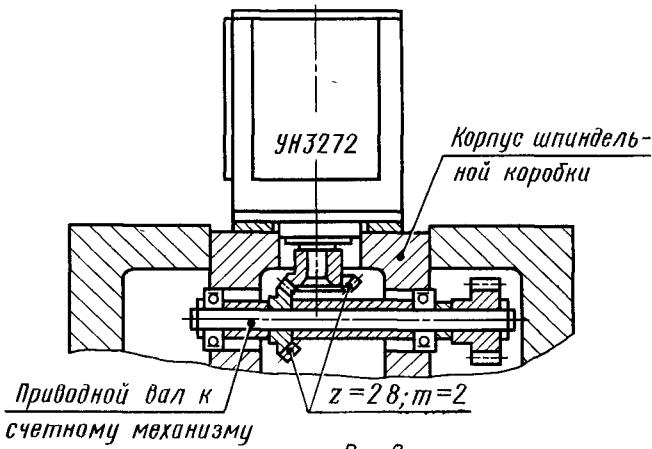


Рис. 2

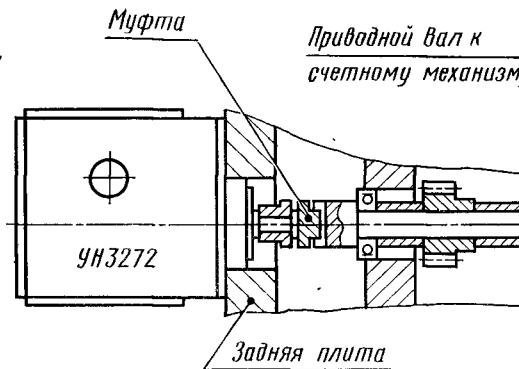


Рис. 3

Перечень составных частей счетного механизма УН3272

Поз. на листе 23	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на листе 23	Наименование	Кол.	Материал
1	Корпус	1	Алюминий АЛ2	9	Экран	1	Алюминий
2	Крышка	3	Ст3	10	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
3	Путевой переключатель	1		11	Подшипник 17 ГОСТ 8338—75	3	
4	Путевой переключатель	1		12	Вал-шестерня	1	Сталь 40Х
5	Крышка	1	Оргстекло	13	Подшипник 60202	1	
6	Экран	1	Алюминий	14	ГОСТ 7242—70 Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
7	Гайка М16×	4		15	Вал-шестерня	1	Сталь 40Х
8	×1,5.6Н.6.05 ГОСТ 11871—80 Вал	1	Сталь 40Х				

Перечень составных частей счетного механизма 1УМ3555

Поз. на рис. 1 лист 24	Наименование	Кол.	Материал
1	Колодка	1	Текстолит
2	Путевой переключатель	1	
3	Путевой переключатель	1	
4	Кожух	1	СтЗпс
5	Зубчатое колесо	1	Текстолит
6	Фланец	1	Сталь 45
7	Вал	1	Сталь 45
8	Зажим	2	Сталь 45
9	Экран	1	Алюминий
10	Панель	1	СтЗпс
11	Экран	1	Алюминий

Пример расчета передаточного числа u (см. рис. 4).

Дано: $l = 36$ мм; $P = 1,25$ мм.

Определить $u = z_1/z_2$.

$$\text{Решение: } u = \frac{25P}{l} = \frac{25 \cdot 1,25}{36} = 0,87, \text{ т. е. } \frac{z_1}{z_2} = 0,87.$$

Счетный механизм 1УМ3555 (лист 24, рис. 1) состоит из центрального вала 7, на котором закреплено колесо 5 с косым зубом, приводящееся во вращение червяком, установленным в шпиндельной коробке и кинематически связанным с резьбонарезным шпинделеми.

Передаточное число кинематической цепи от резьбонарезного шпинделя к центральному валу счетного механизма должно быть в пределах

$$u = \frac{0,25 \dots 0,90}{1/24n},$$

где 1/24 — передаточное отношение червячной пары; 0,25 ... 0,90 — часть оборота центрального вала, соответствующая длине нарезаемой резьбы; n — число оборотов резьбонарезного шпинделя, за которое осуществляется рабочий ход метчика, определяется из

соотношения $n = l/P$, где l — длина рабочего хода метчика, мм; P — шаг нарезаемой резьбы, мм.

На валу 7 установлены два зажима 8 с закрепленными в них алюминиевыми экранами 9 и 11. Конструкция зажимов позволяет устанавливать экраны под любым углом друг к другу.

Вал 7 проходит через фланец 6, прикрепленный к панели 10. К панели крепятся также монтажная колодка 1 со штепсельным разъемом и два бесконтактных путевых переключателя 2 и 3. Панель 10 крепится к корпусу шпиндельной коробки и весь механизм закрывается кожухом 4.

Счетный механизм работает следующим образом: после быстрого подвода резьбонарезной коробки от путевого конечного переключателя подается команда на включение электродвигателя для нарезания резьбы — начинается рабочий ход метчика и движение экрана 9 в сторону конечного переключателя 3.

В конце резьбонарезания (метчик находится в крайнем переднем положении) экран 9 входит в паз конечного переключателя 3, при этом подается электрическая команда на реверс электродвигателя. В конце реверса экран 11 входит в паз конечного переключателя 2, при этом подается электрическая команда на отключение электродвигателя и включение тормозной электромагнитной муфты, чем обеспечивается точная остановка метчиков в исходном положении.

2. ДЕТАЛИ КРЕПЛЕНИЯ ШТАНГ КОНДУКТОРНЫХ ПЛИТ

Шпиндельные коробки соединяются с кондукторными плитами посредством штанг, для установки и крепления которых применяются направляющие втулки.

Направляющая втулка УНЕ3172 (лист 24, рис. 2) состоит из втулки 8, установленной в корпусе шпиндельной коробки и закрепленной в нем вкладышами 3, привернутыми к корпусу винтами 2, и других деталей. Для уплотнения внутренней полости коробки, предотвращения вытекания смазки и попадания СОЖ в нее втулка имеет проточку под резиновое уплотнительное кольцо 7 в зоне стенки передней крышки. В торец втулки, выходящий в сторону задней плиты, вварена пробка 4, служащая опорой направляющего штыря 5 пружины 6 штанги кондукторной плиты. Второе уплотнительное кольцо установлено в проточке направляющего штыря 5.

Узел штанги кондукторной плиты крепится к направляющей втулке накидной гайкой 9, установленной на переднем резьбовом конце втулки. Длина направляющего штыря зависит от длины сдвига кондукторной плиты (длины съема инструмента) и может быть от 190 до 540 мм.

Втулка может быть установлена в любой точке передней плоскости шпиндельной коробки. Ограничивающими факторами являются допустимое расстояние от контура литья (в зависимости от габарита литья) и расположение шпинделей.

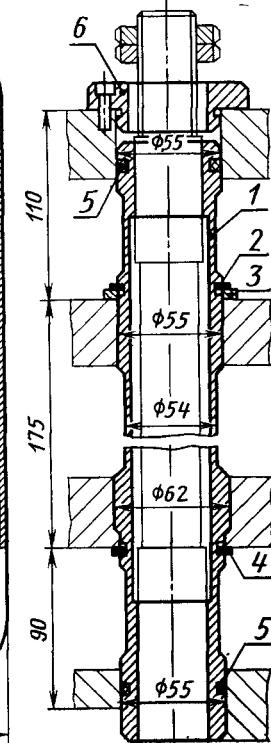
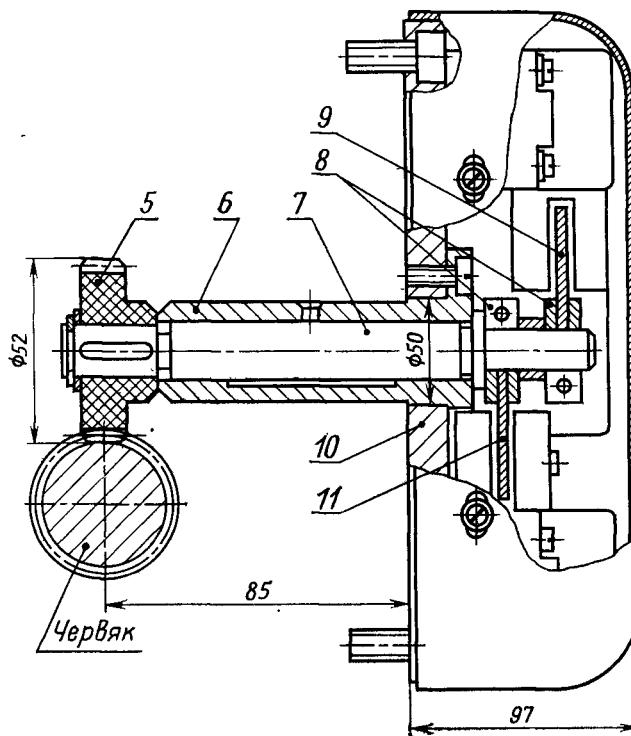
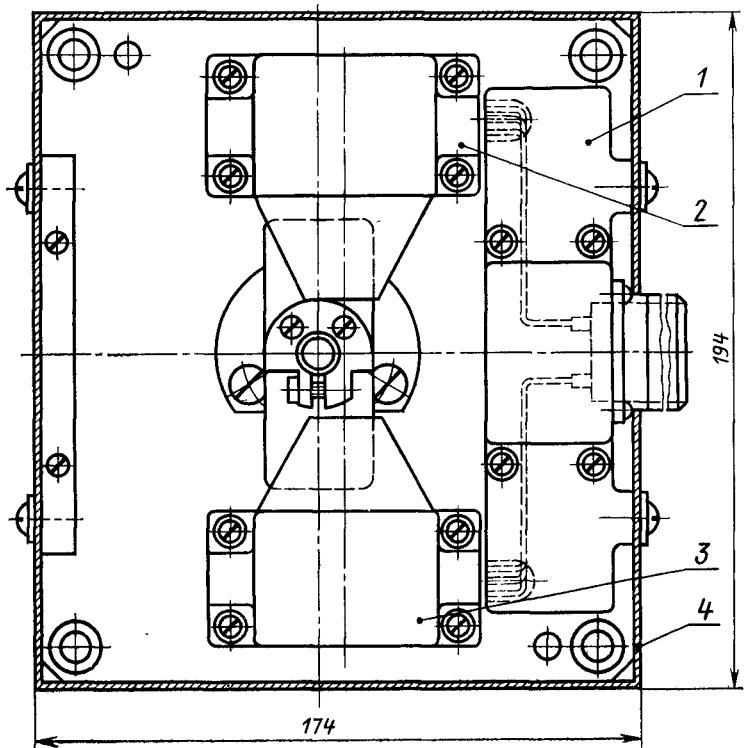


Рис 1. Счетный механизм 1УМ3555

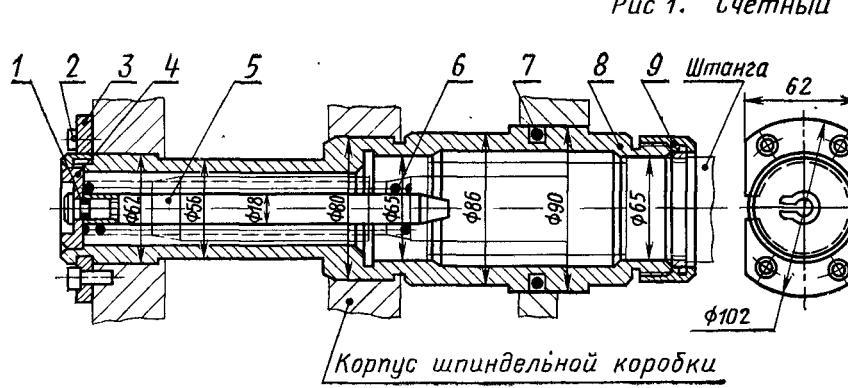


Рис 2. Направляющая втулка УНЕЗ172

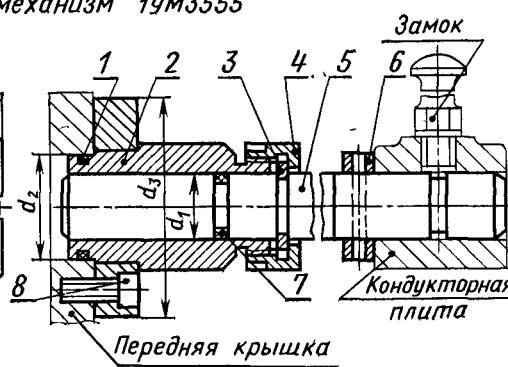


Рис 3. Направляющая втулка УНЕЗ173

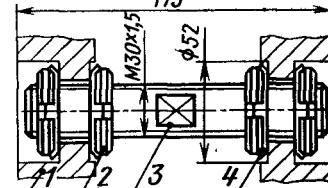


Рис 4. Направляющая втулка П4706

Рис 5. Стяжка

Перечень составных частей направляющей втулки УНЕ3172

Поз. на рис. 2 листа 24	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 2 листа 24	Наименование	Кол.	Материал
1	Кольцо 008-012-25-2-3 ГОСТ 9833—73	1		6	Пружина	1	Сталь 65Г
2	Винт М10×20.48.05 ГОСТ 11738—72	4		7	Кольцо 080-090-58-2-3 ГОСТ 9833—73	1	
3	Вкладыш	2	Сталь 45	8	Втулка	1	Сталь 40Х
4	Пробка	1	Сталь 45	9	Гайка	1	Сталь 45
5	Штырь	1	Сталь 40Х				

Направляющая втулка УНЕ3173 (лист 24, рис. 3) может применяться в шпиндельных коробках горизонтального и вертикального исполнений.

Втулка 1 монтируется в корпусе шпиндельной коробки и фиксируется в нем от осевого смещения пружинными кольцами 2 и 4 и компенсаторным кольцом 3. Для предотвращения утечки масла из коробки втулка имеет посадочные места, которые входят в отверстия в передней крышке и задней плите. На посадочных местах втулки есть проточки для установки резиновых уплотнительных колец 5. Фланец 6, закрепленный на задней плите и входящий в расточку под втулку, служит для упора в него гаек, устанавливающих крайнее положение кондукторной плиты.

Перечень составных частей направляющей втулки УНЕ3173

Поз. на рис. 3 листа 24	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 3 листа 24	Наименование	Кол.	Материал
1	Втулка	1	Сталь 40Х	4	Кольцо Б60 ГОСТ 13942—68	1	
2	Кольцо Б55 ГОСТ 13942—68	1		5	Кольцо 047-955-46-2-3 ГОСТ 9833—72	2	
3	Кольцо компенсаторное	1	Сталь 45	6	Фланец	1	Сталь 45

Направляющая втулка П4706 (лист 24, рис. 4) устанавливается на наружную плоскость передней крышки шпиндельной коробки и обеспечивает неподвижное соединение шпиндельной коробки и кондукторной плиты.

В расточке передней крышки устанавливается втулка 2 и закрепляется винтами 8. Во втулку вставляется штанга 5 и затягивается

Таблица 23

Размеры в мм

Обозначение	d_1	d_2	d_3
П4706-015	30	60	126
П4706-016	40	70	136
П4706-017	50	80	146

Перечень составных частей направляющей втулки П4706

Поз. на листа 24	Наименование	Кол.	Материал
1	Кольцо	1	
2	Втулка	1	Сталь 40Х
3	Полукольцо	2	Сталь 45
4	Гайка	1	Сталь 35
5	Штанга	1	Сталь 40Х
6	Упор	1	Сталь 45
7	Кольцо	1	
8	Винт	4	

гайкой 4 через вставленные в проточку штанги полукольца 3. Утечки масла из коробки предотвращаются резиновыми кольцами 1 и 7, установленными в проточки втулки и штанги. Кондукторная плита устанавливается на передний конец штанги до упора 6 и фиксируется замком в проточке штанги. Направляющая втулка П4706 имеет три типоразмера в зависимости от диаметра штанги (табл. 23).

Стяжка УНЕ3174 (лист 24, рис. 5). В шпиндельных коробках, у которых размеры H или B больше 1000 мм, появляется опасность прогиба стенок корпуса под собственным весом или под действием осевых нагрузок на шпинделях, возникающих при обработке. Это приводит к нарушению взаимной параллельности осей шпинделей. Чтобы уменьшить возникающие деформации, корпус ужесточают путем установки вблизи центра коробки и в местах наибольшего нагружения осевыми усилиями резания стяжек. Стяжки следует устанавливать в корпус после его черновой обработки, чтобы деформации стенок корпуса, возникающие в процессе чистовой обработки и после нее, были минимальными. Для осуществления чистовой обработки плоскостей корпуса в сборе со стяжками торцы стяжек не должны выступать над обрабатываемыми плоскостями.

Стяжка представляет собой резьбовой стержень 3, на который навернуты четыре гайки. Внутренние гайки 2 распирают стенки корпуса и позволяют передать часть осевой нагрузки шпинделей на заднюю стенку корпуса. Аналогичное перераспределение нагрузок между стенками корпуса происходит при его механической обработке. Две наружные гайки 1 препятствуют провисанию стенок корпуса под собственным весом.

Для предотвращения самоотвинчивания гайки устанавливаются в сочетании со стопорными шайбами 4. Для удержания стяжки от проворота в процессе затяжки гаек в ее средней части выполнены лыски под ключ.

3. МАСЛОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

Маслораспределители 1УМ3500 (лист 25) предназначены для контроля работы масляного насоса смазывания шпиндельной коробки (контроль осуществляется визуально через прозрачный глазок, закрывающий полость A) и для подвода труб к местам смазывания.

Маслораспределитель состоит из стального корпуса 3, в котором выполнены расточки (полость A и сообщающиеся с ней резьбовые отверстия под штуцера маслопроводов), маслоуказателя 6, входящего в расточку, резинового кольца 5, предотвращающего течь масла из под маслоуказателя, штуцеров 1 и колец 2, предназначенных для присоединения труб. Маслораспределитель устанавливается в расточку в боковой стенке корпуса и крепится к стенке четырьмя винтами 4.

В зависимости от типа шпиндельной коробки и схемы смазывания существуют четыре исполнения маслораспределителя.

Исполнение I предназначено для сверлильных коробок с внутренним расположением насоса смазки.

Исполнение II предназначено для сверлильно-резьбонарезных и резьбонарезных коробок с внутренним расположением насоса смазки. В отличие от исполнения I в исполнении II имеется наружный радиальный отвод для смазывания привода резьбонарезных шпинделей.

Исполнения III и IV отличаются от исполнений I и II тем, что имеют наружное подключение к насосу смазки. Они применяются соответственно в тех случаях, что и исполнения I и II, но при наружной установке насоса смазки.

4. ПРИВОД ШПИНДЕЛЬНОЙ КОРОБКИ

Вращение вала 4 привода шпиндельной коробки (лист 26, рис. 1) осуществляется от электродвигателя 13 через упругую втулочно-пальцевую муфту 9. Одна половина муфты закреплена на валу электродвигателя, вторая — на валу 4 привода. На этом же валу консольно закреплено зубчатое колесо 2, передающее вращение от вала электродвигателя ко всем элементам кинетической цепи шпиндельной коробки.

Такая конструкция привода обеспечивает разгрузку подшипников электродвигателя от радиального усилия, увеличение срока службы этих подшипников, а также снижение шума при работе шпиндельной коробки.

Для обеспечения лучшего зацепления зубчатых колес предусмотрено увеличение жесткости вала. Передняя опора вала состоит

Перечень составных частей маслораспределителя 1УМ3500

Поз. на листе 25	Наименование	Кол.	Материал
1	Штуцер	4	
2	Кольцо	4	
3	Корпус	1	Сталь 45
4	Винт	4	
5	Кольцо	1	
6	Маслоуказатель	1	

из двух радиальных подшипников 5. Смазка подшипников — консистентная. Смазку добавляют через пресс-масленку 6. Для исключения попадания на подшипники жидкой смазки из коробки за приводным колесом перед передней опорой установлено манжетное уплотнение 3.

Уплотнение второй опоры — лабиринтное. Лабиринт образуется фланцем 7, центрируемым по подшипнику, и оригинальной полу-муфтой муфты 9.

Электродвигатель прикреплен к переходному фланцу 10. Это позволяет производить монтаж и демонтаж электродвигателя без съема коробки с упорного узельника, так как крепление переходного фланца 10 к корпусу 11 расположено за габаритами электродвигателя.

Осевая фиксация деталей на приводном валу 4 и самого вала осуществляется пружинными кольцами 1. Полумуфта, установленная на валу электродвигателя, фиксируется стопорным винтом 12. Контроль зазора между полумуфтами осуществляется через окно в корпусе, закрытое тонкой стальной крышкой 8. Привод устанавливается в расточке задней плиты на шпильках, при этом клеммная коробка электродвигателя должна быть обращена вверх. Зубчатое колесо привода зацепляется с одним или несколькими колесами, расположенными в III ряду кинематической цепи. В зависимости от мощности установленного электродвигателя модуль приводного зубчатого колеса может быть в пределах 2,5...5 мм, при этом число зубьев колеса остается постоянным (во всех случаях $z = 22$). Для транспортировки привода в верхней части корпуса имеется два резьбовых отверстия, закрытых пробками 14.

В приводах шпиндельных коробок применяются электродвигатели с диапазоном мощности от 0,75 до 30 кВт. Этот диапазон разбит на шесть габаритов приводов, каждый из которых имеет несколько исполнений в зависимости от типоразмера установленного двигателя. Всего имеется 24 исполнения приводов.

5. ПРИВОД РЕЗЬБОНАРЕЗНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ

Привод (лист 26, рис. 2) предназначен для сообщения вращения резьбонарезным шпинделем и отличается от обычного привода наличием электромагнитной тормозной муфты 1, которая обеспечи-

Перечень составных частей привода шпиндельной коробки

Поз. на рис. 1 листка 26	Наименование	Кол.	Материал
1	Кольцо	2	
2	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х
3	Манжетное уплотнение	1	
4	Вал	1	Сталь 40Х
5	Подшипник	2	
6	Пресс-масленка	1	
7	Фланец	1	Сталь 45
8	Крышка	2	Ст3пс
9	Муфта	1	
10	Фланец	1	Сталь 45
11	Корпус	1	Чугун СЧ 20
12	Винт	1	
13	Электродвигатель	1	

вает торможение и останов элементов кинематической цепи после выключения электродвигателя.

В сочетании со счетным механизмом это обеспечивает стабильность глубины нарезаемой резьбы и контроль исходного положения метчиков.

Так как электромагнитная муфта требует подачи жидкой смазки, то в отличие от обычного привода привод с электротормозом смазывается жидким маслом. Подвод смазки к приводу осуществляется от наружного отвода маслораспределителя к угольнику 3, установленному на корпусе 4 привода, откуда масло попадает на заднюю опору вала 2 и диски электромагнитной муфты 1. Передняя опора в горизонтальных коробках смазывается благодаря разбрзгиванию масла зубчатыми колесами, расположенными в III ряду. В вертикальных коробках масло, подающееся в резьбонарезной привод, стекает в шпиндельную коробку через сливные отверстия и переднюю опору приводного вала. Для обеспечения перелива масла из привода в коробку горизонтального исполнения привод устанавливают дренажным отверстием *a* вниз, причем, если привод имеет два дренажных отверстия, нижнее отверстие должно совпадать с отверстием в задней плите. Манжетное уплотнение, установленное за задней опорой приводного вала, предотвращает вытекание масла из привода через подшипник опоры.

Присоединительные размеры резьбонарезных приводов совпадают с размерами сверлильных приводов, но число исполнений ограничено диапазоном мощностей от 0,75 до 11 кВт, применяемых при резьбонарезании, и составляет 13 исполнений.

6. МЕХАНИЗМЫ КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ НА РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ

Механизмы предназначены для контроля величины крутящего момента на шпинделе или на промежуточном валу шпиндельной коробки и применяются при автоматическом управлении циклом сверления отверстий стержневым инструментом.

В зависимости от величины крутящего момента применяются механизмы двух типов: рычажно-зубчатый и с косозубой передачей.

Рычажно-зубчатый механизм для контроля нагрузки на режущем инструменте (лист 27) обеспечивает контроль величины крутящего момента в пределах от 0,015 до 12 Н·м при сверлении отверстий инструментом диаметром до 10 мм включительно.

Перечень составных частей привода резьбонарезных шпинделей

Поз. на рис. 26 листа 26	Наименование	Кол.	Материал
1	Муфта	1	
2	Вал	1	Сталь 40Х
3	Угольник	1	Сталь 35
4	Корпус	1	Чугун СЧ 20

Конструкция механизма представлена на рис. 1. Вилка 14 с рычагом 12 может ограниченно поворачиваться на подшипниках относительно оси ведущего зубчатого колеса 15 до упора в штифты 13.

Вращение на контролируемый шпиндель или вал передается от зубчатого колеса 15 через зубчатое колесо 19 и ведомое зубчатое колесо 23. Механизм работает как обычная зубчатая передача, так как рычаг 12 имеет ограниченный штифтами 13 поворот, при котором нормальное зацепление не нарушается.

При отсутствии нагрузки на контролируемом шпинделе или валу рычаг 12 прижимается пружиной растяжения 8, установленной в корпусе 5, к одному из штифтов 13 (в зависимости от направления вращения ведущего зубчатого колеса 15) и воздействует при этом болтом 2 на путевой выключатель 4.

При увеличении крутящего момента на шпинделе или валу выше расчетного (допустимого) значения рычаг 12, поворачиваясь относительно оси ведущего зубчатого колеса 15, освобождает контакты путевого выключателя 4, который дает команду на отвод силового узла.

Одновременно на пульте управления станка загорается сигнальная лампочка, указывающая конкретный шпиндель, на котором крутящий момент превысил допустимое значение, что обычно происходит при поломке или затуплении режущего инструмента.

Перегрузочное устройство монтируется в шпиндельных коробках горизонтального исполнения на задней плите или на передней крышки так, чтобы паз под рычаг 12 не находился в зоне резервуара с маслом. В шпиндельных коробках вертикального исполнения перегрузочное устройство монтируется только на задней плите.

Для увеличения чувствительности перегрузочное устройство устанавливают на валах, ближайших к контролируемому шпинделю. Управляющий момент на рычаге 12 может быть увеличен или уменьшен по сравнению с моментом, возникающим на шпинделе, в зависимости от выбранного числа зубьев z_1 , z_2 и z_3 колес 23, 19 и 15. Передаточное отношение $i = z_1/z_3$ рекомендуется подбирать следующим образом:

- при контроле сверл диаметром от 6 до 10 мм предпочтительно $i = 1$;
- при контроле сверл диаметром менее 6 мм $i < 1$;
- $i > 1$ применять не рекомендуется, так как в этом случае понижается чувствительность механизма.

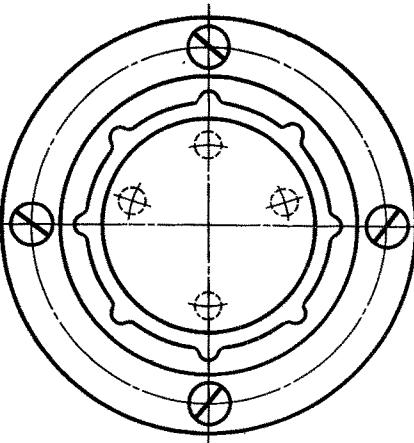
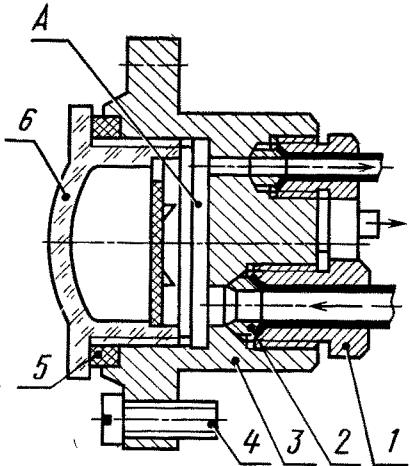
На рис. 2 представлена кинематическая схема рычажно-зубчатого механизма (пружина и путевой выключатель условно повернуты на 90°).

Наладка механизма состоит из настройки наименьшего угла поворота рычага и величины контролируемого крутящего момента. Величина угла поворота рычага 12 определяется необходимым перемещением, достаточным для размыкания контактов путевого выключателя 4 (см. рис. 1).

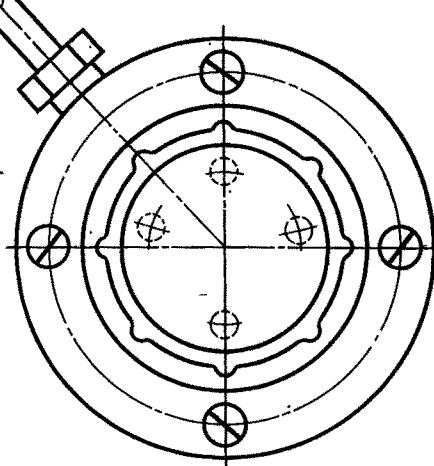
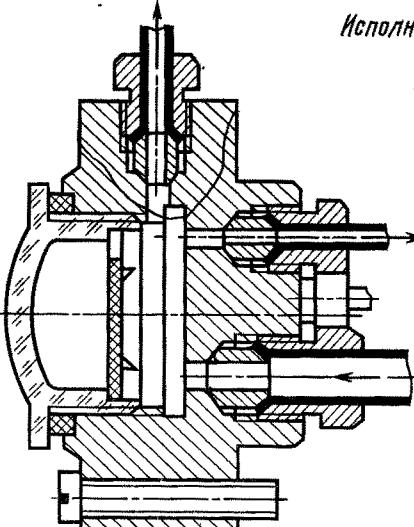
При отсутствии перегрузки рычаг 12 должен быть прижат пружиной 8 к штифту 13. Выворачивая болт 2 из рычага 12, настраивают

Маслораспределители 1УМ3500

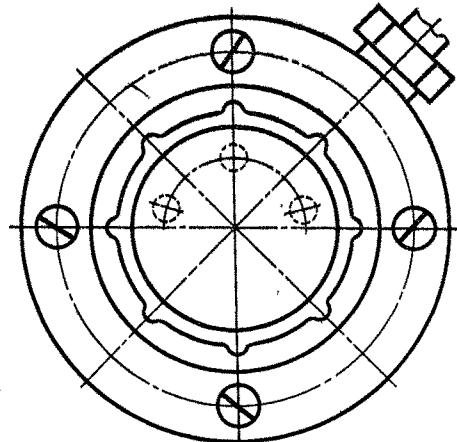
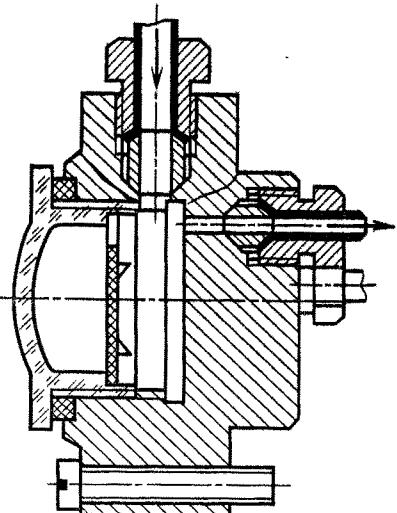
Исполнение I



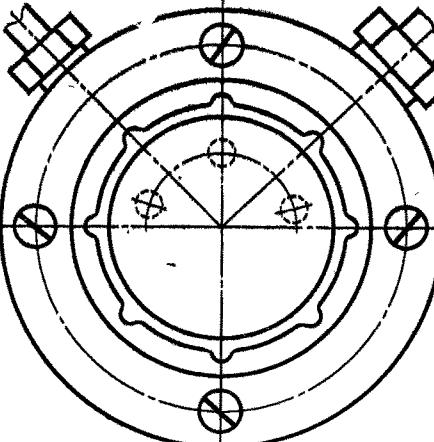
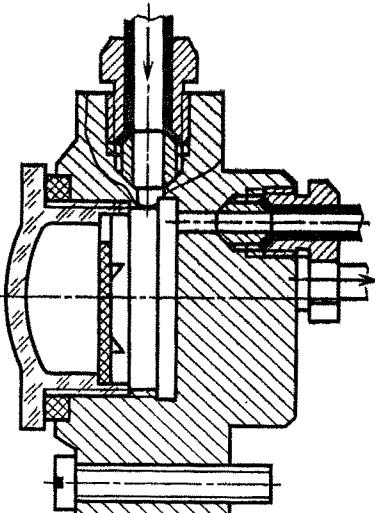
Исполнение II



Исполнение III



Исполнение IV



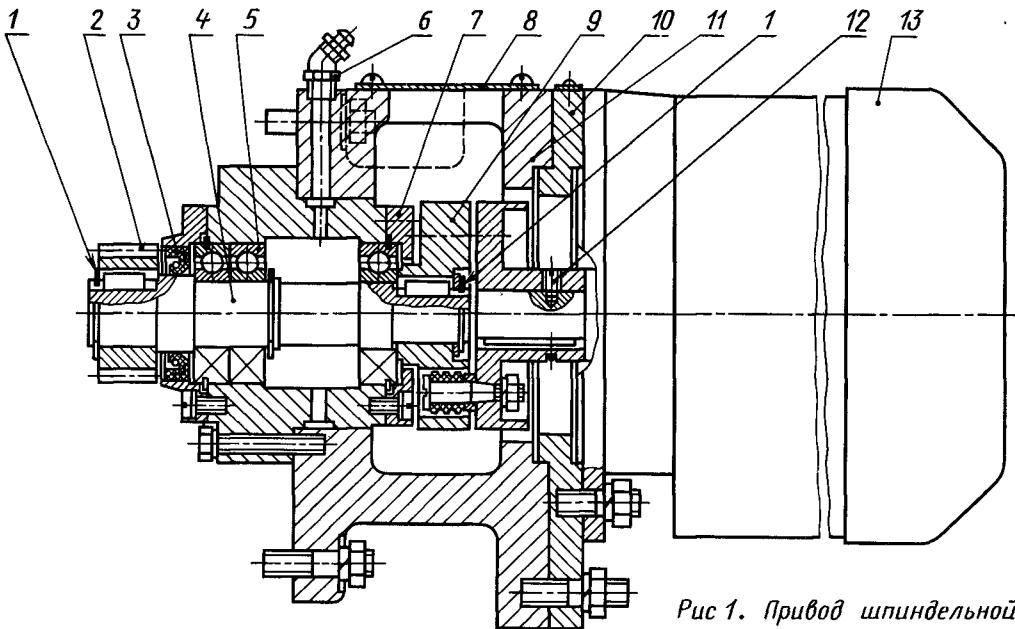


Рис 1. Привод шпиндельной коробки

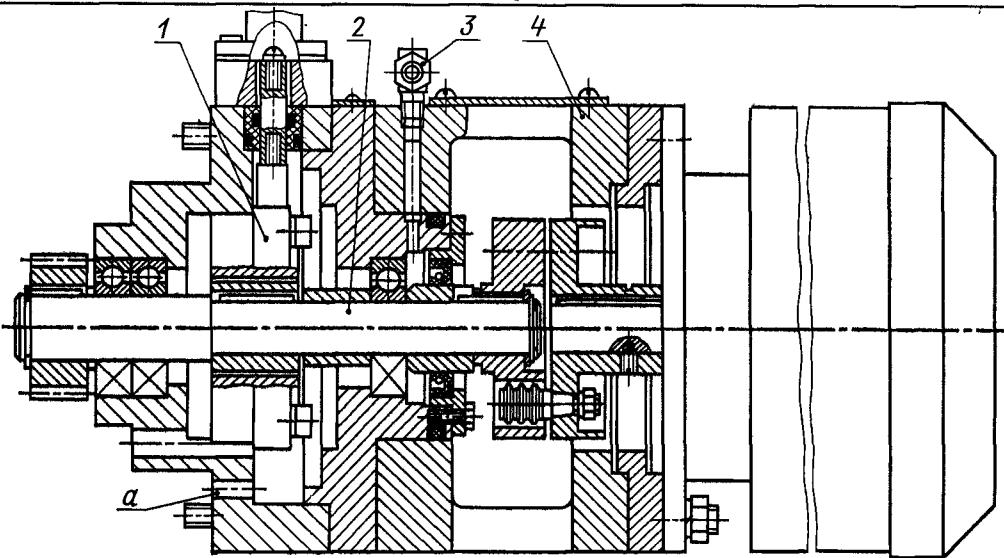
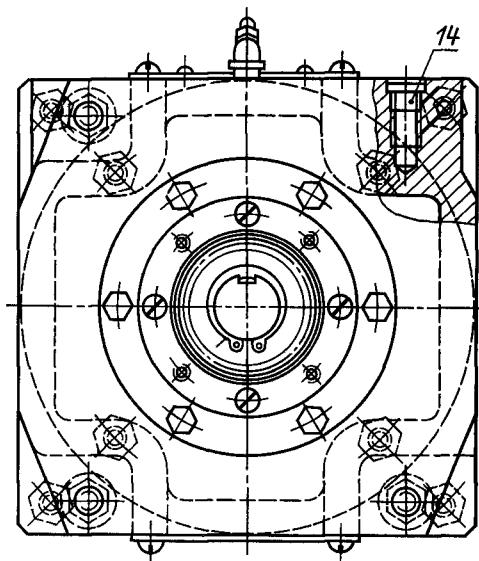
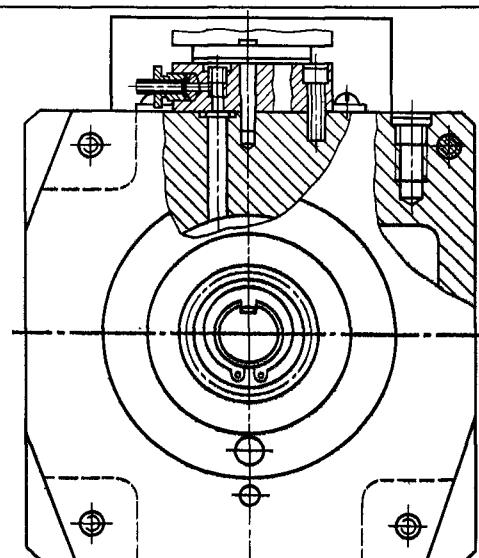
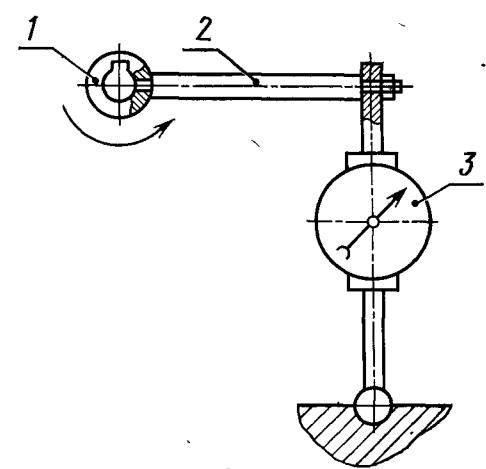
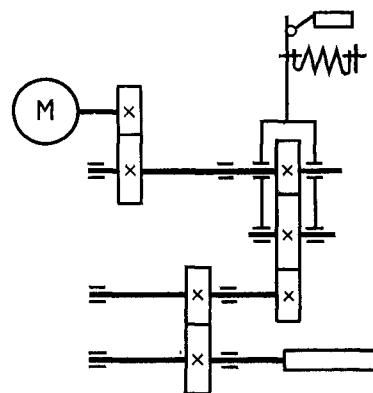
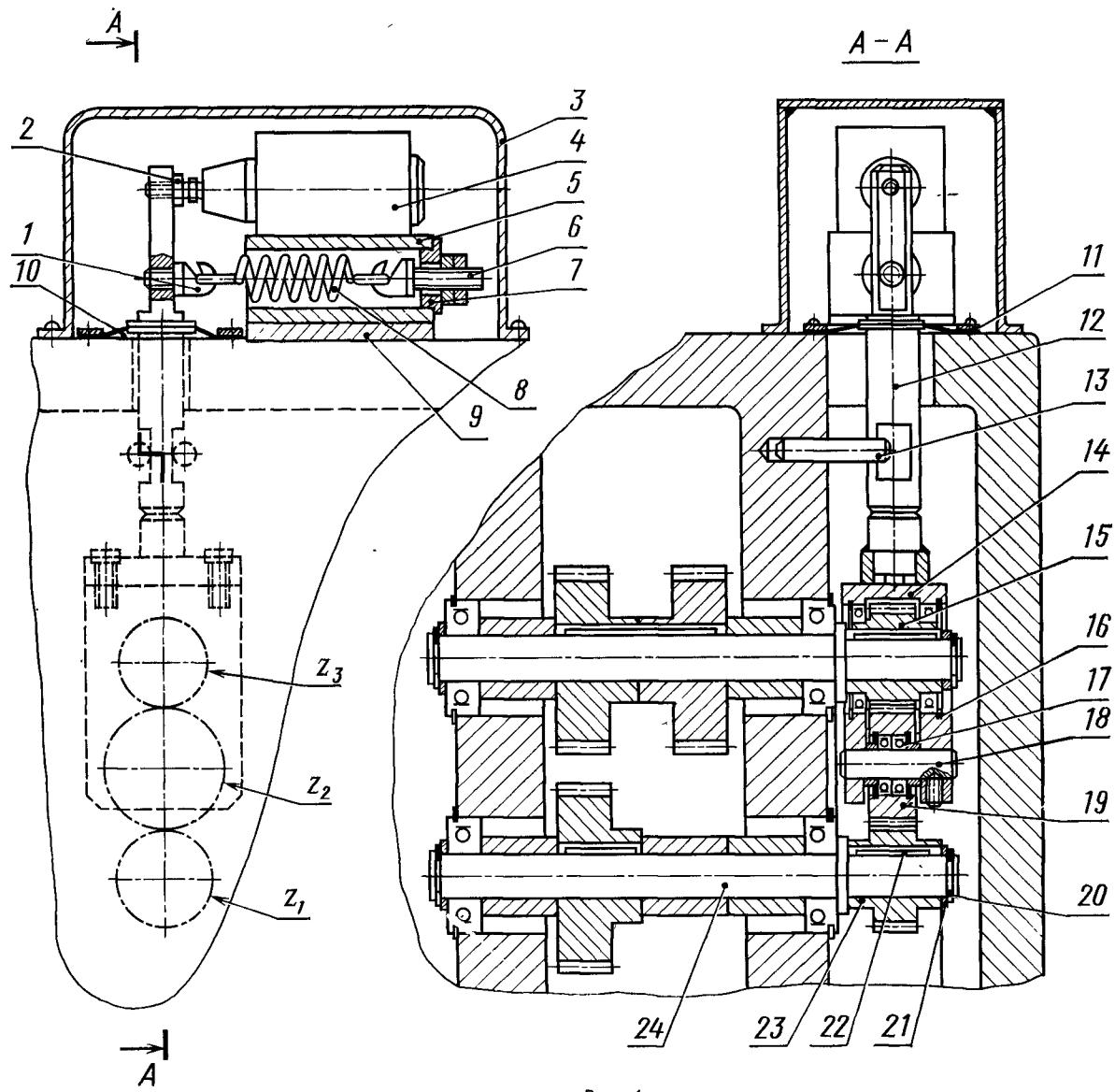


Рис 2. Привод резьбонарезных шпинделей





путевой выключатель на включение с пережимом не более 0,5 мм.

Величина контролируемого крутящего момента должна быть в пределах $\pm 5\%$ от расчетного (допустимого) значения. Для настройки величины момента в одно из резьбовых отверстий головной части шпинделя 1 (рис. 3) вворачивается оправка 2, на свободном конце которой перпендикулярно оси устанавливается динамометр растяжения 3. Поворачивая шпиндель в направлении резания вручную, постепенно регулируют усилие пружины 8 (см. рис. 1), пока путевой выключатель не сработает при достижении контролируемого крутящего момента (величина момента равна произведению силы по шкале динамометра на плечо — расстояние от оси шпинделя до точки приложения силы).

Точность срабатывания механизма может быть проверена при снижении приложенного к шпинделю момента на 10 %. При этом путевой выключатель 4 не должен срабатывать.

Перечень составных частей рычажно-зубчатого механизма

Поз. на рис. 1 листа 27	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 1 листа 27	Наименование	Кол.	Материал
1	Ушко	1	Ст3	15	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
2	Болт M6×20.56.05	1		16	Кольцо Б47	4	
	ГОСТ 7805—70				ГОСТ 13943—68		
3	Кожух	1	Ст3	17	Подшипник 1000902	4	
4	Выключатель путевой	1			ГОСТ 8338—75		
5	Корпус	1	Сталь 45	18	Ось	1	Сталь 45
6	Ушко	1	Сталь 45	19	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
7	Фланец	1	Сталь 35		Кольцо Б20	2	
8	Пружина	1	Сталь 65Г	20	ГОСТ 13942—68		
9	Планка компенсаторная	1	Сталь 45	21	Втулка	2	Сталь 45
10	Кольцо	1	Резина	22	Шпонка	2	
11	Кольцо	1	Ст3	23	6×6×28		
12	Рычаг	1	Ст3		Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
13	Штифт 10×50	2	Сталь 45	24	Вал	2	Сталь 40Х
14	Вилка	1	Сталь 45				

Механизм с косозубой передачей для контроля нагрузки на режущем инструменте (лист 28) предназначен для контроля величины крутящего момента от 10 Н·м и выше при сверлении отверстий инструментом диаметром свыше 10 мм.

На шлицевой части вала 20 (рис. 1) установлено подвижное косозубое цилиндрическое колесо 18 с углом наклона зубьев от 30 до 45°, находящееся в зацеплении с косозубым цилиндрическим колесом 2, установленным на валу 1.

Наклон зубьев колеса 18 выбирают так, чтобы возникающее усилие было направлено на сжатие регулируемой пружины 14, надетой на шпильку 11. Пружина 14 через втулку 15 поджимает колесо 18 к подшипнику 19. Регулирование усилия пружины 14 производится гайками 12 через шайбу 13. Пружинное кольцо 16, установленное на шлицевой части вала 20, ограничивает перемещение колеса 18 вправо. На передней крышке шпиндельной коробки устанавливается кронштейн 6 с рычагом 5, на одном конце которого на оси 10 установлен шарикоподшипник 9. Другой конец рычага контактирует с путевым выключателем 3. Между подшипником 9 и торцовой плоскостью втулки 15 в статическом состоянии должен быть зазор в пределах 0,3...0,5 мм.

Осьное усилие, образующееся в косозубой передаче от крутящего момента, стремится сместить косозубое колесо 18 вдоль вала 20 вправо. Смещению препятствует пружина 14. Если осевое усилие в косозубой передаче превысит величину усилия пружины 14 и колесо 18 начнет смещаться по валу 20 вправо, втулка 15, закрепленная на ступице колеса 18, нажмет через шариковый подшипник 9 на рычаг 5. При этом болт 4, закрепленный на другом конце рычага 5, нажмет на путевой выключатель 3, который даст команду на отвод силового узла.

Одновременно с этим на пульте управления станка загорается сигнальная лампочка, указывающая конкретный шпиндель, на котором крутящий момент превысил допустимое значение, что чаще всего происходит при поломке или затуплении инструмента.

Регулирование положения рычага 5 производится болтом 7, а регулировка срабатывания путевого выключателя 3 — болтом 4.

Перегрузочное устройство монтируется в шпиндельных коробках горизонтального и вертикального исполнения на передней крышке или задней плите.

На рис. 2 листа 28 представлена кинематическая схема механизма с косозубой передачей.

Наладка механизма состоит из установки рычага 5 (см. рис. 1) и настройки величины осевой силы, соответствующей контролируемому крутящему моменту. Вращением шпинделя от вала ручного проворота или крыльчатки электродвигателя при снятой пружине 14 против направления вращения инструмента втулку 15 и косозубое колесо 18 перемещают в крайнее левое (исходное) положение.

Болтом 7 устанавливают рычаг 5 в такое положение, при котором зазор между втулкой 15 и шарикоподшипником 9 составляет 0,3...0,5 мм.

Вращением шпинделя в направлении вращения инструмента втулку 15 и косозубое колесо 18 перемещают в крайнее правое положение (до упора в кольцо 16). Регулировкой болта 4 достигают срабатывания путевого выключателя 3 (по сигнальной лампе) и устанавливают его пережим на 0,5...1,0 мм.

Величина контролируемого крутящего момента должна быть в пределах $\pm 5\%$ от расчетного (допустимого). Для настройки мо-

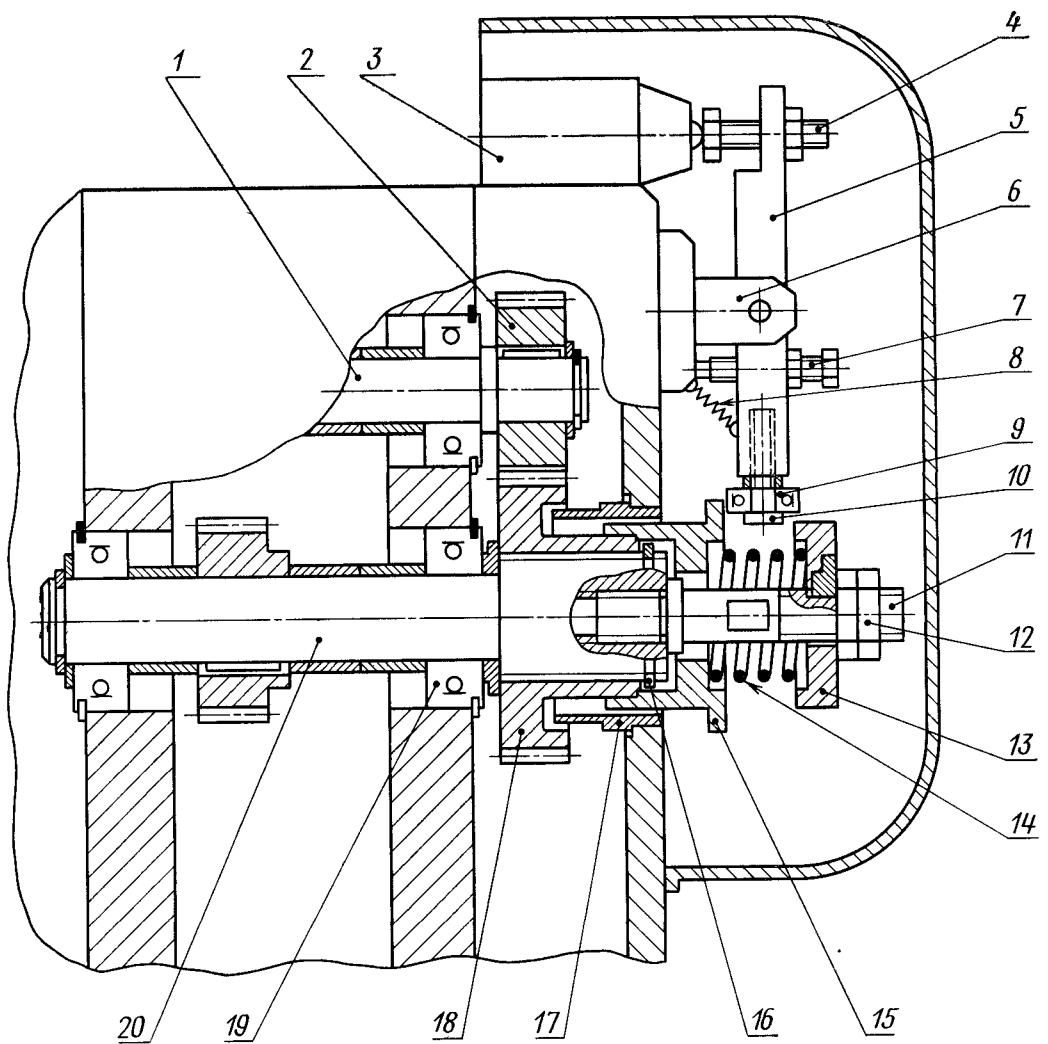


Рис. 1

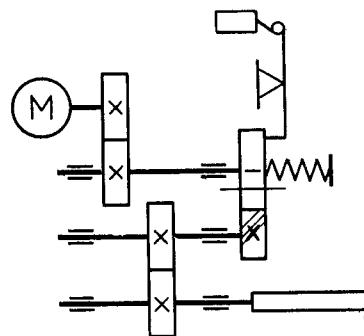


Рис. 2

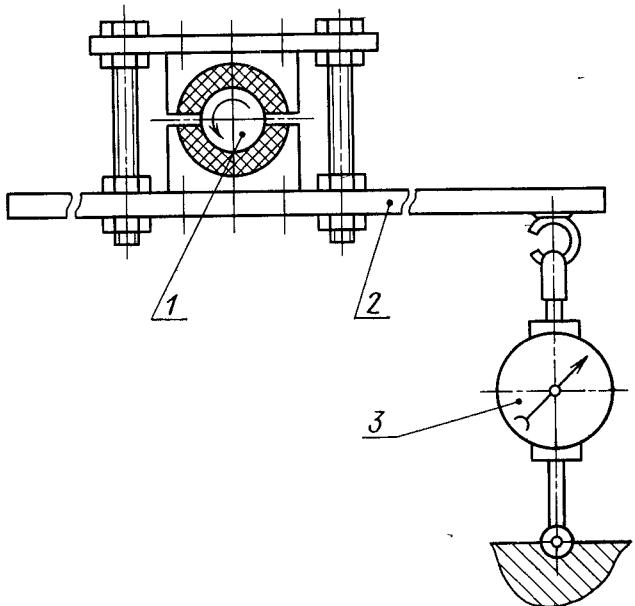


Рис. 3

мента в шпинделе закрепляют оправку 1 (рис. 3) с установленным на ней тормозом 2. Гайками 12 (см. рис. 1) полностью сжимают пружину 14. Вращением шпинделя вручную и сжатием колодки тормоза 2 (рис. 3) создают на проверяемом шпинделе допустимый момент требуемой величины, которая определяется произведением силы (показание динамометра 3) на плечо (расстояние от оси шпинделя до точки приложения силы).

Постепенным отворачиванием гайки 12 ослабляют сжатие пружины 14 до срабатывания путевого выключателя 3 при вращении шпинделя. Точность срабатывания механизма может быть проверена при снижении на 10 % приложенного к шпинделю момента. При этом путевой выключатель 3 не должен срабатывать.

Перечень составных частей механизма с косозубой передачей

Поз. на рис. 1 листа 28	Наименование	Кол.	Мате- риал	Поз. на рис. 1 листа 28	Наименование	Кол.	Мате- риал
1	Вал	1	Сталь 40Х	10	ГОСТ 8338—75 Ось	1	Сталь 45
2	Колесо косозубое	1	Сталь 40Х	11	Шпилька	1	Сталь 45
3	Выключатель путевой	1		12	Гайка М24	2	Сталь 45
4	Болт M12×50.56.05	1		13	Шайба	1	Сталь 45
	ГОСТ 7805—70			14	Пружина	1	Сталь 65Г
5	Рычаг	1	Сталь 45	15	Втулка	1	Сталь 45
6	Кронштейн	1	Ст3	16	Кольцо Б60	1	
7	Болт M12×60.66.05	1		17	ГОСТ 13942—68		
	ГОСТ 1486—75			18	Втулка	1	Сталь 45
8	Пружина	1	Сталь 65Г	19	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
9	Подшипник 1000903	1		20	Подшипник 1000908	4	
					ГОСТ 8338—75 Вал	1	Сталь 40Х

7. МЕХАНИЗМЫ ДОВОДКИ И ИНДЕКСАЦИИ ШПИНДЕЛЕЙ

Механизмы доводки предназначены для использования в шпиндельных узлах расточных станков, когда требуется обеспечить останов шпинделя в постоянном, строго заданном угловом положении.

Редуктор доводки шпинделей 2У7722 (лист 29, рис. 1) предназначен для автоматического поворота шпинделя станка с целью доводки его до заданного углового положения.

Техническая характеристика редуктора доводки шпинделей

Мощность электродвигателя, кВт 0,6
Передаточное отношение червячной пары 1 : 56

Номинальная частота вращения выходного вала, об/мин 24
Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н·м 160
Время, затрачиваемое на поворот шпинделя (или группы шпинделей), не более, с 4

Редуктор доводки шпинделей состоит из корпуса 24 с установленным на нем асинхронным электродвигателем 1, червяка 3, червячного колеса 6, электромагнитной муфты 21 и выходного вала 12 с зубчатым колесом 14. Корпус 24 редуктора имеет нишу для размещения электрических клемм 25.

Конструкция редуктора позволяет устанавливать его в любом положении, исключающем попадание масла в электродвигатель. Это условие выполняется при расположении оси двигателя редуктора как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной.

Редуктор доводки шпинделей устанавливают на задней плате шпиндельной коробки таким образом, чтобы зубчатое колесо 14 находилось в постоянном зацеплении с зубчатым колесом шпиндельной коробки. Варианты установки редуктора на задней плате шпиндельной коробки показаны на рис. 2 (вид со стороны задней платы).

Смазывание редуктора — принудительное от внешнего насоса (насоса шпиндельного узла). Смазочный материал — масло индустриальное И50А по ГОСТ 20799—75. Расход масла 2 л/мин. Смазка подводится внешним трубопроводом к присоединению 9 и далее через маслораспределитель 2 в зону зацепления червячной пары и к дискам электромагнитной муфты. Отвод масла осуществляется через отверстие в передней стенке корпуса редуктора в полость шпиндельного узла. Подшипники 5, 13 и 18 смазываются жидкой смазкой путем разбрызгивания. Корпус редуктора имеет отверстие для слива масла, закрываемое пробкой 7. Слив масла производится перед съемом крышки 20, закрывающей полость электромагнитной муфты.

Транспортирование редуктора доводки шпинделей производится с использованием двух рым-болтов, ввинчиваемых в специально предусмотренные для этой цели отверстия, закрываемые пробками 23. Редуктор работает в следующих режимах:

1. Режим свободного хода, при котором электромагнитная муфта 21 и электродвигатель 1 отключены. Вращение от элементов кинематической цепи шпиндельной коробки через зубчатое колесо 14 передается на вал 12 и ведомые диски муфты 21. Элементы червячной пары не врашаются.

2. Режим доводки, при котором муфта 21 и электродвигатель 1 включены. В этом случае вращение через червяк 3, червячное колесо 6, муфту 21, вал 12 и зубчатое колесо 14 передается элементам кинематической цепи шпиндельной коробки.

Узел индексации шпинделей 2У7723 (лист 29, рис. 3) предназначен для индексации заданного углового положения шпинделей станка и обеспечивает точность останова шпинделя в пределах $\pm 2^\circ$.

Узел индексации размещается в корпусе 1, внутри которого на подшипниках 14 установлен вал 12, хвостовик которого находится

Рис. 1

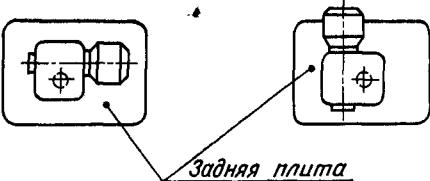
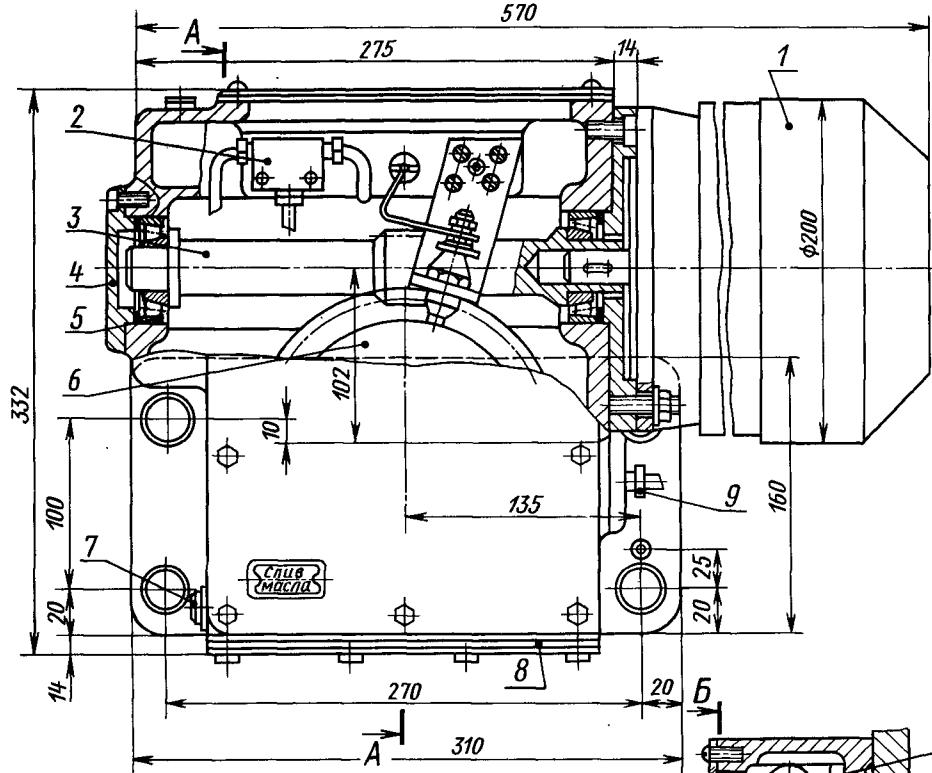


Рис. 2

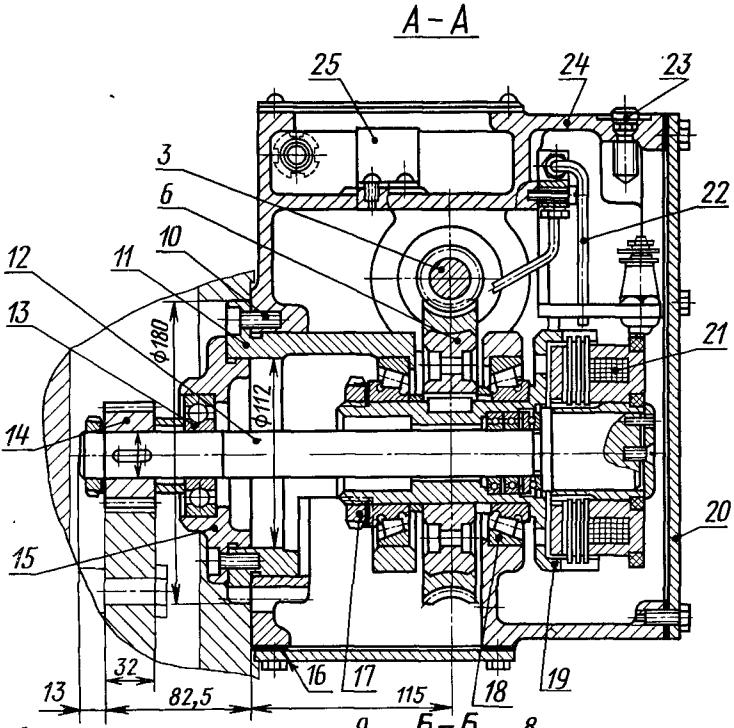
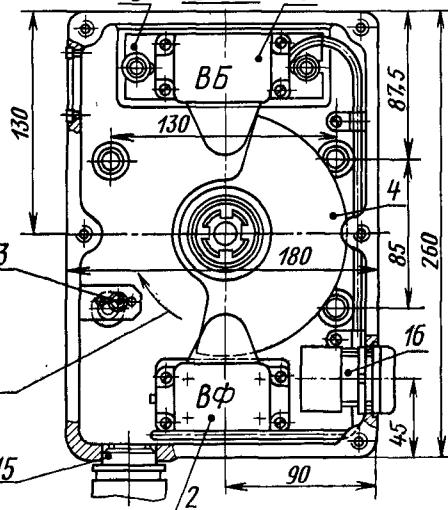
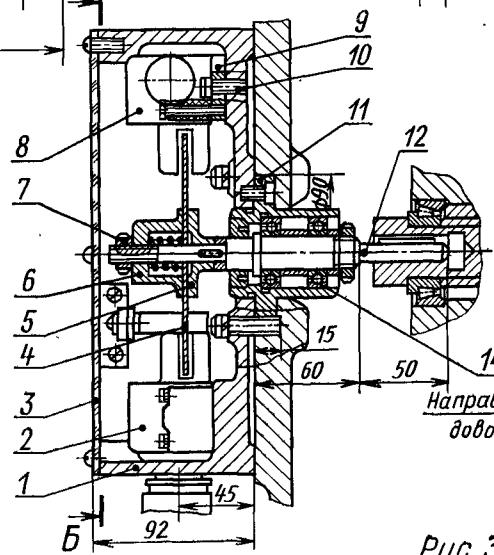


Рис. 3



Перечень составных частей редуктора доводки

Поз. на рис. 1 листа 29	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 1 листа 29	Наименование	Кол.	Материал
1	Электродвигатель	1		12	Вал	1	Сталь 40Х
2	Маслораспределитель	1	Ст3	13	Подшипник 306 ГОСТ 8338-75	1	
3	Червяк	1	Сталь 20Х	14	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
4	Фланец	1	Сталь 45	15	Фланец	1	Сталь 45
5	Подшипник 7206 ГОСТ 333-79	2		16	Прокладка	3	Картон
6	Червячное колесо	1	Бронза БрАЖ9-4Л	17	Гайка M60×2.6Н.6.05 ГОСТ 11871-73	2	
7	Пробка M10×1 ОСТ2 С98-4-73	1		18	Подшипник 7212 ГОСТ 333-71	2	
8	Крышка	1	Ст3	19	Стакан	1	Сталь 20Х
9	Присоединение Б-С91-14	1		20	Крышка	1	Ст3
10	Винт M8×20.48.05 ГОСТ 11738-72	26		21	Муфта электромагнитная	1	
11	Стакан	1	Сталь 45	22	Труба медная	1	
				23	Пробка M12 ОСТ2 С98-4-73	2	
				24	Корпус	1	Чугун СЧ 20
				25	Клеммник	1	Ст3

в зацеплении с валом шпиндельной коробки. На переднем конце вала 12 между фрикционными полумуфтами 5 и 6 посредством гайки 7 закреплен алюминиевый сектор-экран 4.

При вращении вала 12 экран поочередно воздействует на бесконтактные путевые переключатели 2 и 8. Переключатель 2 закреплен в корпусе узла жестко. Переключатель 8 установлен на подвижной промежуточной планке 9, которая при регулировке узла может быть закреплена винтами 10 в требуемом угловом положении. Внутри корпуса 1 установлены лампа 13, сигнализирующая о правильном выполнении фиксации, наладочная кнопка 16 и колодка 15 штепсельного разъема. Сверху корпус 1 закрыт крышкой 3.

При горизонтальном исполнении шпиндельной коробки узел индексации шпинделей может быть установлен на передней крышке или на задней плите.

При вертикальном исполнении шпиндельной коробки узел индексации шпинделей устанавливается только на задней плите.

Любому заданному положению шпинделя соответствует определенное положение экрана.

В зависимости от возможного углового положения экрана относи-

тельно путевых переключателей 2 и 8 различаются четыре зоны окружности (лист 30, рис. 1):

I зона — экран перекрывает оба путевых переключателя; ширина этой зоны составляет $2\ldots 4^\circ$, что соответствует допуску на фиксируемое положение шпинделя;

II зона — экран перекрывает только путевой переключатель с индексом ВФ («фиксация»), ширина зоны $\sim 175^\circ$;

III зона — экран находится вне путевых переключателей, ширина зоны $5\ldots 8^\circ$;

IV зона — экран перекрывает только путевой переключатель с индексом ВБ («Блокировка»), ширина зоны $\sim 175^\circ$.

Системы доводки шпинделей работают следующим образом:

— Если после окончания обработки деталей экран (и шпиндель), вращавшийся в направлении главного движения, остановился в зоне III или IV, то включается двигатель редуктора доводки. В результате шпиндель и экран, поворачиваемые в направлении доводки (противоположном направлению главного движения), приводятся в положение, соответствующее зоне I — «Фиксация».

— Если после остановки в конце обработки детали экран остался в зоне I или II, то редуктор доводки предварительно разворачивает шпиндель до положения, соответствующего зоне IV, вращая его в направлении главного движения. После этого двигатель редуктора реверсируется и осуществляется доводка шпинделя до положения фиксации. Благодаря такой схеме шпиндель подводится к зоне фиксации по кратчайшему пути.

Перечень составных частей узла индексации

Поз. на рис. 3 листа 29	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 3 листа 29	Наименование	Кол.	Материал
1	Корпус	1	Алюминий АЛ2	8	Путевой переключатель	1	
2	Путевой переключатель	1		9	Планка	1	Ст3
3	Крышка	1	Оргстекло	10	Винт M6×16.48.05 ГОСТ 11738-72	2	
4	Экран	1	Алюминий АЛ3	11	Стакан	1	Сталь 45
5	Полумуфта	1	Сталь 45	12	Вал	1	Сталь 20Х
6	Полумуфта	1	Сталь 45	13	Лампа	1	
7	Гайка НМ12Х ×1,25.6Н.6.05 ГОСТ 11871-80	1		14	шкальная	1	
				15	Подшипник 104 ГОСТ 831-75	2	
				16	Колодка	1	
					Кнопка	1	

На рис. 2 листа 30 приведена кинематическая схема шпиндельной коробки с редуктором доводки и узлом индексации шпинделей (контуром A обведены элементы редуктора доводки, контуром B — эле-

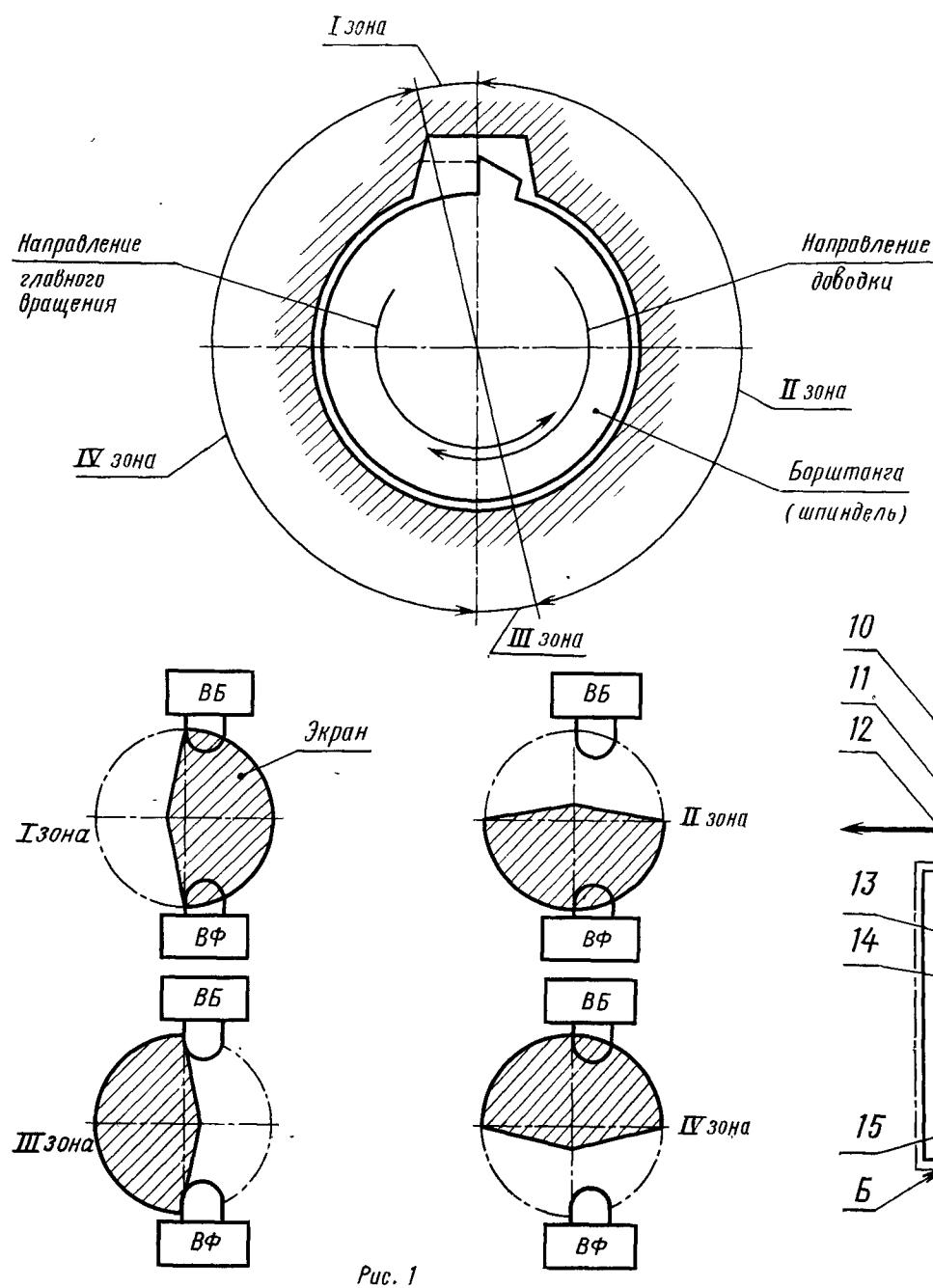


Рис. 1

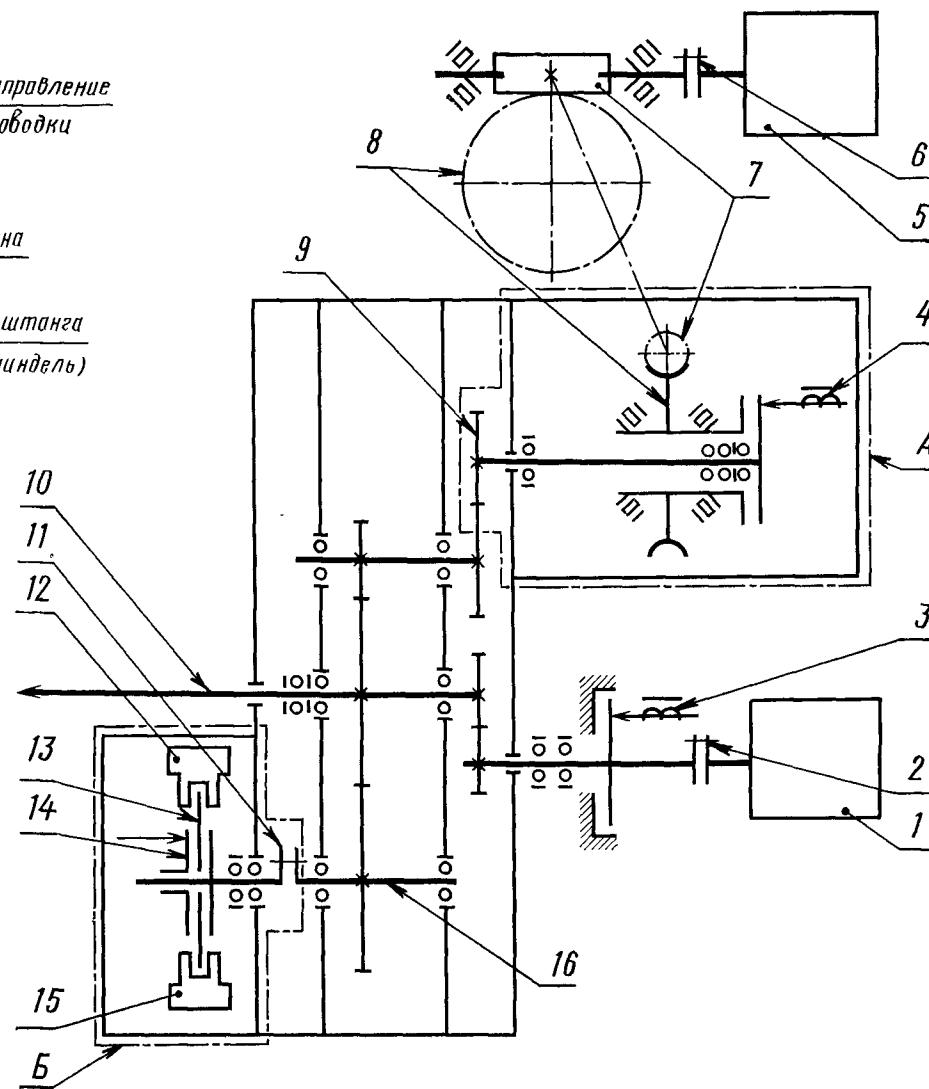


Рис. 2

менты узла индексации шпинделей). Система работает следующим образом: в процессе обработки вращение от электродвигателя 1 главного движения через соединение 2 и зубчатые колеса кинематической цепи шпиндельной коробки передается на шпиндель 10. Одновременно вращение передается на вал 16 и через соединение 11 на муфту 14 и экран 13. При этом электродвигатель 5 редуктора доводки и электромагнитная муфта 4 отключены. Тормоз 3 находится в расторможенном состоянии. После окончания обработки электродвигатель 1 отключается и включается тормоз 3.

Через заданное время на торможение элементов кинематической цепи, как правило, не более 0,8 с, начинается доводка шпинделя. При этом предварительно отключается тормоз 3, включается муфта 4 и электродвигатель 5 редуктора доводки. Вращение от двигателя 5 через соединение 6, червяк 7, червячное колесо 8, муфту 4 и зубчатое колесо 9 передается на валы шпиндельной коробки и экран 13, воздействующий на бесконтактные путевые переключатели 12 и 15 узла индексации шпинделей.

По сигналам этих переключателей производится управление электродвигателем 5 редуктора доводки. Фиксация системы в заданном положении осуществляется тормозом 3, установленным на валу электродвигателя главного движения.

При проектировании кинематических цепей шпиндельного узла с механизмом доводки 2У7722 и узлом индексации 2У7723 соблюдаются следующие условия (см. рис. 2):

А. Кинематическая связь между редуктором доводки А и узлом индексации Б осуществляется с передаточным отношением $i < 1/3$, т. е. экран 13 узла индексации должен вращаться с частотой не более 8 об/мин.

Б. Передаточное отношение между экраном 13 и фиксируемым шпинделем 10 должно быть целым числом, т. е. $i = 2, 3$ и т. д., а кинематическая цепь по возможности короткой. Чем короче цепь, тем точнее останов шпинделей.

В. Частота вращения ведомых дисков электромагнитной муфты 4 при работе редуктора доводки в режиме свободного хода не должна превышать максимально допустимого для данной электромагнитной муфты значения.

Г. На выходном валу электродвигателя 1 главного движения шпиндельного узла необходимо установить электротормоз с электромагнитной муфтой.

8. МЕХАНИЗМЫ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ПОДАЧИ

Инструменты, установленные в шпинделах многошпиндельной коробки, имеют одинаковую минутную подачу. При этом в ряде случаев приходится совмещать в одной шпиндельной коробке установку инструментов, выполняющих различные операции с разными режимами резания и длиной обработки, например, расточку и развертывание, сверление и чистовое зенкерование.

Механизмы изменения скорости подачи (листы 31 и 32) применяются для увеличения или уменьшения скорости минутной подачи отдельных, как правило, одного-двух шпинделей, относительно скорости минутной подачи остальных шпинделей, установленных в шпиндельной коробке.

Чаще всего такие механизмы применяются в агрегатных станках сверлильной группы.

Конструктивно изменение скорости подачи может быть выполнено применением реечной передачи на один-два шпинделя или установкой на них индивидуальных гидроцилиндров.

Механизм 1 изменения скорости подачи реечной передачей (лист 31, рис. 1) для увеличения скорости минутной подачи шпинделя 2 относительно остальных шпинделей 3 может быть установлен в зависимости от компоновки агрегатного станка на передней крышке шпиндельной коробки или на ее задней плите.

Механизм смонтирован в корпусе 3 (лист 31, рис. 2), прикрепленном к передней крышке шпиндельной коробки. Шпиндель 8, установленный на подшипниках 2 в пиноли 7 с зубчатой рейкой, может перемещаться вместе с пинолью относительно стакана 5, закрепленного в корпусе.

Зубчатое колесо шпиндельной коробки передает вращение шпинделю 8 через гильзу, имеющую подвижное шлицевое соединение со шпинделем. Осевые усилия резания воспринимает упорный подшипник 6. Толкателем 11 с нарезанной на нем зубчатой рейкой смонтирован во втулке 13. Зубчатое колесо 19 и зубчатый сектор 1, находящиеся в зацеплении соответственно с пинолью 7 и толкателем 11, установлены на валу 18. Подшипниковые опоры 17 вала смонтированы во фланцах 16. Перемещение толкателя 11 ограничивается винтом 14. Палец 4 фиксирует пиноль 7 в угловом положении и одновременно служит масленкой.

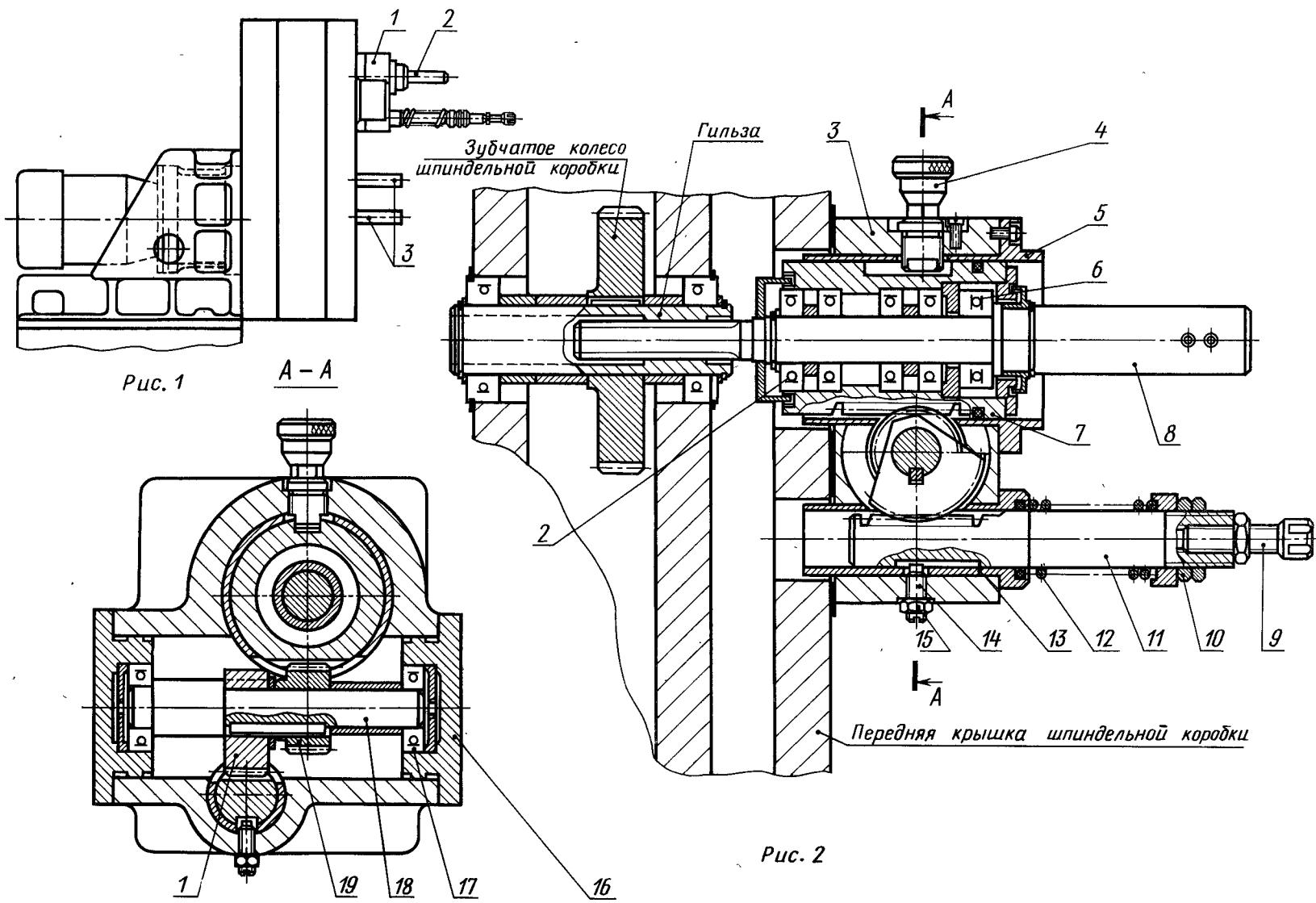
Механизм начинает работать, когда передний конец толкателя 11 болтом 9 упирается в упор приспособления станка. При дальнейшем рабочем перемещении шпиндельной коробки происходит обкатывание зубчатого сектора 1 по реечной части толкателя 11. При этом пиноль 7 с закрепленным в ней шпинделем 8 движется быстрее всей шпиндельной коробки. Возврат механизма в исходное положение осуществляется пружиной 12, усилие которой регулируется гайками 10.

Заданная скорость осевого перемещения шпинделя относительно корпуса коробки может быть обеспечена путем подбора чисел зубьев колеса 19 и сектора 1.

На рис. 1 листа 32 приведена кинематическая схема механизма.

Если механизм изменения скорости построить по схеме на рис. 2 листа 32, скорость минутной подачи шпинделя по отношению к скорости подачи всей шпиндельной коробки удвоится.

При построении механизма по схеме на рис. 3 получится уменьшение скорости минутной подачи шпинделя относительно скорости подачи шпиндельной коробки.



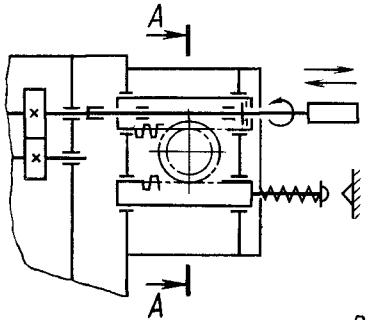


Рис. 1

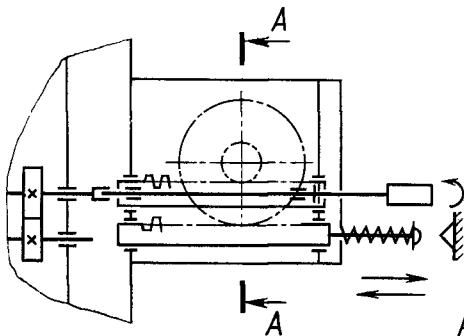
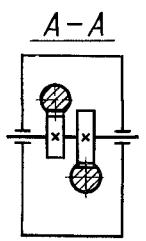


Рис. 3

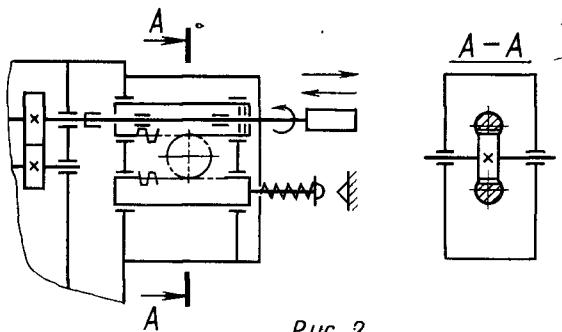
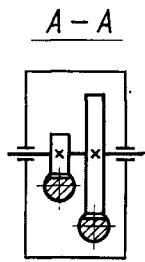


Рис. 2

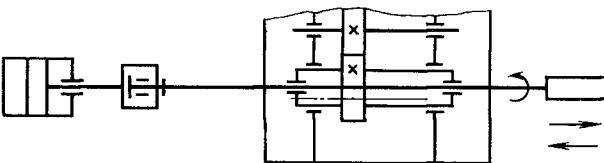
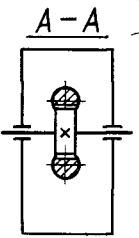


Рис. 4

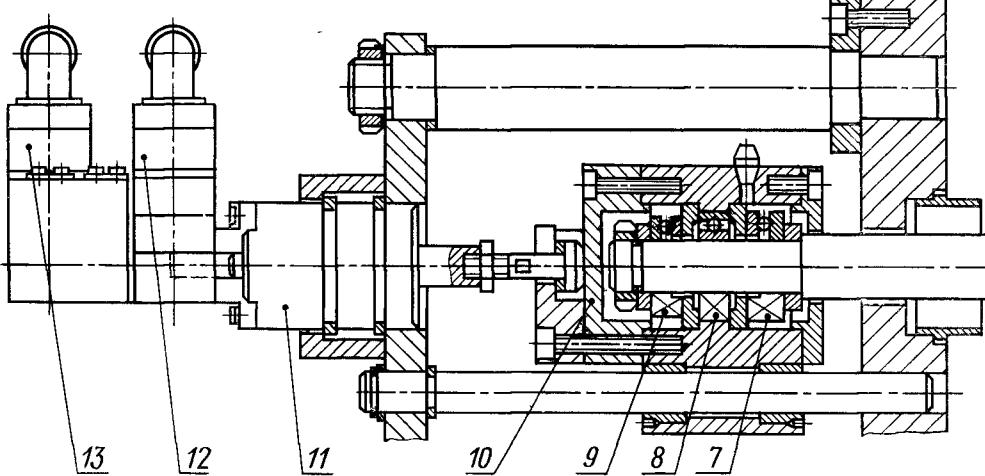
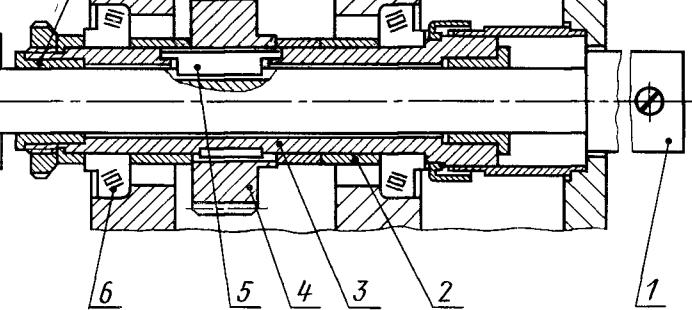


Рис. 5



Перечень составных частей механизма изменения скорости подачи посредством речной передачи

Поз. на рис. 2 листа 31	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 2 листа 31	Наименование	Кол.	Материал
1	Сектор зубчатый	1	Сталь 40Х	11	Толкатель	1	Сталь 40Х
2	Подшипник 306 ГОСТ 8338—75	4		12	Пружина	1	Сталь 65Г
3	Корпус	1	Чугун СЧ 20	13	Втулка	1	Сталь 20Х
4	Палец	1	Сталь 45	14	Винт М12×40.66.05 ОСТ2 К22-6—77	1	
5	Стакан	1	Сталь 20Х	15	Гайка	1	
6	Подшипник 8106 ГОСТ 6874—75	1		16	M12.5.05 ГОСТ 5929—70	2	Ст3
7	Пиноль	1	Сталь 40Х	17	Фланец	2	
8	Шпиндель	1	Сталь 18ХГТ	18	Подшипник 305 ГОСТ 8338—75	1	Сталь 40Х
9	Болт М12×60.88.05 ГОСТ 7808—70	1		19	Вал	1	Сталь 40Х
10	Гайка ПМ36× ×1,5.6.Н6 ГОСТ 11871—80	2			Колесо зубчатое	1	

Перечень составных частей механизма изменения скорости подачи посредством гидроцилиндра

Поз. на рис. 5 листа 32	Наименование	Кол.	Матер-иал	Поз. на рис. 5 листа 32	Наименование	Кол.	Матер-иал
1	Шпиндель	1	Сталь 18ХГТ	8	Подшипник 205 ГОСТ 8338—75	1	
2	Втулка	3	Ст3	9	Подшипник 8105 ГОСТ 6874—75	1	
3	Гильза	1	Сталь 40Х	10	Корпус Гидроцилиндр	1	Сталь 45
4	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х	11	Путевой переключатель	1	
5	Шпонка	1	Сталь 45	12	Путевой переключатель	1	
6	Подшипник 7210 ГОСТ 333—71	2		13	Втулка	2	Бронза БрАЖ9-4
7	Подшипник 8305 ГОСТ 6874—75	1		14			

Преимуществом механизмов с реечной передачей является простота конструкции и отсутствие связей с гидравлической и электрической системами станка.

Недостатком конструкции является относительно низкая жесткость системы (много промежуточных звеньев) и невозможность регулирования скорости подачи.

Механизм изменения скорости посредством гидроцилиндра представлен на рис. 5 листа 32. Гильза 3, установленная на подшипниках 6 и корпусе шпиндельной коробки, получает вращение от зубчатого колеса 4 и передает крутящий момент через шпонку 5 на шпиндель 1, установленный в гильзе 3 с помощью втулок 14. Хвостовая часть шпинделя через подшипник 8 в корпусе 10 соединена с гидроцилиндром 11, который с заданными скоростью и усилием перемещает шпиндель вперед или назад. Происходит сложение или вычитание скоростей минутного перемещения шпиндельной коробки и шпинделя.

Исходное и конечное положения шпинделя контролируются путевыми переключателями 12 и 13. Осевые усилия воспринимаются подшипниками 7 и 9. Преимуществом механизма с гидроцилиндром является возможность регулирования скорости подачи и более высокая жесткость конструкции.

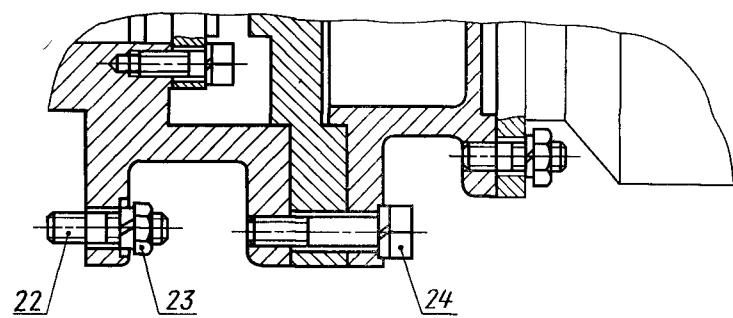
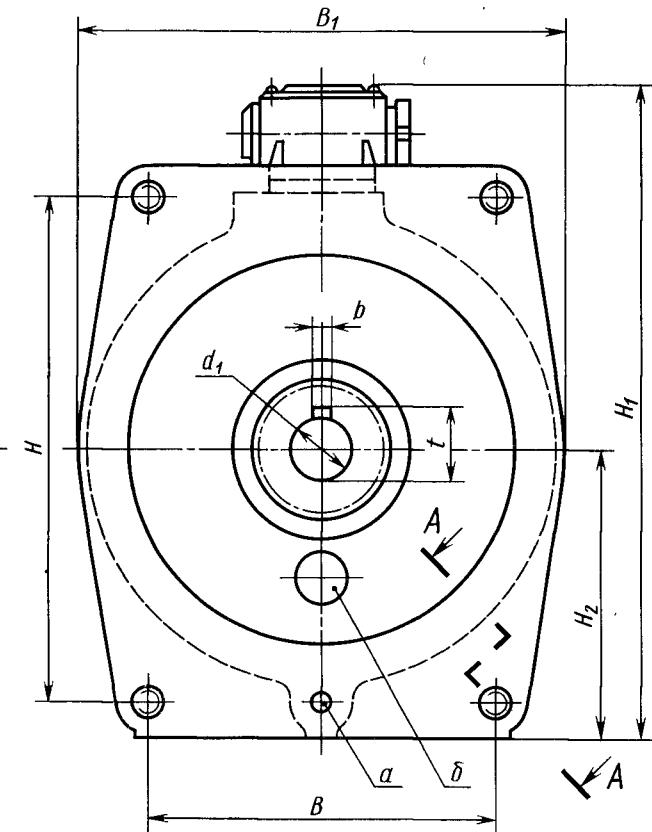
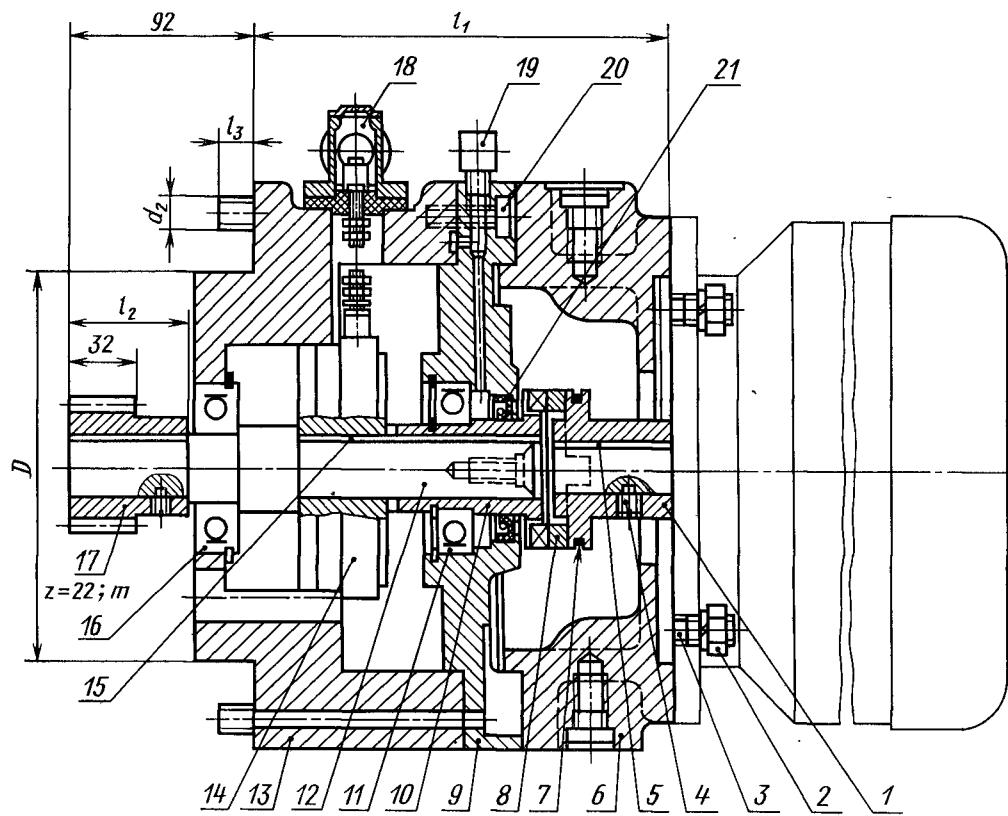
Кинематическая схема механизма представлена на рис. 4 листа 32.

9. ЭЛЕКТРОТОРМОЗА

Дисковый электротормоз (лист 33) предназначен для торможения вращающихся деталей шпиндельных узлов агрегатных станков, приводимых электродвигателем с частотой вращения до 1500 об/мин. Может работать в горизонтальном, а также в вертикальном или наклонном положении (электродвигателем вверх).

Гамма электротормозов, применяемых в отечественном станкостроении, образует типоразмерный ряд унифицированных сборочных единиц, отличающихся мощностью электродвигателя и типом электромагнитной муфты.

Корпус 13, крышка 9 и фланец 6 соединены винтами 24 и 20. Электродвигатель устанавливается на фланец 6 и закрепляется с помощью шпилек 3 и гаек 2. На вал электродвигателя напрессовывается поводок 1, который фиксируется на валу шпонкой 5 и стопорным винтом 4. Вращение от вала электродвигателя через поводок 1 и крестовину 8 передается втулке 10, которая является ведомой частью крестовой муфты и в то же время вместе с подшипником 11 служит задней опорой вала 12, получающего вращение через шпонку 15. Передней опорой вала 12 является подшипник 16, запрессованный в расточку корпуса 13. На консольную часть вала 12 надето зубчатое колесо 17, передающее вращение приводимому шпиндельному узлу.



Перечень составных частей электротормоза

Поз. на листе 33	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на листе 33	Наименование	Кол.	Мате- риал
1	Поводок	1	Сталь 40Х	13	Корпус	1	Чугун СЧ 20
2	Гайка ГОСТ 5929—70	4		14	Муфта ЭТМ	1	
3	Шпилька	4		15	Шпонка	1	
4	Винт	1		16	Подшипник	1	
5	Шпонка	1		17	ГОСТ 8338—75	1	
6	Фланец	1	Чугун СЧ 20		Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
7	Кольцо ГОСТ 2833—77	1		18	Вводное устройство	1	
8	Крестовина	1	Сталь 40Х	19	Присоединение С91-22	1	
9	Крышка	1	Чугун СЧ 20	20	Винт ГОСТ 11738—72	4	
10	Втулка	1	Сталь 40Х	21	Манжета ГОСТ 8752—79	1	
11	Подшипник ГОСТ 8338—75	1		22	Шпилька	4	Сталь 45
12	Вал	1	Сталь 40Х	23	Гайка	4	
				24	ГОСТ 5929—70	4	
					Винт ГОСТ 11738—72	4	

П р и м е ч а н и е. Размеры подшипников и стандартных изделий зависят от типоразмера электротормоза.

Тип муфты	Ток I_H , А	Тормозной момент, Н·м		
		M_c	M_d	M_o
ЭТМ076-1А	0,64	4	2,5	0,2
ЭТМ086-1А	0,92	6,3	4	0,3
ЭТМ106-1А	1,26	16	10	0,64
ЭТМ116-1А	1,62	25	16	0,9
ЭТМ126-1А	1,81	40	25	1,4

П р и м е ч а н и я:

1. M_c — статический тормозной момент — наибольший момент, развиваемый тормозом без проскальзывания дисков при включенной муфте.
2. M_d — динамический тормозной момент — момент,ываемый тормозом при проскальзывании дисков с включенной муфтой.
3. M_o — статический остаточный момент — момент сопротивления, развиваемый тормозом при отключенной муфте.
4. Напряжение питания муфты — 24 В (ток постоянный).
5. Наибольшая частота включения — три цикла в минуту.

Для подвода электропитания к муфте предусмотрено вводное устройство 18.

Смазка подается от маслораспределителя шпиндельного узла через присоединение 19, затем по каналам в крышке 9 и корпусе 13 поступает к подшипнику 11 и электромагнитной муфте 14.

Для предотвращения утечки масла установлена манжета 21. Масло сливается в шпиндельную коробку через отверстие б, а вытекшее масло — через дренажное отверстие а.

Электротормоз в сборе с электродвигателем устанавливают на заднюю плоскость шпиндельного узла и закрепляют шпильками 22.

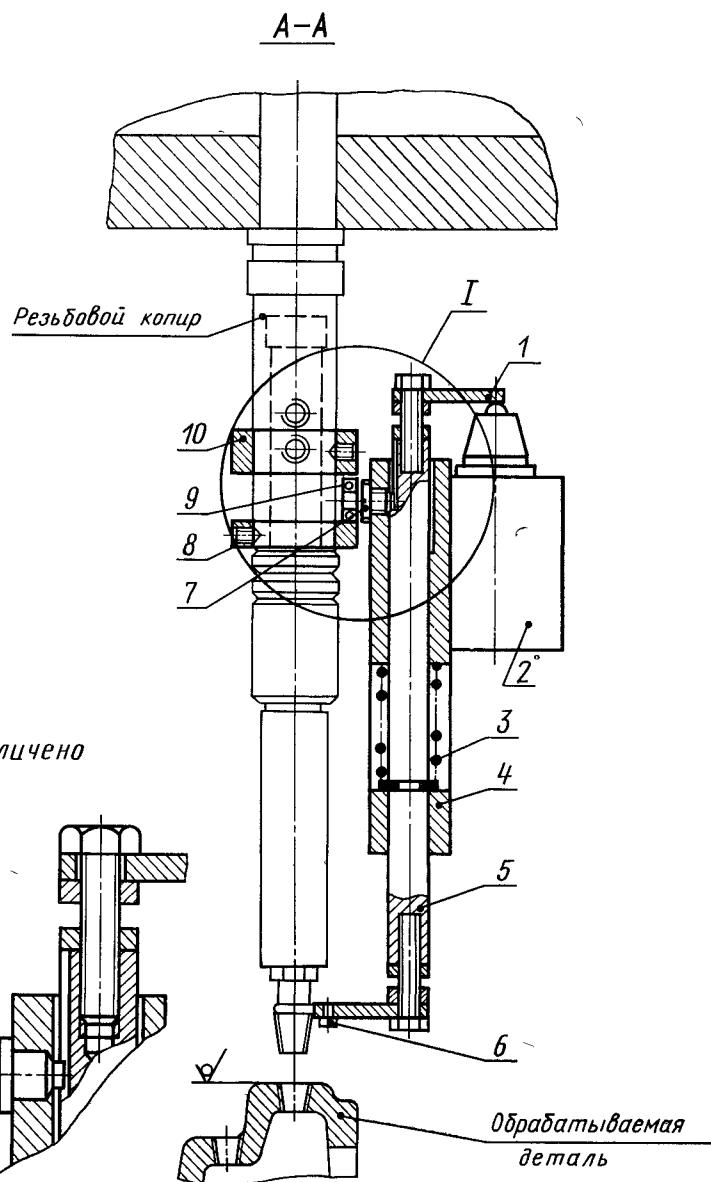
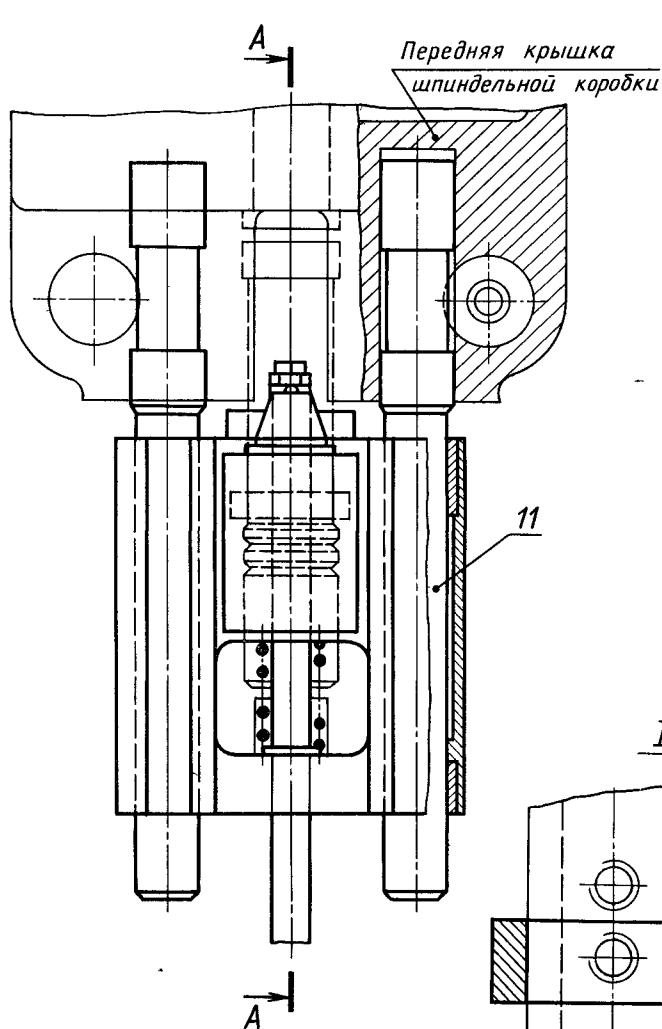
В комплект электротормоза входят электромагнитные муфты серии ЭТМ, технические данные которых указаны в табл. 24.

Основные габаритные и присоединительные размеры электротормозов приведены в табл. 25.

10. МЕХАНИЗМ ОГРАНИЧЕНИЯ ХОДА РЕЗЬБОНАРЕЗНОЙ ПИНОЛИ

Качество нарезания конической резьбы в большой степени зависит от точности положения метчика в конце рабочей подачи относительно торца нарезаемого отверстия, поэтому торец подвергается предварительной механической обработке, которая обеспечивает его точное положение на обрабатываемой детали. Однако обработать торец не всегда представляется возможным.

Типоразмер электротормоза	Электромагнит- ная муфта	Электро- двигатель	Размеры, мм													
			D	d ₁	d ₂	t ₁	t ₂	t ₃	B	B ₁	b	H	H ₁	H ₂	t	m
1	ЭТМ076-1А	4A80	130	25	M10	160		12	140	180		170	251	100	28	2,5
2	ЭТМ086-1А	4A90 4A100	180	30		200	50		170	235	8	235	298,5	132,5	33	
3	ЭТМ106-1А	4A112	230	40		230	60	15	210	280	12	265	331	160	43	3
4	ЭТМ116-1А	4A132 4A160		50		290			260	350	14	305	371	175	53,5	4
5	ЭТМ126-1А	4A180 4A200		250		M20	80	26	310	400	18	405	474	225	64	5



Механизм ограничения хода резьбонарезной пиноли (лист 34) обеспечивает в автоматическом режиме обработки стабильность размера конической резьбы независимо от положения торца нарезаемого отверстия.

Механизм устанавливается на передней крышке резьбонарезной шпиндельной коробки.

Ползун 4, перемещающийся по двум штангам 11, установленным в передней крышке шпиндельной коробки, взаимодействует с кольцами 8 и 10, закрепленными на резьбовом копире. Упор 6 связан с конечным выключателем 2, толкателем 5, размещенным в ползуне 4 и поджатым пружиной 3 в крайнее переднее положение. Нормальное положение контактов конечного выключателя — замкнутое. Упор 6 периодически контактирует с обрабатываемой деталью.

С началом рабочей подачи резьбовой копир перемещает ползун 4 с толкателем 5 вперед по штангам 11. При этом конечный выключатель находится в контакте с упорной планкой 1.

Нарезание резьбы происходит до соприкосновения упора 6 с торцом обрабатываемой детали, а затем толкатель 5 перемещается назад, освобождая конечный выключатель 2, который дает команду на ре-

верс. При этом кольцо 8, перемещаясь с резьбовым копиром назад, через подшипник 9 и ось 7 возвращает ползун 4 в исходное положение. Далее цикл работы повторяется.

Перечень составных частей механизма ограничения хода резьбонарезной пиноли

Поз. на листе 34	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на листе 34	Наименование	Кол.	Материал
1	Планка	1	Ст3	8	Кольцо	1	Сталь
2	Путевой пе- реключатель	1		9		20Х	
3	Пружина	1	Сталь 65Г		Подшипник	1	
4	Ползун	1	Сталь 45	10	1000901		
5	Толкатель	1	Сталь 45		ГОСТ 8338—75		
6	Упор	1	Сталь 45	11	Кольцо	1	Сталь
7	Ось	1	Сталь 45			20Х	
					Штанга	2	Сталь 45

Глава V. СМАЗОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Смазывание трущихся поверхностей является одним из факторов обеспечения долговечности и надежности эксплуатации шпиндельных сборочных единиц, который в значительной степени зависит от правильного выбора системы смазки и обоснованности применяемых смазочных устройств.

Она соответствует требованиям ГОСТ 19099—73 «Системы смазочные. Общие технические требования».

Для смазывания зацепления и подшипников в шпиндельных узлах применяются смазочные масла: индустриальное ИЗОА, индустриальное И40А, индустриальное И50А, физико-химические свойства которых установлены ГОСТ 20799—75, и консистентная высокоплавкая влагостойкая смазка ЦИАТИМ 201 ГОСТ 6267—74.

Смазывание обеспечивает:

- уменьшение износа трущихся элементов;
- уменьшение непроизводительных потерь энергии на трение;
- снижение температуры трущихся элементов.

Шпиндельные узлы смазываются как централизованным, так и индивидуальным способами. При смазывании одного узла могут сочетаться также оба способа. При выборе способа подачи смазочного материала к трущимся парам учитывают режим смазывания, обеспечивающий надежную работу шпиндельного узла с учетом окружных (или линейных) скоростей, механических характеристик материалов трущихся поверхностей и величин действующих нагрузок, а также трудоемкость обслуживания смазочной системы, расход смазочных материалов. Применяется смазывание непрерывное или периодическое.

2. СМАЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Насосы

В смазочных системах шпиндельных узлов широко применяются лопастные нерегулируемые насосы типа С12, получающие вращение от элементов кинематической цепи шпиндельного узла. Насос устанавливают или внутри, или снаружи шпиндельного узла.

В случаях, когда установка лопастного насоса сопряжена с трудностями в подборе необходимой частоты вращения и др., применяют шестеренный насос типа БГ11 с встроенным электродвигателем.

Насос С12-43 реверсивный, устанавливается в резьбонарезных шпиндельных коробках, работает при вращении приводного вала

в любую сторону без изменения назначения всасывающего и нагнетательного отверстий.

Техническая характеристика насоса С12-43

Давление нагнетания, МПа	0,25
Частота вращения, об/мин:	
номинальная	960
минимальная	480
Номинальная подача *, л/мин	5,2
Высота всасывания максимальная, м	0,5

* Подачу насоса выбирают в зависимости от частоты вращения.

В сверлильных шпиндельных коробках и редукторах может быть установлен насос С12-53 нереверсивного типа, имеющий характеристики, аналогичные насосу С12-43. У насоса С12-53 при изменении направления вращения приводного вала меняется назначение присоединительных отверстий насоса.

Шестеренный насос БГ11-11А имеет индивидуальный электропривод и устанавливается при горизонтальном или вертикальном положении приводного вала. Соединение насоса с приводом — через муфту.

Включение электропривода насоса осуществляется одновременно с включением электродвигателя главного движения шпиндельного узла.

Техническая характеристика насоса БГ11-11А

Подача, л/мин	5
Номинальное рабочее давление, МПа	0,5
Номинальная частота вращения, об/мин	1450
Мощность электродвигателя, кВт	0,25
Высота всасывания, м	0,5
Направление вращения	Любое *

* При изменении направления вращения меняется назначение присоединительных отверстий.

Маслораспределительные устройства

Маслораспределительные устройства устанавливаются при необходимости смазывать несколько трущихся пар от одного источника. В шпиндельных узлах применяются маслораспределители нерегулируемого типа.

Масленка СТП С72-101П (лист 35, рис. 1) служит для залива жидкких смазочных масел в шпиндельный узел и состоит из кор-

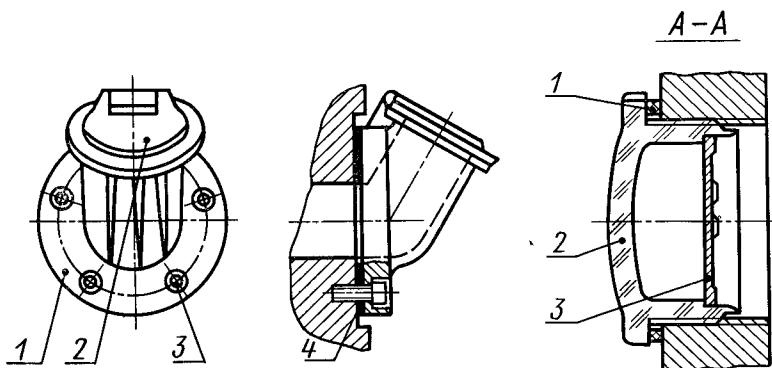


Рис. 1

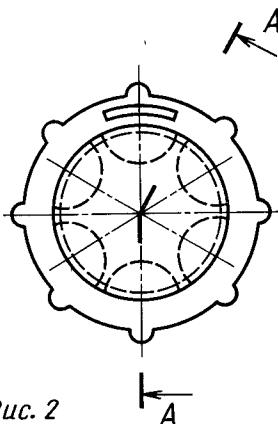


Рис. 2

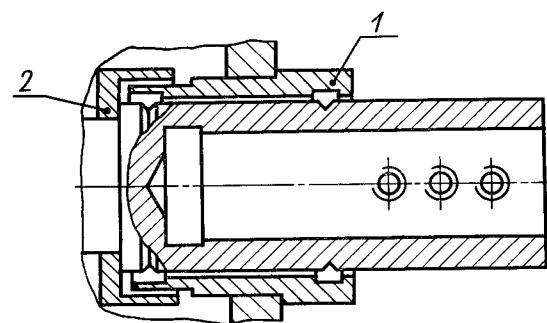
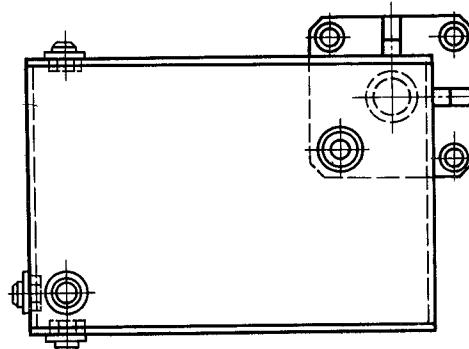


Рис. 3

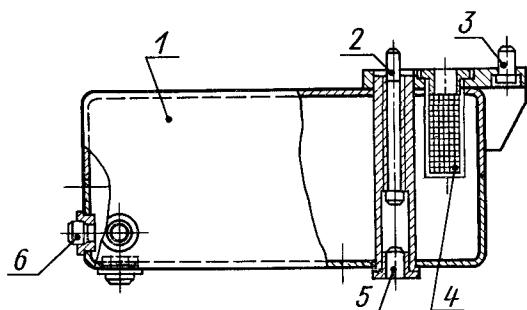


Рис. 4

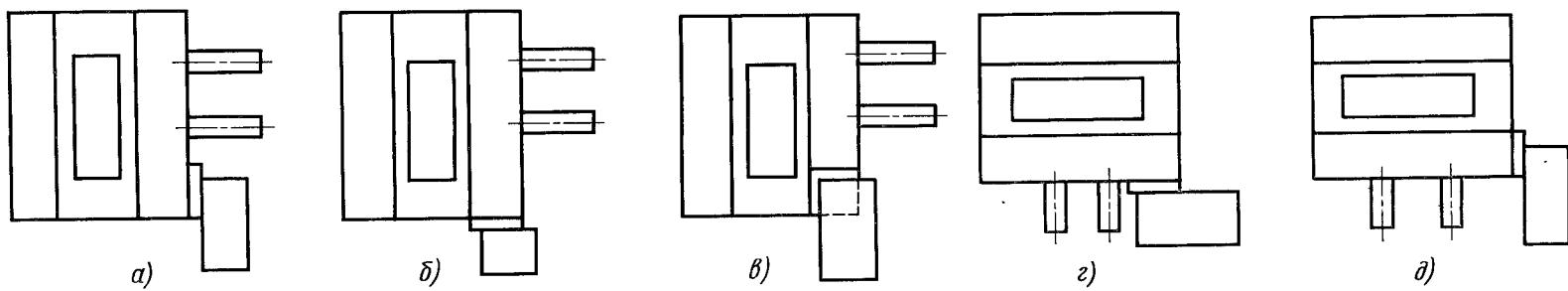


Рис. 5

Перечень составных частей масленки СТП С72-101П

Поз. на рис. 1 листа 35	Наименование	Кол.	Матер-иал
1	Корпус	1	Пластик
2	Крышка	1	Пластик
3	Винт 2M6× ×12 66—05	4	
4	ГОСТ 1491—72 Прокладка	1	Хлор-вивил

Перечень составных частей маслоуказателя МН176—63

Поз. на рис. 2 листа 35	Наименование	Кол.	Материал
1	Прокладка	1	Резина мас- лостойкая
2	Корпус	1	Оргстекло
3	Экран	1	Пластик

пуса 1 с крышкой 2. Устанавливается на корпус шпиндельного узла на прокладке 4, крепится винтами 3.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Маслоуказатель МН176-63 (лист 35, рис. 2) для контроля уровня жидкого смазочного масла состоит из корпуса 2, выполненного из прозрачного оргстекла, экрана 3 и резиновой прокладки 1 и устанавливается на резьбе в отверстии корпуса шпиндельного узла.

Перечень составных частей бесконтактного лабиринтного уплотнения

Поз. на рис. 3 листа 35	Наименование	Кол.	Материал
1	Втулка	1	Ст3
2	Чашка	1	Ст3

4. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Эти устройства препятствуют наружным утечкам масла и защищают смазочную систему шпиндельного узла от загрязнения.

Бесконтактное лабиринтное уплотнение УНЕ3192 (лист 35, рис. 3), устанавливаемое на вращающихся элементах шпиндельного узла,

Перечень составных частей бачка СК1002

Поз. на рис. 4 листа 35	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 4 листа 35	Наименование	Кол.	Матер-иал
1	Корпус	1	Ст3	4	Фильтр	1	
2	Винт	1		5	Заглушка	1	
3	M8×80×48 05 ГОСТ 11738—72	3		6	Пробка K1/4" ОСТ2 С98-3—73	4	Пластик

обладает высокой надежностью и обеспечивает удобство монтажа и демонтажа. Состоит из неподвижной втулки 1, запрессованной в крышку шпиндельного узла, и чашки 2, установленной на вращающемся элементе.

Для уплотнения вращающихся деталей применяются резиновые армированные манжеты. Уплотнение стыков сопрягаемых корпусных деталей производится с помощью прокладочного картона по ГОСТ 9347—74.

На рис. 4 листа 35 показан бачок СК1002 для подачи дополнительного объема жидкого смазочного масла, а на рис. 5 — варианты его установки: *a, b, в* — горизонтальные, *г, д* — вертикальные. Вместимость бачка 3,5 л.

5. СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА

В шпиндельных узлах смазочная система циркуляционная, замкнутая, метод смазывания — автономный, вид — струйный.

Смазочная система шпиндельной коробки горизонтального исполнения (лист 36, рис. 1) состоит из насоса 1, всасывающего трубопровода 2, напорного трубопровода 6, маслораспределителя 7, отводных трубок 8 и лотка 9. Резервуаром для масла служат полости корпусных деталей шпиндельной коробки 10.

Для обеспечения непрерывной циркуляции масла полости, образованные передней крышкой, корпусом и задней плитой, сообщаются между собой через отверстия в передней и задней стенках корпуса. Залив масла в корпус производится через масленку 5, контроль уровня — по маслоуказателю 4, слив — через отверстие с пробкой 3.

Масло от насоса 1 по напорному трубопроводу 6 подается в маслораспределитель 7, откуда по отводным трубкам 8, смонтированным внутри шпиндельной коробки, направляются на ряды 0 и III зубчатых колес и на лоток 9. С лотка масло самотеком попадает на трущиеся поверхности I и II рядов зубчатых колес и, разбрызгиваемое зубчатыми колесами, смазывает подшипники.

Смазочная система шпиндельной коробки вертикального исполнения отличается отсутствием лотка и направлением всего потока масла от маслораспределителя на III ряд зубчатых колес, откуда оно самотеком попадает на зубчатые колеса остальных рядов и на подшипниковые опоры.

Шпиндельные коробки наклонного исполнения смазываются как горизонтальные при угле наклона $<45^\circ$ и как вертикальные при угле наклона $>45^\circ$.

При наличии на шпиндельной коробке дополнительных внешних потребителей смазки (тормоз с электромагнитной муфтой, редуктор доводки шпинделей и т. п.) применяется маслораспределитель 7 с наружным отводом масла в дополнительный узел, откуда через дренажные отверстия оно возвращается в шпиндельную коробку.

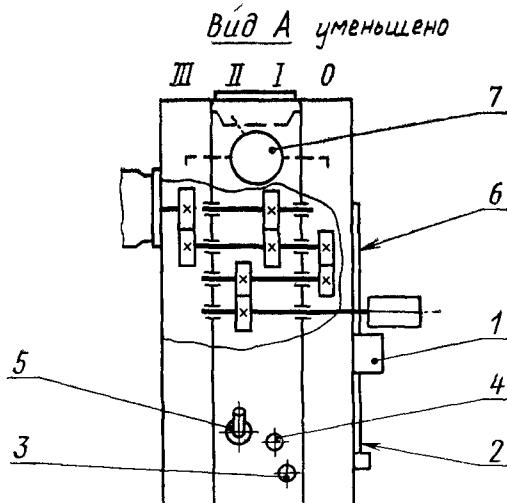
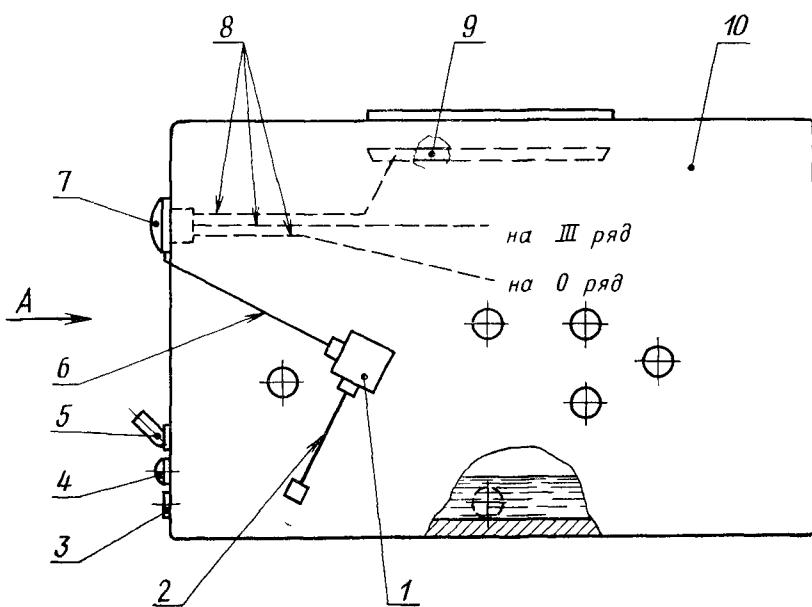


Рис. 1

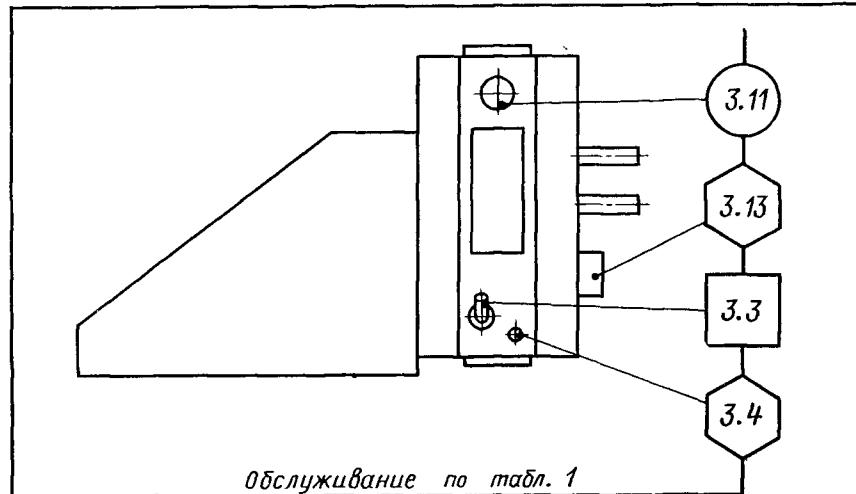


Таблица 1

Наименование операции	Количество материала, л	Обозначение материала	Периодичность операций					Наименование обслуживаемого узла
			День	Неделя	Месяц	3 месяца	6 месяцев	
Контроль подачи масла	-			3.11				Маслораспределитель
Осмотр насоса						3.13		Насос поплавочной
Долив масла		И50А			3.3			Горловина заправная
Смена масла	7,2	И50А					3.4	Пробка сливная

Рис. 2

При установке лопастного насоса внутри шпиндельной коробки всасывающий трубопровод 2 и напорный трубопровод выполняют внутри (под передней крышкой) шпиндельной коробки, а в крышке, для облегчения доступа к насосу, предусматривают окно, закрытое крышкой с прокладкой.

В случаях, когда число отводных трубок от маслораспределителя не обеспечивает смазывание труящихся поверхностей (установка двух пар сменных шестерен в ряду 0, наличие большого числа зубчатых колес в ряду III и т. п.), на корпусе шпиндельной коробки

под передней крышкой или задней плитой дополнительно устанавливают трубчатые маслораспределители закрытого типа с соответствующим числом отводов.

Общее количество масла в смазочной системе шпиндельной коробки вне зависимости от габарита коробки, числа шпинделей и промежуточных валов, наличия дополнительных внешних потребителей смазки должно быть не менее 4 л.

Объем и периодичность обслуживания смазочной системы шпиндельной коробки показаны на рис. 2 листа 35.

Глава VI. КОНСТРУКЦИИ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ КОРОБОК

При выполнении обработки деталей на агрегатных станках наибольшие технологические возможности обеспечиваются в том случае, когда обрабатываемое изделие в процессе резания неподвижно, а главное движение и движение подачи сообщают режущим инструментам. Этим достигают высокой концентрации операций, так как в данном случае можно вести обработку детали одновременно с нескольких сторон многими режущими инструментами.

Многоинструментальная обработка в агрегатных станках и автоматических линиях осуществляется с помощью так называемых шпиндельных коробок, которые представляют собой многоступенчатые редукторы (мультипликаторы), передающие режущим инструментам главное движение от привода (электродвигателя) через элементы кинематической цепи.

Поскольку, как известно, каждый агрегатный станок предназначен для обработки конкретной детали, то варианты параметров шпиндельной коробки — число шпинделей, их диаметры и типы, частоты вращения шпинделей и межцентровые расстояния между ними — практически бесконечны. Это не позволяет создать унифицированные шпиндельные сборочные единицы. Однако задача унификации решается путем применения определенной номенклатуры унифицированных элементов (подузлов и деталей), из которых можно достаточно быстро проектировать и изготавливать шпиндельные коробки оригинальных конструкций, предназначенные для обработки разнообразных конкретных деталей.

К числу таких унифицированных элементов в первую очередь относятся корпусные детали, шпинNELи, валы, зубчатые колеса, приводы, элементы систем резьбонарезания, смазки и др. Отдельные из них могут применяться не только в коробках, но и в других шпиндельных узлах.

Конструкция шпиндельной коробки должна обеспечивать:

- технологичность механической обработки и сборки;
- требуемую точность выходных параметров шпинделей;
- требуемую жесткость конструкции;
- высокую надежность и долговечность элементов, в первую очередь шпинделей, подшипниковых опор и зубчатых колес;
- возможность встраивания вспомогательных механизмов и устройств, расширяющих технологические возможности коробки;
- удобство встраивания в общую компоновку станка;
- возможность применения инструмента с посадочными диаметрами, соответствующими международным стандартам;
- удобство эксплуатации и ремонта.

1. СВЕРЛИЛЬНЫЕ ШПИНДЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ СЕРИИ УНЕ

Сверлильные шпиндельные коробки предназначены для передачи главного движения (крутящего момента) режущему инструменту, выполняющему операции сверления, зенкерования, развертывания, раскатывания, расточки. В отечественном станкостроении применяется единая серия шпиндельных коробок УНЕ, технические данные которых приведены ниже:

Число шпинделей, шт	1 ... 80
Вылеты шпинделей, мм	80 ... 260
Диаметры посадочных отверстий в шпинделях под переходные регулируемые втулки (оправки), мм	14, 16, 20, 25, 26, 28, 36, 44, 48, 60, 80
Частота вращения шпинделей, об/мин	10 .. 3000
Габаритные размеры (без шпинделей), мм:	
толщина <i>L</i>	375 или 395
ширина <i>B</i>	400 ... 1600
высота <i>H</i>	360 ... 1250
Наибольшая масса коробки, кг	2800

Технические данные электрооборудования, применяемого в шпиндельных коробках:

Род тока питающей цепи	Переменный, трехфазный
Частота тока, Гц	50
Напряжение, В	380
Мощности устанавливаемых электродвигателей, кВт	1,1 ... 30

Шпиндельные коробки устанавливают на силовые столы с креплением посредством упорного угольника. В необходимых случаях шпиндельная коробка может быть установлена на силовую головку или непосредственно на силовой стол.

В серию УНЕ входят шпиндельные коробки 23 типоразмеров с габаритными размерами от 360 × 400 до 1250 × 1250 мм в соответствии с ГОСТ 22586—77 «Коробки многошпиндельные агрегатных станков. Основные размеры». Толщина коробок всех типоразмеров одинаковая — 375 мм.

При креплении на переднем торце шпиндельной коробки кондукторных плит, люнетов и т. п. вместо передней крышки, имеющей ширину 90 мм, устанавливают более жесткую заднюю плиту шириной 110 мм. В таком случае толщина шпиндельной коробки увеличивается до 395 мм.

Габариты упорных угольников, посредством которых крепится шпиндельная коробка, как правило, соответствуют габаритам силовых столов и габаритам шпиндельных коробок. Возможность установки шпиндельной коробки с помощью определенного упорного угольника определяется следующими соотношениями:

— наибольшая высота H шпиндельной коробки не должна превышать высоту присоединительного фланца упорного угольника более чем в 1,5 раза;

— наибольшая ширина B шпиндельной коробки не должна превышать ширины присоединительного фланца упорного угольника более чем в 2 раза.

Таблица 26

Типоразмер силового стола (упорного угольника)	Размеры шпиндельной коробки $H \times B$, мм		Число типоразмеров шпиндельных коробок, устанавливаемых на силовой стол
	минимальные	максимальные	
2	360×400	400×500	2
3	360×400	500×800	6
4	450×500	630×1000	9
5	500×630	800×1250	12
6	630×800	1000×1600	12
7	800×1000	1250×1250	9

мальной жесткости системы шпиндельная коробка — упорный угольник. При этом учтена необходимость исключения отрицательного влияния опрокидывающего момента от веса шпиндельной коробки и суммарного изгибающего момента от осевых усилий резания на нормальную работу силового стола.

Симметрия шпиндельной коробки по двум осям делает возможным поворот коробки на 90° , что обеспечивает выбор наиболее оптимального положения корпуса шпиндельной коробки и положительно влияет на общую компоновку агрегатного станка.

На рис. 5 изображена типовая сверлильная шпиндельная коробка серии УНЕ.

Комплект литых деталей шпиндельной коробки включает заднюю плиту, посредством которой шпиндельная коробка крепится к присоединительному фланцу упорного угольника; корпус, несущий опоры шпинделей и промежуточных валов; переднюю крышку, служащую резервуаром для смазки шпиндельных коробок вертикального исполнения. Крышки закрывают монтажные окна корпуса шпиндельной коробки.

В корпусе смонтированы шпиндели, промежуточные валы, приводной вал насоса смазки и вал для поворота шпинделей вручную, что необходимо для удобства доступа к винтам крепления инстру-

мента. При больших диаметрах и вылетах шпинделей монтируются в гильзах.

Шпинделы монтируют на радиальных шарикоподшипниках класса 5, осевую составляющую усилий резания воспринимает упор-

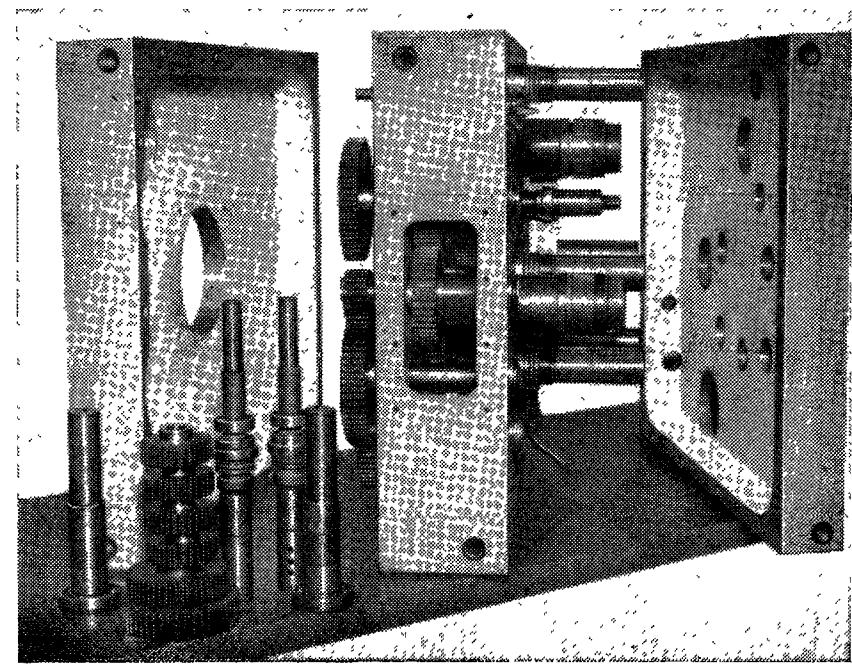


Рис. 5. Шпиндельная коробка серии УНЕ

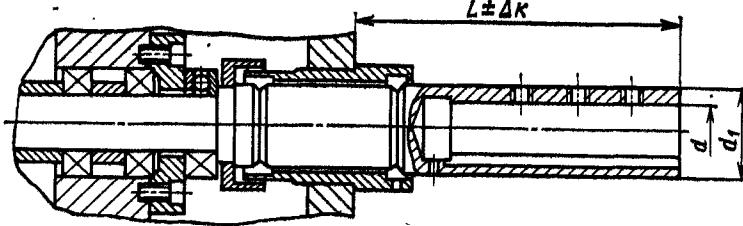


Рис. 6. Головная часть шпинделя

ный подшипник класса 6. Промежуточные валы монтируются на радиальных шарикоподшипниках класса 0.

Вращение от электродвигателя передается через эластичную втулочно-пальцевую муфту, смонтированную в приводе.

Необходимую частоту вращения шпинделей обеспечивает система зубчатых колес, установленных в четырех рядах (0, I, II, III).

Зубчатые колеса, расположенные под передней крышкой, могут служить сменными колесами при необходимости изменения частоты вращения шпинделей. Унифицированные шпинделы выполнены в соответствии с ГОСТ 13876—76 «Концы шпинделей агрегатных и многошпиндельных сверлильных станков». Основные размеры». На рис. 6 и в табл. 27 указаны диаметры и переменные вылеты унифицированных шпинделей, применяемых в сверлильных и сверлильно-резьбонарезных шпиндельных коробках.

Таблица 27

Размеры в мм

d	d_1	L
14		
16	25	От 80 до 155, через 5 мм
20	32	От 100 до 175, через 5 мм
25	37	
26		От 100 до 200, через 5 мм
28	40	
36	50	От 100 до 220, через 6 мм
44	65	От 120 до 240, через 6 мм
48	67	
60	90	От 140 до 260, через 10 мм
80	110	От 160 до 260, через 10 мм

вращения резьбонарезных шпинделей, электротормозом и счетным механизмом, управляющим циклом резьбонарезания.

В качестве резьбонарезных шпинделей применяются унифицированные сверлильные шпинделы.

Постоянство рабочей подачи на один оборот метчика обеспечивается посредством резьбовых копиров с подачей каждого метчика по индивидуальной копирной гайке, установленной в кондукторной плите.

3. РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ШПИНДЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ

Шпиндельные коробки, применяемые для выполнения резьбонарезных операций, являются модификацией шпиндельных коробок сверлильного типа. Их можно устанавливать как на перемещаемых силовых столах, так и стационарно (неподвижно).

Перемещаемые шпиндельные коробки горизонтального исполнения (рис. 7, а) крепятся к силовому столу 1, как правило, посредством установочной плиты 2. Коробки вертикального исполнения (рис. 7, б), а при необходимости и коробки горизонтального исполнения крепятся к силовому столу 1 посредством упорного угольника 2.

При стационарной установке резьбонарезных шпиндельных коробок особое внимание обращают на обеспечение удобства смены инструмента при его затуплении или поломке.

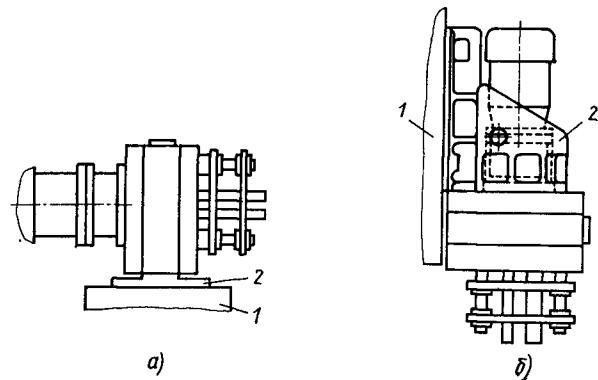


Рис. 7. Крепление резьбонарезных коробок:
а — горизонтального исполнения; б — вертикального исполнения

Основными отличительными элементами конструкции резьбонарезной шпиндельной коробки являются резьбонарезные пиноли, установленные в приставке. Постоянство рабочей подачи на один оборот метчика достигается применением в пиноли индивидуальной копирной пары (копир—гайки).

Приставка смонтирована на передней крышке шпиндельной коробки на штангах.

Главное движение (вращение резьбонарезных шпинделей) передается резьбонарезному инструменту от электродвигателя через электротормоз и систему промежуточных валов и зубчатых колес.

Счетный механизм может быть установлен на передней крышке шпиндельной коробки, задней плите или на боковых стенках корпуса.

Соединение резьбонарезных пинолей со шпинделем может быть выполнено как посредством шлицев, так и посредством закладной шпонки (в пинолях малых габаритов).

4. ЗАЩИТА ШПИНДЕЛЬНЫХ КОРОБОК ОТ ПОПАДАНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Шпиндельные коробки горизонтального или наклонного исполнения, работающие в условиях обильного охлаждения режущего инструмента, снабжаются устройствами, препятствующими проникновению смазочно-охлаждающей жидкости в полость узла.

Выбор способа защиты шпиндельной коробки зависит от следующих факторов:

- расстояния между соседними шпинделеми;
- вылета шпинделей от переднего торца коробки;
- окружных скоростей шпинделей.

Конструктивно защита шпиндельной коробки может быть выполнена одним из следующих способов:

- бесконтактными лабиринтными уплотнениями;
- экранированием;
- контактными уплотнениями;
- сжатым воздухом.

Бесконтактные лабиринтные уплотнения (лист 37, рис. 1) являются наиболее простым и надежным средством защиты, однако установка их лимитируется межцентровыми расстояниями между уплотняемыми шпинделеми и их вылетами, так как стопорные винты не должны перекрываться лабиринтной втулкой.

Уплотнение состоит из неподвижной втулки 1, запрессованной в переднюю крышку, и вращающейся втулки 5, которая с помощью винта 2 и проставки 3 закреплена на шпинделе.

Резиновое кольцо 4 установлено для предотвращения просачивания смазочно-охлаждающей жидкости по наружной поверхности шпинделя.

Экранирование шпиндельной коробки (лист 37, рис. 2) заключается в установке тонкого листа (экрана) на передней крышке шпиндельной коробки.

Перечень составных частей бесконтактного лабиринтного уплотнения

Поз. на рис. 1 листа 37	Наименование	Кол.	Материал
1	Втулка	1	Сталь 45
2	Винт $M6 \times 8.66.05$ ГОСТ 1476—75	1	
3	Проставка 4.5×2 ОСТ2 К79-1—71	1	
4	Кольцо * ГОСТ 9833—73	1	
5	Втулка	1	Сталь 45

* Размер кольца зависит от диаметра шпинделя.

Лист в виде кожуха устанавливают на уплотняющей прокладке 1 и крепят винтами 2. На шпиндель надевают две резиновые манжеты 4, отсекающие при вращении шпинделя смазочно-охлаждающую жидкость.

Установка манжет лимитируется межцентровыми расстояниями между уплотняемыми шпинделеми и их вылетами.

Защитный кожух может быть выполнен общим для всех шпинделей или индивидуальным для каждого шпинделя или группы шпинделей.

Перечень составных частей защитного устройства с экраном

Поз. на рис. 2 листа 37	Наименование	Кол.	Материал
1	Прокладка	1	Полихлор-винил
2	Винт $2M6 \times 12.66.05$ ГОСТ 17473—72	8	
3	Кожух	1	Ст3
4	Манжета * ГОСТ 6969—54	2	

* Размер манжеты зависит от диаметра шпинделя.

Контактные уплотнения (лист 37, рис. 3) осуществляются стандартными армированными манжетами по ГОСТ 8752—79. Манжета 3 установлена во фланце 1 и закрыта крышкой 4, закрепленной винтами 2. Фланец на прокладке 6 из полихлорвинала крепится винтами 5 к передней крышке шпиндельной коробки.

Перечень составных частей контактного уплотнения

Поз. на рис. 3 листа 37	Наименование	Кол.	Материал
1	Фланец	1	Сталь 45
2	Винт $2M4 \times 8.48.05$ ГОСТ 17473—72	4	
3	Манжета * ГОСТ 8752—79	1	
4	Крышка	1	Сталь 45
5	Винт $2M6 \times 16.66.05$ ГОСТ 1491—80	4	
6	Прокладка	1	Полихлор-винил

* Размер манжеты зависит от диаметра шпинделя.

Защита сжатым воздухом (лист 37, рис. 4) применяется при плотном расположении и коротких вылетах шпинделей.

Воздух подается через концевое присоединение 1 во фланец 3, прикрепленный винтами 4 к передней крышке шпиндельной коробки, и выходит в кольцевой зазор между вращающимся шпинделем и фланцем, препятствуя проникновению смазочно-охлаждающей жидкости в полость шпиндельной коробки.

Часть сжатого воздуха может проникнуть в полость шпиндельной коробки, повысить давление и вызвать вселение жидкой смазки. Для предотвращения вытекания вспененной смазки через маслозаливную горловину на передней крышке шпиндельной коробки устанавливают воздушный фильтр (лист 37, рис. 5).

Фильтр крепится посредством штуцера 2 и состоит из корпуса 3, колпака 1 и стакана 4 с сеткой 5.

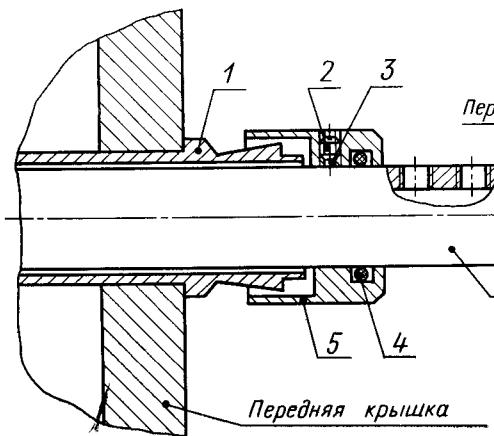


Рис. 1

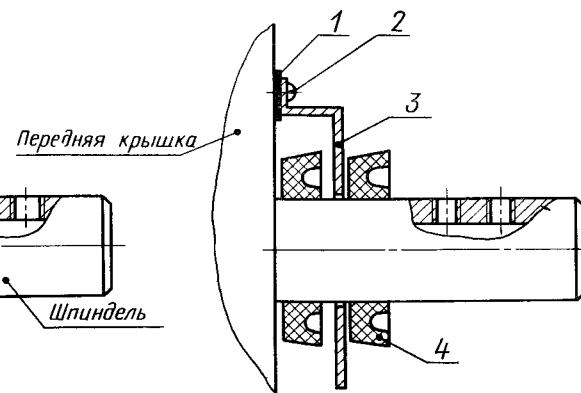


Рис. 2

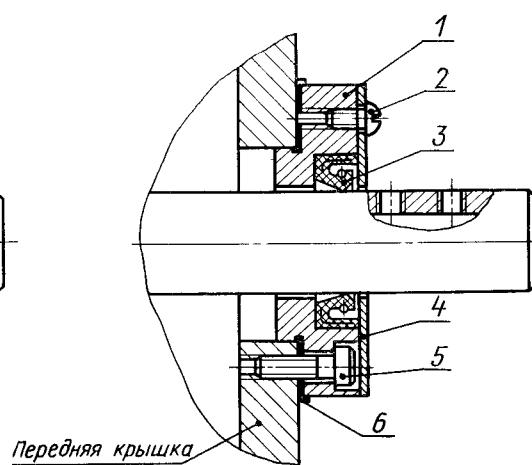


Рис. 3

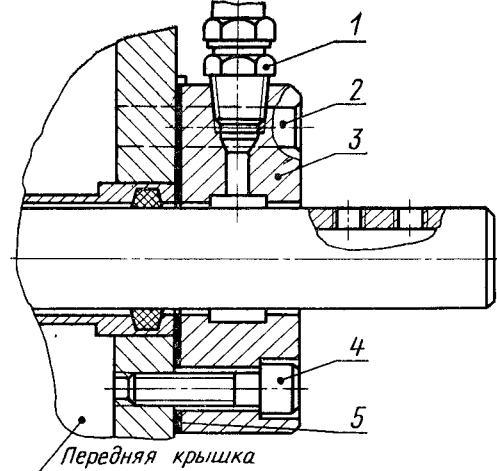


Рис. 4

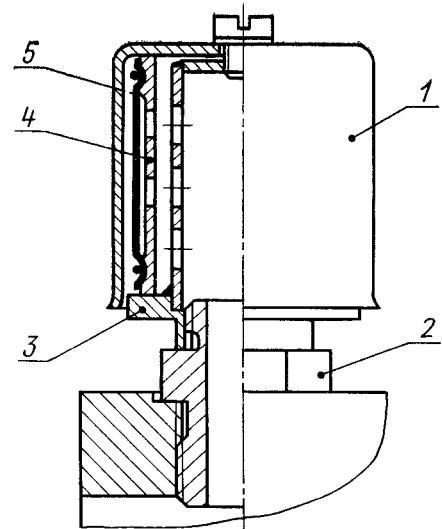


Рис. 5

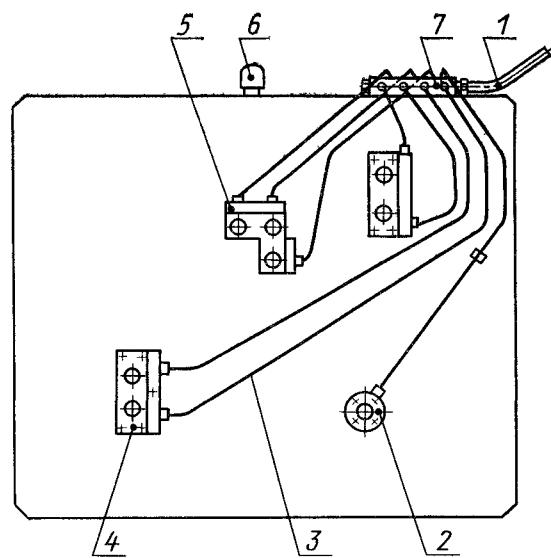


Рис. 6

Перечень составных частей устройства защиты сжатым воздухом

Поз. на рис. 4 листа 37	Наименование	Кол.	Материал
1	Присоединение	1	
2	Штифт	2	
3	Фланец	1	Сталь 45
4	Винт M8×35.48.05 ГОСТ 11738—72	4	
5	Прокладка	1	Полихлор-винил

Сжатый воздух, подаваемый к шпинделем под давлением 0,1 МПа, должен быть предварительно подготовлен в соответствии с ГОСТ 11882—73 «Воздух для питания пневматических приборов и средств автоматизации. Технические требования и методы испытаний».

Подача сжатого воздуха включается одновременно с подачей смазочно-охлаждающей жидкости, выключается — с окончанием подачи.

Управление подачей сжатого воздуха может осуществляться электрически от электромагнита или механический от путевого крана.

На рис. 6 листа 37 дан пример системы подвода сжатого воздуха к шпинделю. Система состоит из гибкого шланга 1, распределителя 7, установленного на передней крышке шпиндельной коробки, патрубка 3, фланцев 2, 4, 5, фильтра 6.

5. НОРМЫ ТОЧНОСТИ

Точность шпиндельных сборочных единиц является одним из основных условий, которые обеспечивают точность обработки деталей на агрегатном станке или автоматической линии, и должна соответствовать точности оборудования класса Н по ГОСТ 8—77 «Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность». Каждая шпиндельная сборочная единица подвергается контролю точности при изготовлении, а затем периодически в процессе эксплуатации. В последнем случае определяющими критериями необходимости контроля шпиндельной сборочной единицы является недостаточная точность обрабатываемой детали или повышенный износ кондукторных втулок для направления режущего инструмента.

Существуют четыре вида проверок, проводимых в соответствии с ГОСТ 23856—79 «Коробки шпиндельные. Нормы точности» в зависимости от способа базирования сборочной единицы в следующем объеме:

Базирование:

по торцовой плоскости
по плоскости основания или в комплекте с упорным угольником

Проверка

1, 2, 4
1, 3, 4

Проверка 1. Проверяют радиальное биение внутренней базирующей поверхности шпинделя:

- у торца шпинделя (допуск 30 мкм);
- на расстоянии L от торца шпинделя (при $L = 150$ мм допуск 40 мкм).

Метод проверки — см. ГОСТ 22267—76 п. 15.3.2.

Проверка 2. Проверяют перпендикулярность осей вращения шпинделей привалочной плоскости шпиндельной коробки (на длине $L = 150$ мм допуск 70 мкм).

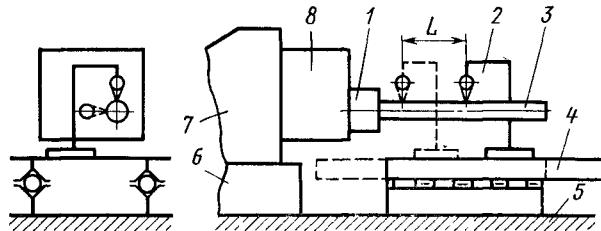


Рис. 8. Схема проверки точности шпиндельной коробки

Шпиндельную коробку 8 (рис. 8) в сборе с упорным угольником 7 устанавливают на поверочную плиту 6 измерительного стенда 5. Ось шпинделя 1 воспроизводится цилиндрической контрольной оправкой 3. Измерительный прибор 2 устанавливают на подвижной каретке 4 стенд 5 так, чтобы наконечник измерительного прибора касался цилиндрической поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей. Каретка с измерительным прибором перемещается по направляющим стенда. Измерения производятся в точках, отстоящих друг от друга на расстоянии L , дважды. Перед вторым измерением шпиндель поворачивают вокруг оси на 180° .

Отклонение от перпендикулярности в каждой плоскости измерения равно полусумме двух алгебраических разностей показаний измерительного прибора в диаметрально расположенных точках.

Проверка 3. Проверяют параллельность осей вращения шпинделей плоскости основания упорного угольника (на длине $L = 150$ мм допуск 70 мкм).

Проверка производится тем же методом, что и проверка 2.

Отклонение от параллельности в каждой плоскости измерения равно полусумме двух алгебраических разностей показаний измерительного прибора в диаметрально расположенных точках.

Проверка 4. Проверяют взаимную параллельность осей вращения шпинделей (на длине $L = 150$ мм допуск 25 мкм).

Метод проверки следующий: взаимную параллельность осей вращения шпинделей рассчитывают по результатам проверок 2 или 3.

Отклонение от параллельности любой пары шпинделей определяется как алгебраическая разность отклонений от параллельности (перпендикулярности) этих шпинделей относительно базы измерения отклонений, полученных по результатам проверок 2 или 3. Для определения максимального отклонения от параллельности осей вращения шпинделей в каждой из плоскостей измерения (горизонтальной и вертикальной) следует найти алгебраически наибольшее и наименьшее отклонения по результатам проверок 2 или 3 в каждой

из плоскостей измерения, затем определить алгебраическую разность этих значений, которая и даст искомую величину.

Выверка шпиндельной коробки на соосность с кондукторными втулками производится при монтаже на станке по двум шпинделям.

Для выверки выбирают шпинNELи, которые имеют жесткое крепление инструмента, наиболее разнесены друг от друга и обрабатывают наиболее точные отверстия.

У горизонтальных и наклонных шпинделей большое значение имеет их жесткость, которая определяется диаметром опорных шеек шпинделей и вылетом головной части.

Глава VII. КОНСТРУКЦИИ РАСТОЧНЫХ И ФРЕЗЕРНЫХ УЗЛОВ

1. РАСТОЧНЫЕ И ПОДРЕЗНО-РАСТОЧНЫЕ УЗЛЫ

Отделочно-расточные головки (лист 38) класса точности П предназначены для сообщения инструменту вращательного движения при выполнении операций тонкого растачивания, обтачивания цилиндрических поверхностей, подрезки торцов, врезки канавок.

Основные технические данные головок приведены в табл. 28.

Таблица 28

Параметр, мм	Показатель для головок габарита			
	1	2	3	4
<i>D</i>	120	140	170	200
<i>H</i>	100		140	
<i>D</i> ₁	16		25	
<i>D</i> ₂	90	110	130	160
<i>d</i>	M10		M12	
<i>D</i> ₃	36		60	
Условные диаметры растачиваемых отверстий	8 ... 32	20 ... 63	50 ... 125	100 ... 250
Габаритные размеры	<i>B</i>	140	170	200
	<i>C</i>	170	185	240
Наибольшая частота вращения шпинделья, об/мин	5000	3150	2000	1250

Головки устанавливаются стационарно на основании станка или монтируются на столе повышенной точности со специальной платформой.

На рис. 2 листа 38 показана обработка платформы силового стола для установки отделочно-расточной головки.

Необходимая частота вращения шпинделья обеспечивается подбором шкивов и двигателя.

Отделочно-расточная головка устанавливается в Т-образных пазах и крепится болтами 18 и гайками 19 (лист 38, рис. 3). Точная установка и фиксация оси шпинделя по ходу стола производится винтами 20 с помощью толкателей 21, которые прижимаются к укрепленным в Т-образных пазах сухарям 17.

Для регулирования оси шпинделя по высоте между корпусом 5 головки и платформой силового стола устанавливают компенсаторные планки 16.

Шпиндель 1 смонтирован в корпусе на прецизионных сдвоенных радиально-упорных шарикоподшипниках 8, внутренние кольца которых установлены в распор и затянуты гайкой 14 через распорную втулку 7. Сдваивание подшипников производится с помощью компенсационных колец 3 и 4. Наружные кольца подшипников передней опоры прижаты фланцем 2 к торцу втулки 6, закрепленной в корпусе головки штифтами. Расточная оправка центрируется хвостовиком в отверстии шпинделя и крепится к его фланцу.

Перечень составных частей отделочно-расточной головки

Поз. на рис. 3 листа 38	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 3 листа 38	Наименование	Кол.	Матер- иал
1	Шпиндель	1	Сталь 12ХН3А	10	Шкив	1	Чугун (алюминий)
2	Фланец	1	Сталь 45				
3	Компенсационное кольцо	2	Сталь 40Х	11	Шпонка	1	
4	Компенсационное кольцо	2	Сталь 40Х	12	Шайба	1	
5	Корпус	1	Чугун СЧ 30	13	ГОСТ 11872—8		
6	Втулка	1	Сталь 45	14	Гайка	1	Сталь 45
7	Втулка распорная	1	Сталь 45	15	Гайка	1	Сталь 45
8	Подшипник	4		16	Кольцо	1	Сталь 45
	ГОСТ 520—71			17	Компенсатор- ная планка	4	Сталь 45
9	Крышка	1	Сталь 45	18	Сухарь	2	Сталь 45
				19	Болт	4	Сталь 45
				20	Гайка	4	Сталь 45
				21	Винт	4	Сталь 45
					Толкатель	4	Сталь 45

Примечание. Класс точности и размеры подшипника, а также размеры стандартных изделий зависят от габарита головок.

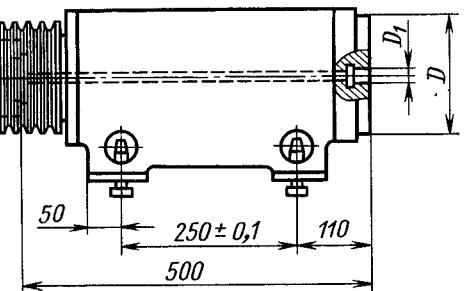
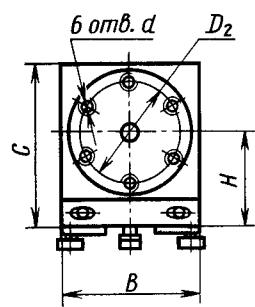


Рис. 1

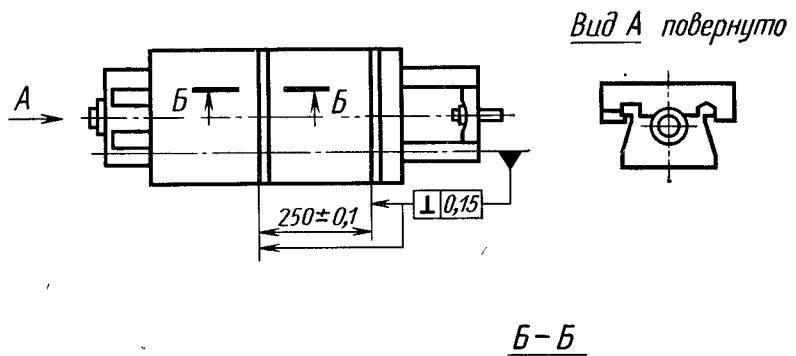
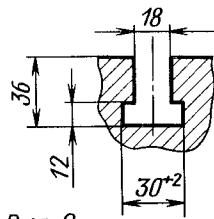
*Б-Б*

Рис. 2

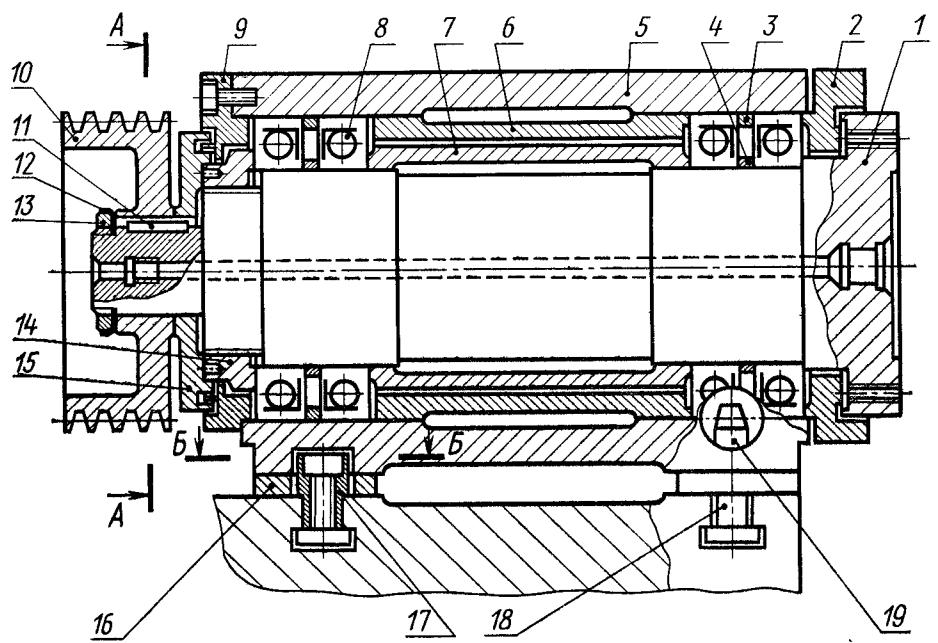
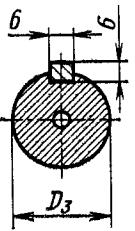
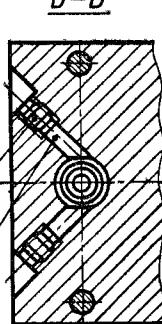


Рис. 3



20 21

*Б-Б*

На хвостовой части шпинделя установлен шкив 10, закрепленный гайкой 13 и шайбой 12. Крутящий момент передается шпонкой 11.

Крышка 9 и кольцо 15 образуют лабиринтное уплотнение. В шпинделе выполнено сквозное отверстие для подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания через инструмент.

Нормы точности головок в соответствии с ГОСТ 11576—74 «Станки отделочно-расточные горизонтальные с подвижным столом. Нормы точности» приведены в табл. 29.

Таблица 29

Наименование проверки	Габарит головки	Допуск, мкм	Наименование проверки	Габарит головки	Допуск, мкм
Осьвое биение шпинделя	1	3	Радиальное биение оси вращения шпинделя	1	4
	2	3		2	4
	3	4		3	5
	4	5		4	6
Торцовое биение шпинделя	1	5	на расстоянии 200 мм от торца	1	5
	2	5		2	5
	3	6		3	6
	4	8		4	8

Расточные пинольные головки (лист 39) с гидравлическим приводом мод. 6У4951 и 6У4961 предназначены для чистовой расточки отверстий с одновременной обработкой буртов и торцов на заданную глубину. Точность обработки отверстий соответствует ГОСТ 2186—75 «Бабки расточных агрегатных станков. Нормы точности» (для бабок класса точности П). Точность обработки торцов 0,05 мм при замере от точки контакта шупа с обрабатываемой деталью.

Головки устанавливаются на силовых столах в горизонтальном или наклонном положениях. При наклонном расположении головки шпинделем вниз с углом наклона более 10° пиноль уравновешивается грузом на тросе или цепи.

Технические данные пинольных расточных головок приведены в табл. 30, а габаритные и присоединительные размеры — в табл. 31 и на листе 39.

В корпусе 3 (лист 39) по V-образной направляющей перемещается пиноль 2, удерживаемая Г-образными прижимными планками 19 и 20. Привод осевого перемещения пиноли — от гидравлического цилиндра 12, корпус которого связан с пинолью плитой 13,

Параметр	Показатель для модели	
	6У4951	6У4961
Диаметр шейки шпинделя, мм	100	120
Ход пиноли, мм	80	
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	120	170
Усилие подачи при давлении 3 МПа, Н	4500	
Рабочая подача минимальная, мм/мин	10	
Наибольшая частота вращения шпинделя, об/мин	1500	

Таблица 31

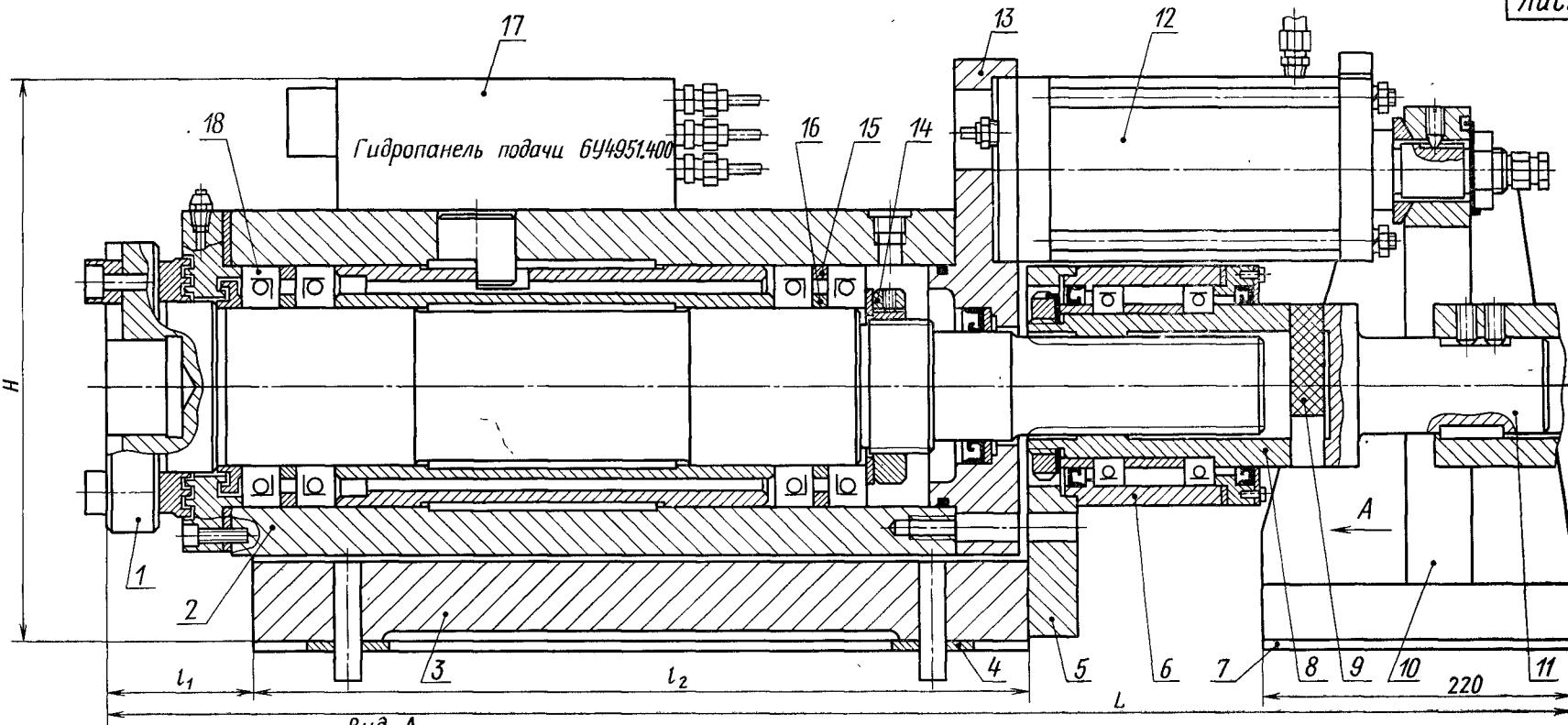
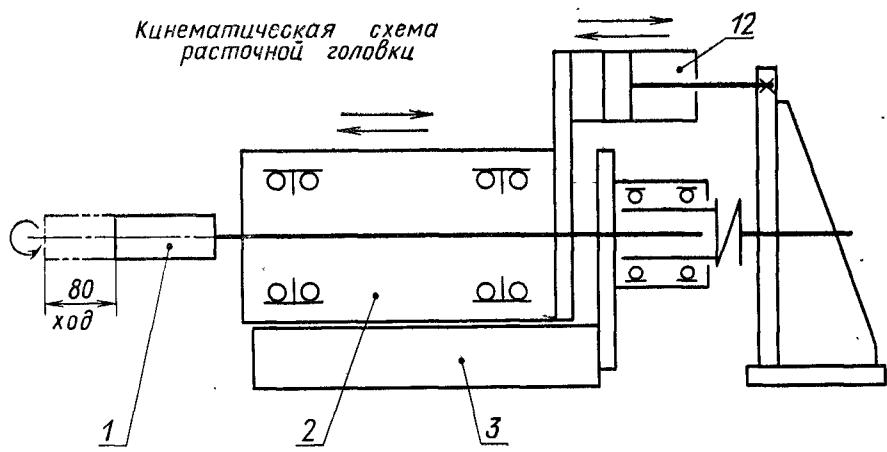
Модель головки	Размеры в мм											
	L	l_1	l_2	H	H_1	H_2	B	C	D	D_1	d	d_1
6У4951	1113	90	655	380	160	110	315	65	180	148	60	M16
6У4961	1298	100	830	420	185	125	395	84	230	188	80	M20

а шток закреплен в кронштейне 10. Управление работой гидроцилиндра осуществляется с помощью гидропанели 17 на верхней плоскости пиноли.

Шпиндель 1 смонтирован в пиноли на четырех шариковых радиально-упорных подшипниках 18, затянутых гайкой 14. Зазоры в подшипниках регулируются за счет разности размеров втулок 15 и 16. Шлицевой конец шпинделя входит в шлицевое отверстие валика-полумуфты 8, которая смонтирована на подшипниках в стакане 6, закрепленном на кронштейне 5. Регулировка кронштейна относительно оси шпинделя производится компенсаторами 7. Валик-полумуфта 8 через упругий элемент 9 соединяется с валиком-полумуфтой 11, установленным в выходном валу привода вращения.

Для подвода к обрабатываемой детали головка на компенсаторах 4 устанавливается на платформе силового стола. Головка вступает в работу при рабочем положении платформы на упоре. При включении электромагнита на гидропанели пиноль перемещается вперед со скоростью рабочей подачи.

При взаимодействии следящего золотника гидропанели с торцом обрабатываемой детали или со специальным упором происходит переключение скорости перемещения пиноли на вторую (замедленную) рабочую подачу и включается реле времени.

Кинематическая схема
расточной головки

Режим первой рабочей подачи соответствует расточке отверстия, а второй рабочей подачи — подрезке буртов или торцов детали.

Крайнее переднее положение пиноли (конец обработки) определяется жестким упором, закрепленным на переднем торце пиноли и упирающимся в конце хода в торец обрабатываемой детали, либо самим следящим золотником гидропанели. В последнем случае золотник, остановленный обрабатываемой деталью для переключения на вторую рабочую подачу, при дальнейшем движении пиноли вперед продолжает утапливаться в корпус гидропанели и затем останавливает пиноль.

Размер по глубине обработки бурта на каждой головке выдерживается от точки, в которую упирается жесткий упор или упор следящего золотника.

На листе 39 представлена также кинематическая схема расточной головки.

Перечень составных частей расточной пинольной головки

Поз. на листе 39	Наименование	Код.	Материал	Поз. на листе 39	Наименование	Код.	Материал
1	Шпиндель	1	Сталь 12ХН3А	11	Валик-полумуфта	1	Сталь 40Х
2	Пиноль	1	Чугун СЧ 30	12	Гидроцилиндр	1	
3	Корпус	1	Чугун СЧ 30	13	Плита	1	Сталь 45
4	Компенсатор	2	Ст3	14	Гайка	1	Сталь 45
5	Кронштейн	1	Сталь 45	15	Втулка	2	Сталь 45
6	Стакан	1	Сталь 45	16	Втулка	2	Сталь 45
7	Компенсатор	2	Ст3	17	Гидропанель 6У4951—400	1	
8	Валик-полумуфта	1	Сталь 40Х	18	Подшипник * ГОСТ 831—75	4	
9	Элемент упругий	6	Резина	19	Планка	1	Сталь 40Х
10	Кронштейн	1	Ст3	20	Планка	1	Сталь 40Х

* Размеры подшипника зависят от габарита головки.

Нормы точности головок:

Радиальное биение внутренней базирующей поверхности шпинделя	Допуск, мкм
	6 (у переднего торца шпинделя)
Осевое биение шпинделя	8
Торцовое биение фланца шпинделя	10
Параллельность оси вращения шпинделя нижней базовой плоскости основания головки	10 (на длине 250 мм)
Параллельность оси вращения шпинделя направлению перемещения пиноли	6 (на длине 80 мм)

Подрезно-расточные бабки (листы 40 и 41) предназначены для обработки торцевых поверхностей или проточки канавок резцами, закрепленными на каретке, и для расточки или обточки деталей резцами, закрепленными на корпусе планшайбы. Расточка может производиться также резцами, закрепленными на каретке.

Расточка отверстий и подрезка торцов производится одновременно или последовательно.

Продольное перемещение бабки, в том числе подача при расточных операциях, осуществляется силовым столом.

Подрезно-расточная бабка в комплекте с силовым столом может работать по одному из циклов, показанных на рис. 9.

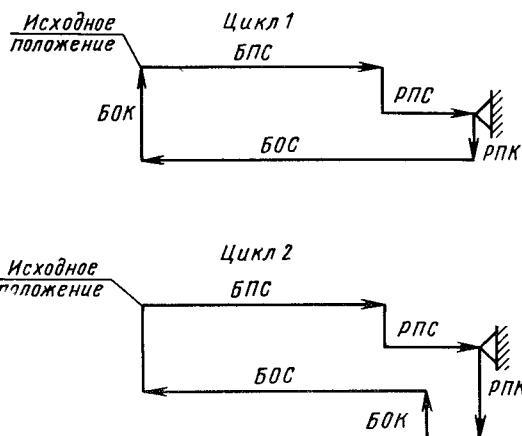


Рис. 9. Циклы работы подрезно-расточных бабок

Подрезно-расточные бабки компонуются с широким использованием унифицированных элементов.

В комплект бабки (лист 40, рис. 1) входят расточная бабка 2 (УЕ4111 ... УЕ4117), привод главного движения 3 (с цилиндрической зубчатой передачей УЕ4652 ... УЕ4657 или с зубчато-ременной передачей УЕ4641 ... УЕ4646), планшайба 1 (УН4283 ... УН4287) и механизм поперечной подачи 4 (УН4743 ... УН4746).

Приводы с зубчато-ременными передачами применяются преимущественно при большой частоте вращения шпинделя, например, при обработке деталей из алюминиевых сплавов.

Габаритные и присоединительные размеры подрезно-расточных бабок приведены в табл. 32, а основные технические данные — в табл. 33.

Планшайба 7 (лист 40, рис. 2) служит для установки режущего инструмента и осуществления поперечной подачи в процессе резания. Шпиндель приводится во вращение электродвигателем через привод главного движения. Планшайба 7 закреплена на фланце шпинделя. Движение каретки 5 в радиальном направлении осуществляется через реенную передачу тягой 1 от гидроцилиндра, расположенного

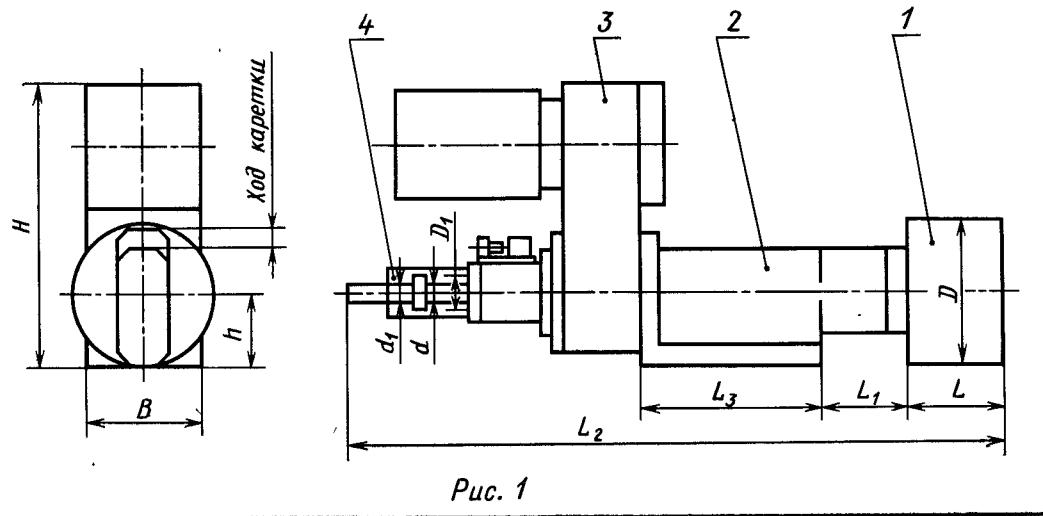


Рис. 1

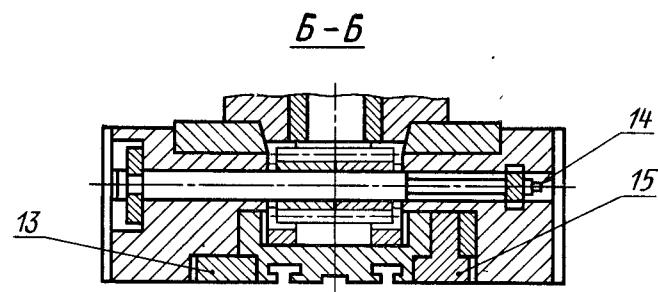
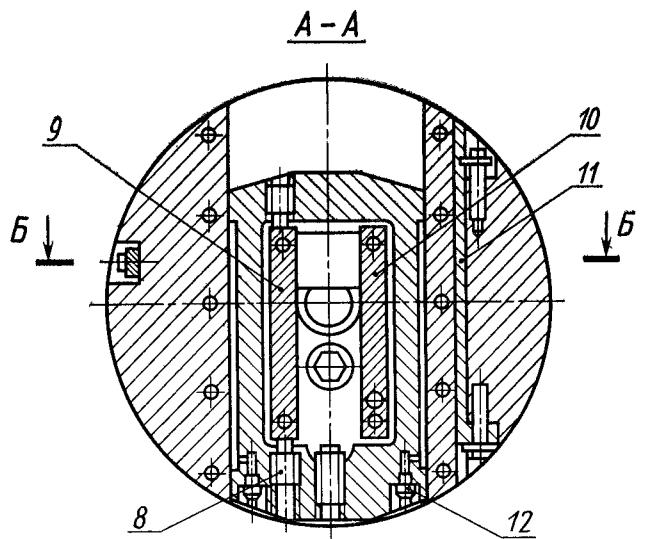
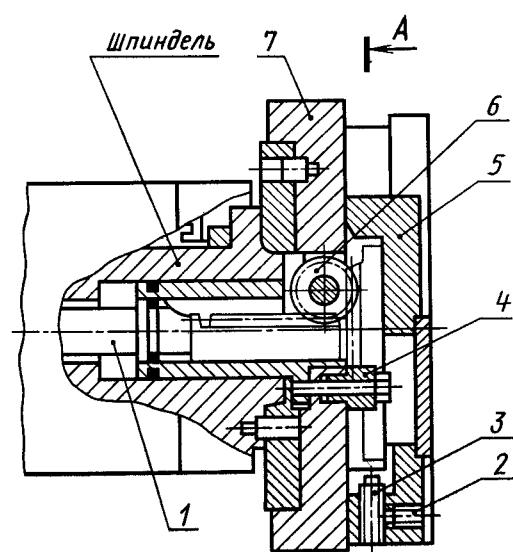


Рис. 2

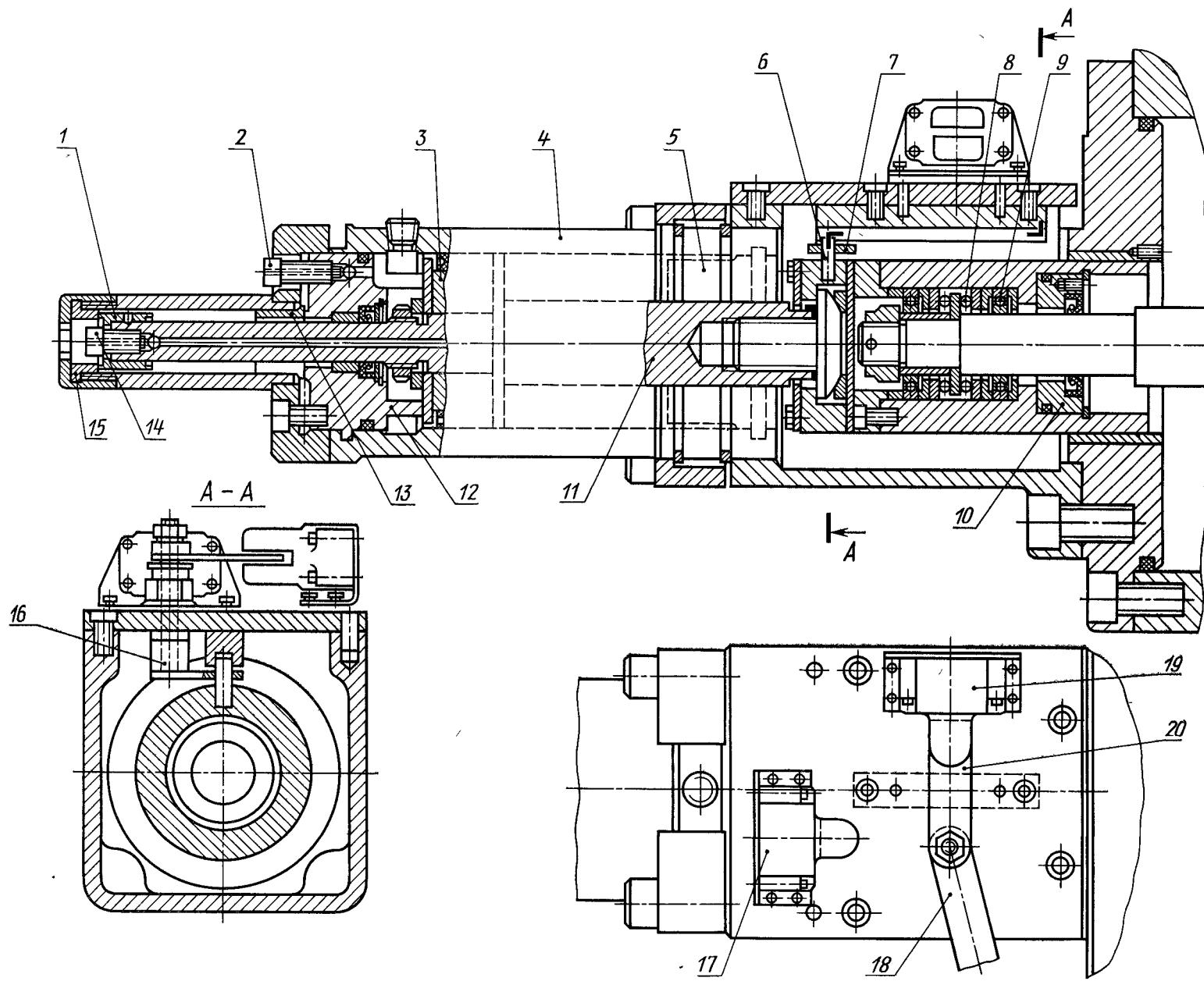


Таблица 32

Размеры в мм

Габарит	<i>D</i>	<i>D₁</i>	<i>d</i>	<i>d₁</i>	<i>L</i>	<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	<i>L₃</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>h</i>
3	250	80	40	20	105	160	1245	320	200	505	125
4	320	100	50	25	120	200	1530	400	250	635	160
5	400	100	50	25	140	250	1720	500	320	750	200
6	500	125	60	30	160	320	2135	630	400	950	250
7	630	125	60	30	190	320	2375	800	500	1130	320

Таблица 33

Параметр	Показатель для бабок габарита				
	3	4	5	6	7
Наибольший допускаемый крутящий момент на шпинделе, Н·м	320	630	1250	2500	5000
Наибольший допускаемый изгибающий момент окружной силы резания относительно зеркала каретки, Н·м	100	200	400	800	1600
Допускаемое усилие резания на резцах каретки с одной стороны от оси вращения, кг	250	400	630	1000	1600
Наибольшее усилие подачи на каретке, кг	125	200	320	500	800
Наибольший ход каретки, мм	50	60	80	100	125
Скорость быстрого хода (отвода каретки), м/мин	5	4,5	4,5	4,5	4,5
Диапазон поперечных подач, мм/мин	17 ... 450	11 ... 450	11 ... 450	7 ... 400	7 ... 400
Номинальное давление в гидросистеме, МПа	2	2	3	3	5
Наибольшая частота вращения планшайбы *, об/мин	650	550	550	500	400

* При частоте вращения, составляющей 50 % и более от наибольшей, рекомендуется ход каретки распределять равномерно относительно оси шпинделя, а резцодержавку, установленную на каретке, уравновешивать таким же грузом, расположенным на каретке с противоположной стороны на том же радиусе.

в механизме поперечной подачи. Рейка на конце тяги находится в зацеплении с двумя зубчатыми колесами 6, которые, в свою очередь, входят в зацепление с рейками 9 и 10, закрепленными на каретке. Спаренная реечная передача необходима для того, чтобы ликвидировать зазоры в механизме с помощью смещения рейки 9 винтами 8. Смещение делается так, чтобы рейка 10 работала на подачу инструмента. Выбор зазора в направляющих каретки осуществляется пригонкой планок 13 и 15 и регулировкой клина 11.

Точное переднее положение каретки обеспечивается регулировочным винтом 3, который в переднем положении доходит до упора 4.

Перечень составных частей планшайбы

Поз. на рис. 2 листа 40	Наименование	Кол.	Материал	Поз. на рис. 2 листа 40	Наименование	Кол.	Материал
1	Тяга	1	Сталь 18ХГТ	9	Рейка	1	Сталь 20Х
2	Винт	1	Сталь 35	10	Рейка	1	Сталь 20Х
3	Винт	1	Сталь 35	11	Клин	1	Сталь 45
4	Упор	1	Сталь 40Х	12	Масленка	1	
5	Каретка	1	Сталь 45	13	Планка	1	Сталь 45
6	Зубчатое колесо	2	Сталь 18ХГТ	14	Масленка	1	
7	Планшайба	1	Чугун СЧ 30	15	Планка	1	Сталь 45
8	Винт	2	Сталь 35				

Механизм поперечной подачи (лист 41) состоит из гидроцилиндра, блока подшипников и электрических упоров управления.

В гидроцилиндре предусмотрена возможность выпуска воздуха из обеих полостей через клапаны 2 и 14. Крайние положения штока 11 гидроцилиндра определяются упорами 13 и 15, в которые упирается гайка 1.

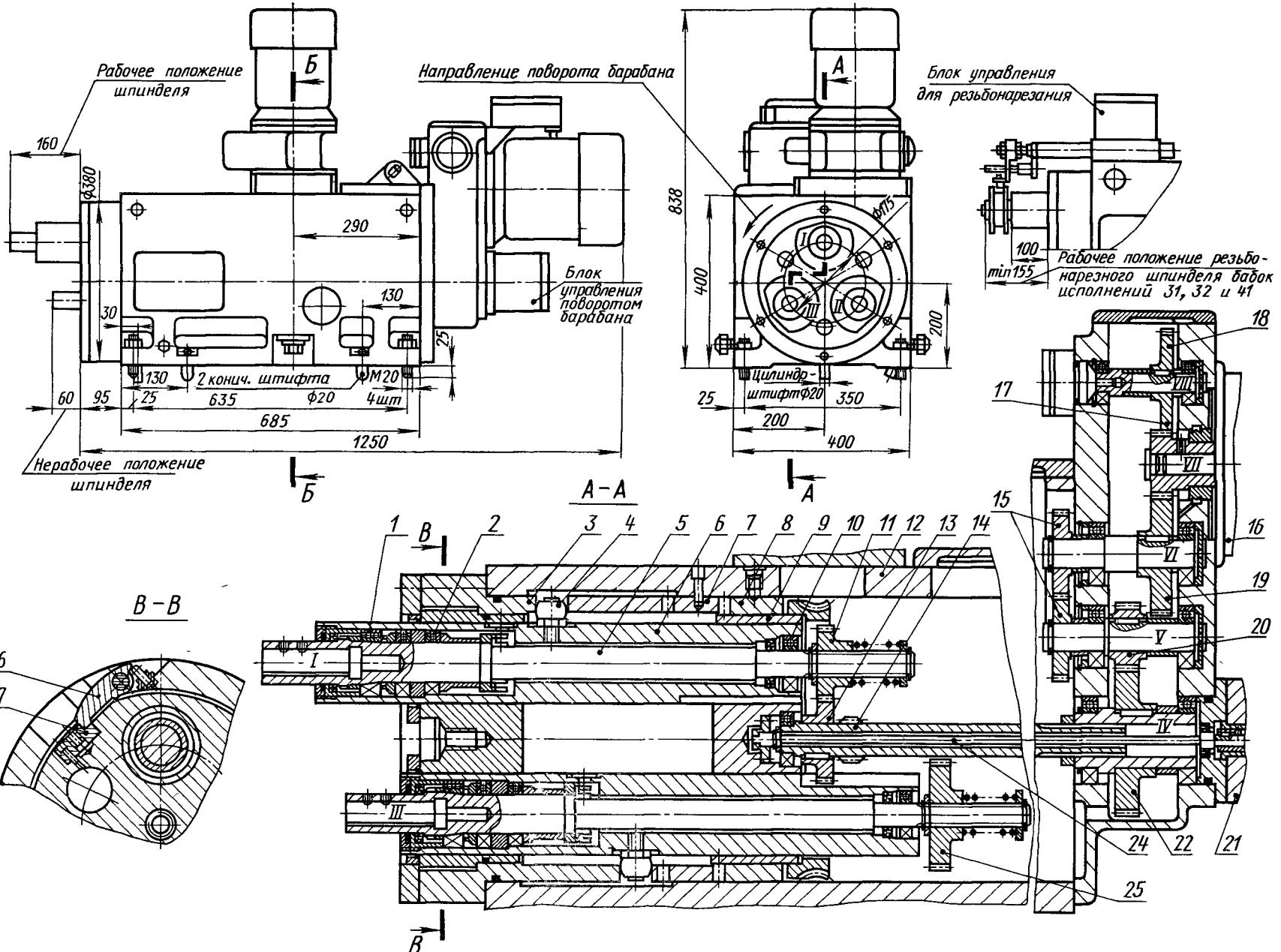
При перемещении штока штифт 6 поворачивает рычагом 7 ось 16 электрических упоров управления, вместе с которой поворачиваются экраны 18 и 20, взаимодействующие с бесконтактными конечными выключателями 17 и 19, контролирующими крайнее исходное и переднее положения каретки.

Трехшпиндельная револьверная бабка 6У7741 (лист 42) предназначена для последовательной обработки одиночных отверстий за три перехода тремя шпинделеми. Точность обработки отверстий зависит от точностных параметров инструмента, кондукторной плиты и приспособления, а также от точностных параметров бабки.

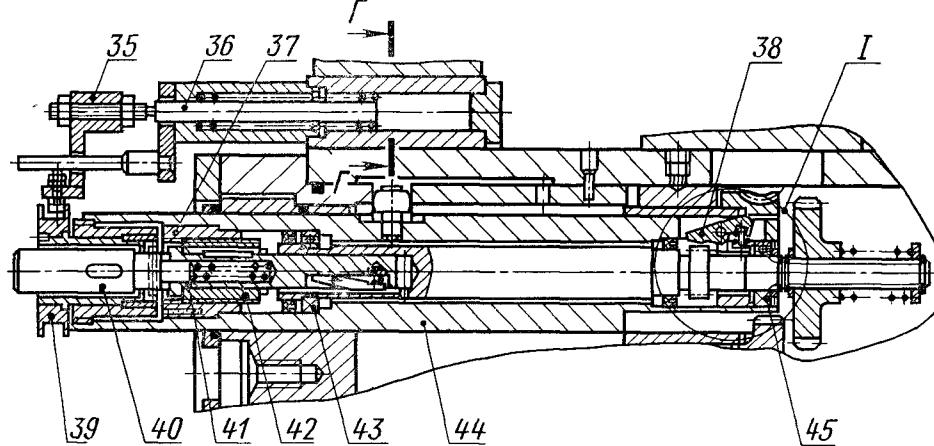
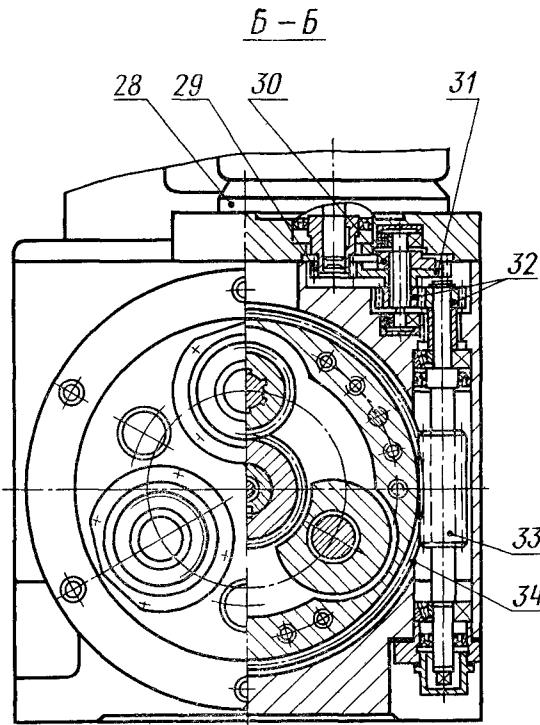
Револьверная бабка имеет шесть исполнений, указанных в табл. 34.

В бабках исполнений 6У7741-31, -32 и -41 третий шпиндель служит только для нарезания резьбы. Управление циклом резьбонарезания осуществляется дополнительным блоком управления.

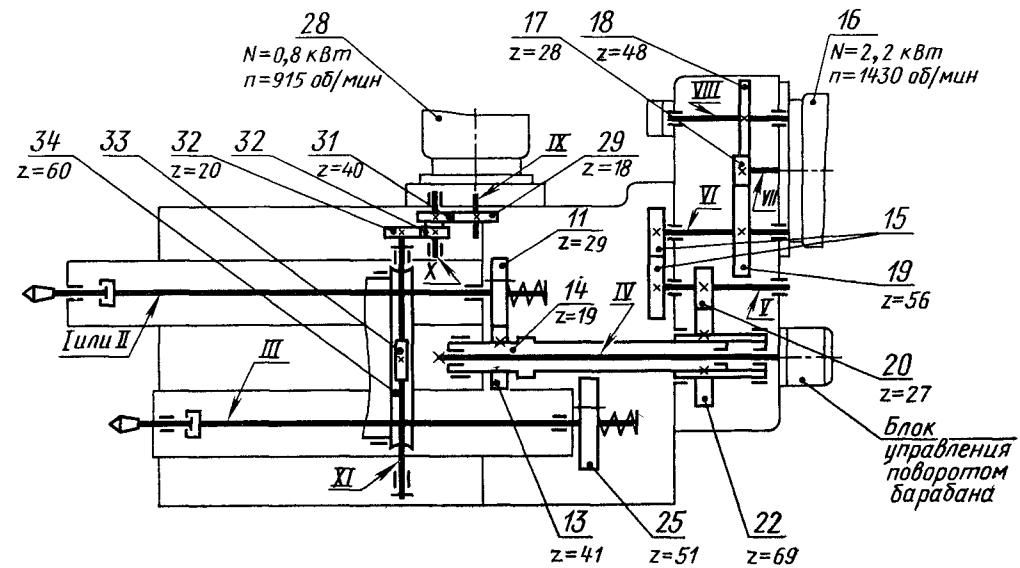
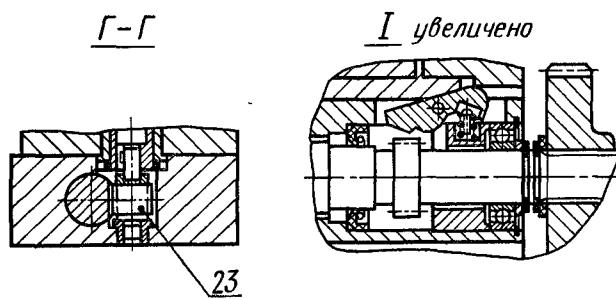
Револьверную бабку устанавливают на силовой стол, который осуществляет рабочую подачу.



Разрез по резьбонарезному шпинделю



Кинематическая схема револьверной бабки



Перечень составных частей механизма поперечной подачи

Поз. на листе 41	Наименование	Кол.	Матер-иал	Поз. на листе 41	Наименование	Кол.	Матер-иал
1	Гайка	1	Сталь 40Х	12	Крышка задняя	1	Сталь 45
2	Клапан	1	Сталь 35	13	Упор	1	Сталь 40Х
3	Поршень	1	Сталь 45	14	Клапан	1	Сталь 35
4	Корпус	1	Чугун СЧ 30	15	Упор	1	Сталь 40Х
5	Крышка передняя	1	Сталь 45	16	Ось	1	Сталь 45
6	Штифт	1	Сталь 45	17	Выключатель БВК201-24	1	
7	Рычаг	1	Сталь 45	18	Экран	1	Алюминий
8	Подшипник * ГОСТ 7872-75	1		19	Выключатель БВК201-24	1	
9	Подшипник * ГОСТ 8338-75	2		20	Экран	1	Алюминий
10	Блок (гильза)	1	Сталь 45				
11	Шток	1	Сталь 45				

* Размеры подшипника зависят от типоразмера механизма поперечной подачи.

Таблица 34

Исполнение бабки	Положение бабки на станке	Расположение органов смазки
6У7741-11	Горизонтальное	Правое
6У7741-12	»	Левое
617741-21	Вертикальное	—
6У7741-31	Горизонтальное	Правое
6У7741-32	»	Левое
6У7741-41	Вертикальное	—

Технические данные револьверной бабки

Условный диаметр сверления, мм	25
Максимальное осевое усилие на шпинделе, кг	1000
Мощность привода вращения шпинделей, кВт	2,2
Пределы частот вращения шпинделей, об/мин:	
шпиндель I и II	140 ... 1120
шпиндель III	36,5 ... 280
Соотношение чисел оборотов шпинделей I, II и III	4 : 4 : 1
Шаги резьб, нарезаемых в бабках исполнений 6У7741-31, -32 и -41:	
метрических, мм	1 ... 3
дюймовых, ниток на дюйм	0,941 ... 1,814
трубной, мм	1,337
Время поворота шпиндельного блока на одну позицию	4

Шпиндель 5 (лист 42) установлен в пиноли 6 на двухрядном роликоподшипнике 1 и шарикоподшипнике 10. Осевые нагрузки воспринимаются двумя упорными шарикоподшипниками 2. Три пиноли со шпинделем монтируются в барабане 9, который вращается в двух втулках 3 и 8, установленных в корпусе 12. Правый торец втулки 3 и левый торец втулки 7 выполняются в виде кривых, между которыми при повороте барабана перемещаются ролики 4, закрепленные на пинолях. Профиль каждой кривой таков, что шпиндель, находящийся на рабочей позиции, выдвинут на 100 мм относительно остальных двух шпинделей. Этот шпиндель получает вращение от главного электродвигателя 16 через редуктор и центральный приводной вал-шестерню 14.

Приводные зубчатые колеса от стальных двух шпинделей находятся вне зацепления. Шпиндели I и II, приходя на рабочую позицию, зацепляются зубчатым колесом 11 с колесом 13, а шпиндель III — зубчатым колесом 25 с зубчатым венцом вала-шестерни 14. Поэтому частота вращения шпинделей I и II одинакова, а частота вращения шпинделя III в 4 раза меньше. Частоты вращения шпинделей настраиваются наладочными зубчатыми колесами 15.

Поворот барабана осуществляется от электродвигателя 28 через двухступенчатый зубчатый редуктор (зубчатые колеса 29, 31 и 32) и червячную передачу 33 и 34.

На барабане имеются три сухаря 27, пригонкой которых обеспечивается точность деления, т. е. совпадение осей I, II и III шпинделей на рабочей позиции.

Разгон электродвигателя перед началом поворота барабана выполняется встроенной в редуктор поводковой разгонной муфтой 30.

Управление поворотом барабана осуществляется блоком управления 21, центральный вал которого с помощью шомпола 24 вращается вместе с барабаном.

В блоке управления расположены пять конечных выключателей, три из которых контролируют зафиксированное положение барабана, когда на рабочей позиции находятся соответственно шпиндели I, II и III, четвертый дает команду на реверс барабана для поджима к фиксирующей собачке, пятый выключатель — блокировочный.

В револьверных бабках исполнений 6У7741-31, -32 и -41, шпиндель III для нарезания резьбы устанавливается в пиноли 44 на шарикоподшипниках 43 и 45. Осевое перемещение оправки 41 с патроном 40 для нарезания резьбы осуществляется при вращении шпинделя с помощью копира 42, жестко установленного на оправке, и копирной гайки 37, вмонтированной в пиноль.

Для предотвращения поворота шпинделя в период, когда шпиндель не находится на рабочей позиции, на пиноли установлена собачка 38, входящая в зацепление с зубчатым венцом на шпинделе.

Исходное угловое положение рабочего шпинделя в револьверных бабках исполнений 6У7741-31, -32 и -41 (в исходном положении на рабочей позиции всегда находится шпиндель I) может быть выбрано в любой точке верхней полуокружности $\varnothing 175$ мм.

В зависимости от цикла работы станка блок управления обеспечивает резьбонарезание с циклом нарезка — реверс или с циклом, обеспечивающим промежуточный вывод резьбонарезного инструмента.

Нормы точности револьверной бабки 6У7741

Допуск, мкм

Радиальное биение оси вращения шпинделя:

у торца 16
на расстоянии 100 мм 20

Осьное биение шпинделя 12

Параллельность оси вращения шпинделя основанию бабки 20
(на длине 100 мм)

Совпадение положения шпинделя на рабочей позиции 20

Взаимная параллельность осей вращения шпинделей 15
(на длине 100 мм)

Головка для глубокого сверления УН4024 (лист 43) предназначена для сверления отверстий диаметром от 5 до 10 мм с многократным выводом сверла при возрастании крутящего момента выше допустимого.

Техническая характеристика головки

Мощность привода, кВт 0,25 ... 2,2

Цилиндр подачи:

диаметр поршня, мм 63

диаметр штока, мм 45

Частота вращения шпинделя, об/мин 300 ... 3000

Минимальная рабочая подача, мм/мин 25

Усилие подачи при давлении 4 МПа, Н 4000

Скорость быстрых ходов, м/мин. 10

Головка имеет шесть исполнений в зависимости от длины хода пиноли и числа рабочих подач (табл. 35).

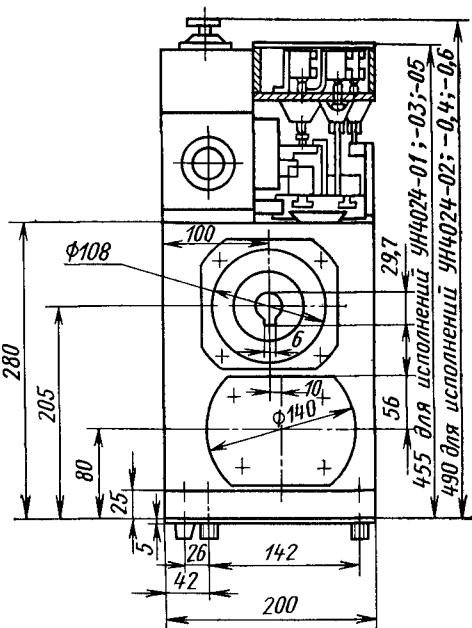
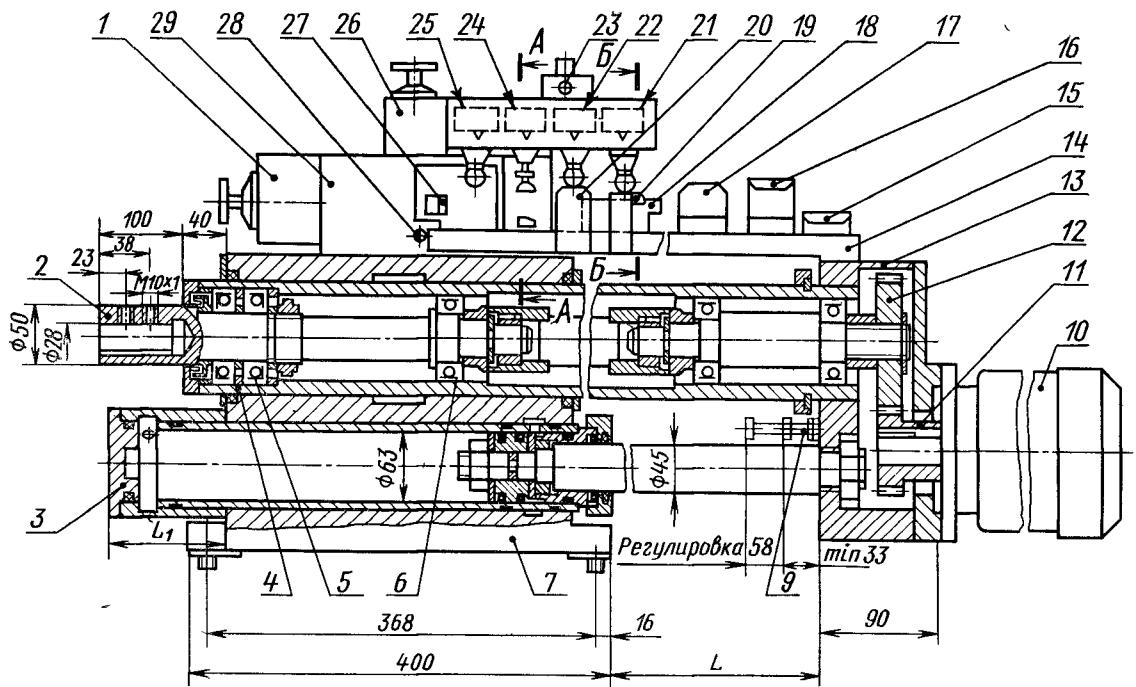
Таблица 35

Исполнение	Ход пиноли, мм	Число рабочих подач	Размер, мм	
			L	L ₁
УН4024-01	320	1	331	127
УН4024-02		2		
УН4024-03	200	1	211	35
УН4024-04		2		
УН4024-05	100	1	111	35
УН4024-06		2		

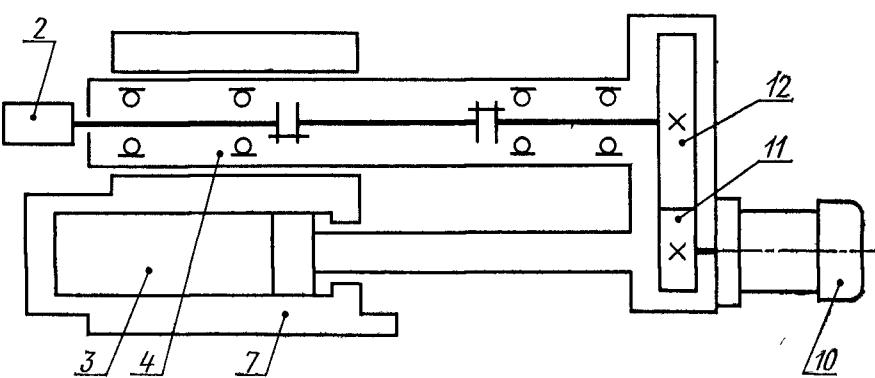
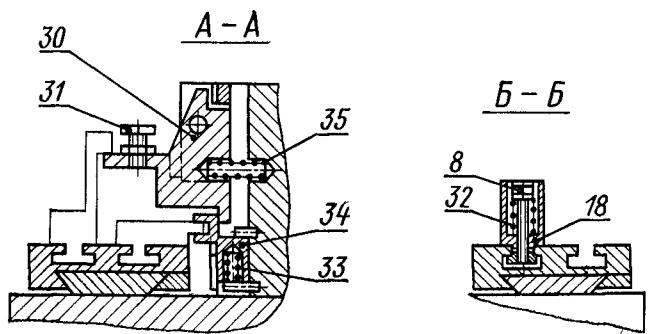
Для расширения технологических возможностей обработки деталей и увеличения хода при смене инструмента головку можно уста-

Перечень составных частей револьверной бабки

Поз. на листе 42	Наименование	Кол. для исполнений		Материал
		6У7741-11, -12, -21	6У7741-31, -32, -41	
1	Подшипник 5-3182110 ГОСТ 7634—75	3	2	
2	Подшипник 6-8209 ГОСТ 6874—75	6	4	
3	Втулка	1	1	Сталь 40Х
4	Ролик	3	3	Сталь ШХ15
5	Шпиндель	3	2	Сталь 12ХН3А
6	Пиноль	3	2	Сталь 20Х
7	Втулка	1	1	Сталь 40Х
8	Втулка	1	1	Сталь 40Х
9	Барабан	1	1	Чугун СЧ 30
10	Подшипник 6-107 ГОСТ 8338—75	3	2	
11	Зубчатое колесо	2	2	Сталь 20Х
12	Корпус	1	1	Чугун СЧ 15
13	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
14	Вал-шестерня	1	1	Сталь 20Х
15	Зубчатое колесо	2	2	Сталь 40Х
16	Электродвигатель	1	1	
17	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
18	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
19	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
20	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
21	Блок управления	1	1	
22	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
23	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
24	Шомпол	1	1	Сталь 35
25	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
26	Собачка	1	1	Сталь ШХ15
27	Сухарь	3	3	Сталь У8А
28	Электродвигатель	1	1	
29	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
30	Муфта	1	1	Сталь 40Х
31	Зубчатое колесо	1	1	Сталь 40Х
32	Зубчатое колесо	2	2	Сталь 40Х
33	Червяк	1	1	Сталь 20Х
34	Червячное колесо	1	1	Бронза БРАЖ9-4
35	Рычаг	—	1	Сталь 45
36	Рейка	—	1	Сталь 40Х
37	Гайка копирная	—	1	Бронза БРАЖ9-4
38	Собачка	—	1	Сталь ШХ15
39	Кольцо	—	1	Сталь 20Х
40	Патрон	—	1	Сталь 40Х
41	Оправка	—	1	Сталь 40Х
42	Копир	—	1	Сталь 40Х
43	Подшипник 1000909 ГОСТ 8338—75	—	1	
44	Пиноль	—	1	
45	Подшипник 107 ГОСТ 8338—75	—	1	



Кинематическая схема



навливать на силовой стол. При необходимости на головку может быть устано- новлена кондукторная плита или многошпиндельная насадка.

Мощность P , кВт, устанавливаемого электродвигателя определяется по формуле

$$P = \frac{d^2 v}{2200} + 0,1,$$

где d — диаметр сверла, мм; v — скорость резания, м/мин.

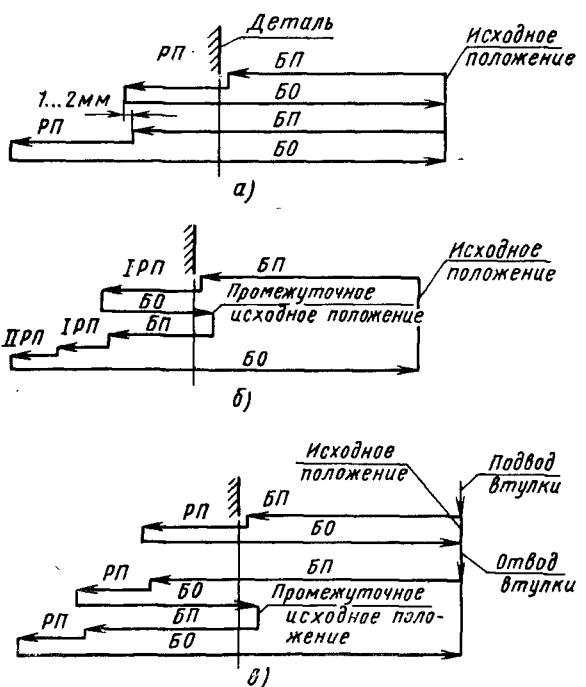


Рис. 10. Циклы работы головок глубокого сверления:

a — без промежуточного исходного положения; *b* — с промежуточным исходным положением; *c* — с подводом-отводом втулки

Частота вращения устанавливаемого электродвигателя должна быть выбрана как можно ближе к частоте вращения шпинделя. Необходимую частоту вращения шпинделя получают путем подбора и установки пары наладочных шестерен.

Возможные циклы работы головки представлены на рис. 10. Устройство и кинематическая схема головки представлены на листе 43.

Главное движение шпинделю 2, смонтированному на радиально-упорных шарикоподшипниках 5 в передней опоре и радиальном шарикоподшипнике 6 в задней опоре, сообщается от двигателя 10 через наладочные зубчатые колеса 11 и 12. Шпиндель 2 установлен

в пиноли 4, которая перемещается в корпусе 7 при помощи гидроцилиндра 3, шток которого жестко связан с пинолью при помощи корпуса 13 редуктора головки. К корпусу редуктора присоединена планка 14 с упорами, управляющими циклом работы головки: 15 — «Конец обработки», 16 — «Восстановление исходного положения», 17 — «II рабочая подача», 18 — «Включение рабочей подачи», 19 — «Промежуточное исходное положение», 20 — «Исходное положение».

На верхней плоскости корпуса имеется гидропанель 29, на которой закреплен блок конечных выключателей: 21 — «Промежуточное исходное положение», 22 — «Исходное положение», 24 — «Конец обработки», 25 — «II рабочая подача».

При включении электромагнита гидропанели пиноль 4 быстро перемещается вперед до тех пор, пока упор 18, подвижно закрепленный на планке 14, с помощью винта 8 и пружины 32 не передвинет защелку 27 золотника рабочей подачи, после чего пиноль будет двигаться вперед со скоростью рабочей подачи. Упор 18, перемещение которого ограничено, останавливается и при дальнейшем движении головки вперед скользит по планке 14. Усилие его перемещения по планке — 80 ... 100 Н.

Рабочая подача пиноли продолжается до тех пор, пока реле максимального тока, контролирующее величину тока, потребляемого электродвигателем, а следовательно, и нагрузку на сверле, не обеспечит электромагнит гидропанели.

При отключении электромагнита пиноль на быстром ходу возвращается назад. При выходе сверла из обработанного отверстия упор 19 воздействует на конечный выключатель 21, который включает электромагнит «вперед», и цикл начинается снова, но упор 18 находится уже в положении, соответствующем окончанию предыдущей рабочей подачи.

Во избежание поломки сверла переключение пиноли на рабочую подачу происходит за 2 мм до того места, где была прервана рабочая подача.

Промежуточный отвод происходит каждый раз при срабатывании реле максимального тока. Когда отверстие просверлено на заданную глубину, упор 16 скосом утапливает защелку 34. Под действием пружины 35 рычаг 30 поворачивается вокруг оси и винтом 31 нажимает на конечный выключатель 24, который подает команду на включение электромагнита гидропанели. Пиноль с планкой упоров возвращается на быстром ходу в исходное положение. При этом упор 18, упираясь в повернутый рычаг 30, остается неподвижным до тех пор, пока упор 16 не повернет рычаг 30 в нижнее положение, сжав пружину 35.

Под действием пружины 33 защелка 34 фиксирует рычаг 30 в нижнем положении, а упор 18 перемещается вместе с планкой 14 в исходное положение.

Таким образом, исходное положение упора 18 на планке упоров, определяющее начало рабочей подачи пиноли при сверлении очередного отверстия, зависит от настройки упора 16.

В конце хода назад упор 20 нажимает на конечный выключатель 22. При выключении станка фиксатор 28 запирает планку 14. Упор 17, конечный выключатель 25 и электромагнит 23 предназначены для включения II рабочей подачи. Скорости рабочих подач регулируются с помощью дросселей 1 и 26.

Кинематическая схема головки представлена на рис. 2 листа 43.

Перечень составных частей головки для глубокого сверления

Поз. на листе 43	Наименование	Кол.	Материал
1	Дроссель I рабочей подачи	1	
2	Шпиндель	1	Сталь 18ХГТ
3	Гидроцилиндр подачи	1	
4	Пиноль	1	Сталь 45
5	Подшипник 5—46208 ГОСТ 831—75	2	
6	Подшипник 5—207 ГОСТ 8338—75	1	
7	Корпус	1	Чугун СЧ 30
8	Винт M8×30.08805 ГОСТ 11738—72	3	
9	Винт	1	Сталь 45
10	Электродвигатель	1	Сталь 40Х
11	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
12	Колесо зубчатое	1	Чугун СЧ 20
13	Корпус	1	Сталь 45
14	Планка	1	Сталь 45
15	Упор «Конец обработки»	1	Сталь 45
16	Упор «Восстановление исходного положения»	1	Сталь 45
17	Упор «II рабочая подача»	1	Сталь 45
18	Упор «Включение рабочей подачи»	1	Сталь 45
19	Упор «Промежуточное исходное положение»	1	Сталь 45
20	Упор «Исходное положение»	1	Сталь 45
21	Выключение ВПК 1111 «Промежуточное исходное положение»	1	
22	Выключатель ВПК 1111 «Исходное положение»	1	
23	Электромагнит	1	
24	Выключатель ВПК 1110 «Конец обработки»	1	
25	Выключатель ВПК 1111 «II рабочая подача»	1	
26	Дроссель II рабочей подачи	1	
27	Зашелка	1	Сталь 45
28	Фиксатор	1	Сталь 20Х
29	Гидропанель 6МУ 4541.400	1	
30	Рычаг	1	Сталь 45
31	Винт	1	Сталь 45
32	Пружина 2×16×18 Д81-1	1	
33	Пружина 0,8×7×36 Д81-1	1	
34	Зашелка	1	Сталь 45
35	Пружина 1×8×45 Д81-1	1	

Нормы точности головки

Радиальное биение внутренней базирующей поверхности шпинделя:

у торца шпинделя
на расстоянии 100 мм от торца

Осевое биение шпинделя
Параллельность оси вращения шпинделя нижней базовой

плоскости основания головки

Параллельность оси вращения шпинделя направлению перемещения пиноли в вертикальной и горизонтальной плоскостях при длине перемещения:

св. 63 до 100 мм
» 100 » 400 мм

Допуск, мкм

16

20

12

16

(на длине 100 мм)

20

25

2. ФРЕЗЕРНЫЕ БАБКИ СЕРИИ УН С ПИНОЛЬЮ

Фрезерные бабки с пинолью (лист 44) предназначаются для выполнения фрезерных операций главным образом торцовыми фрезами при обработке деталей из черных и цветных металлов. Они могут быть установлены в горизонтальном, наклонном и вертикаль-

Таблица 36

Типоразмер бабки	Диаметр фланца шпинделя, мм	Исполнение бабки		
		с ручным отво- дом пиноли	с отскоком пиноли	
3	88,882	УН4143	—	—
	101,600	УН4144-01	—	—
4	128,570	УН4144-02	—	—
	128,570	УН4145-01	УН4165-01	УН4165-03
5	152,400	УН4145-02	УН4165-02	УН4165-04
	152,400	УН4146-01	УН4166-01	УН4166-03
6	221,440	УН4146-02	УН4166-02	УН4166-04
	221,440	УН4147-01	УН4167-01	УН4167-03
7	335,00	УН4147-02	УН4167-02	УН4167-04

* Применяются для фрезерных бабок, установленных наклонно или вертикально при исходном положении пиноли вверху.

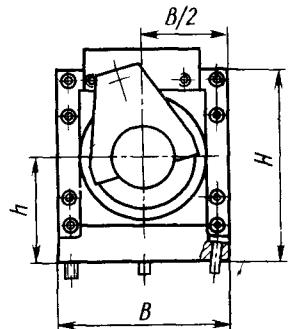
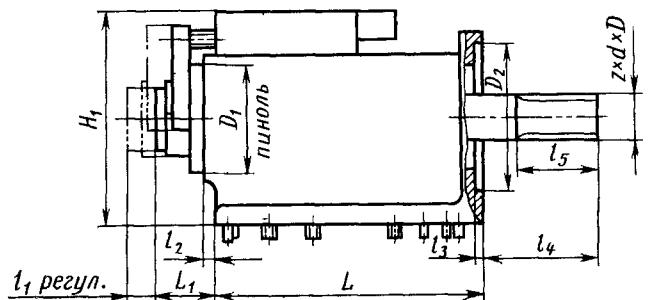


Рис. 1

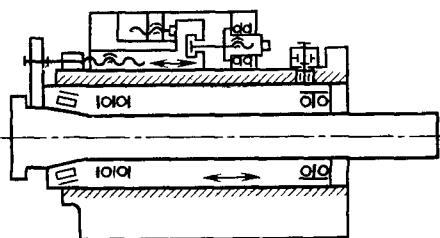


Рис. 4

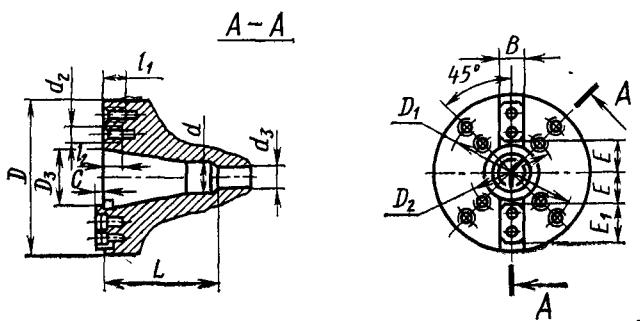


Рис. 2

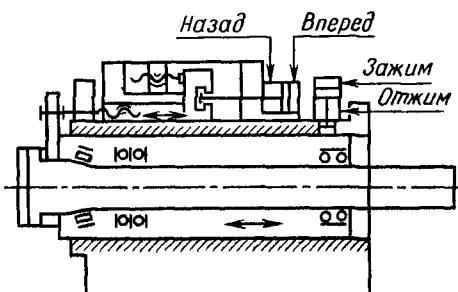
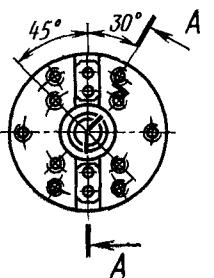


Рис. 5

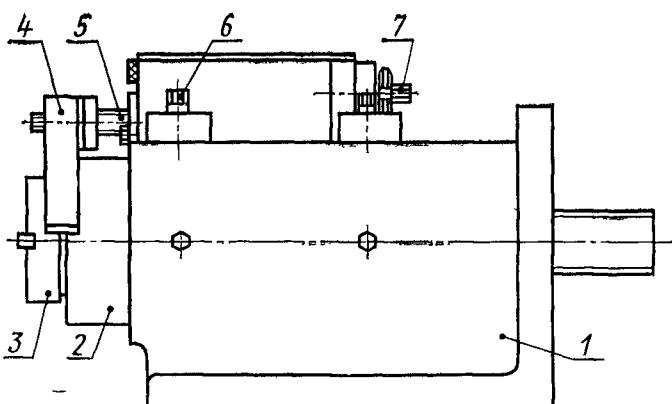


Рис. 3

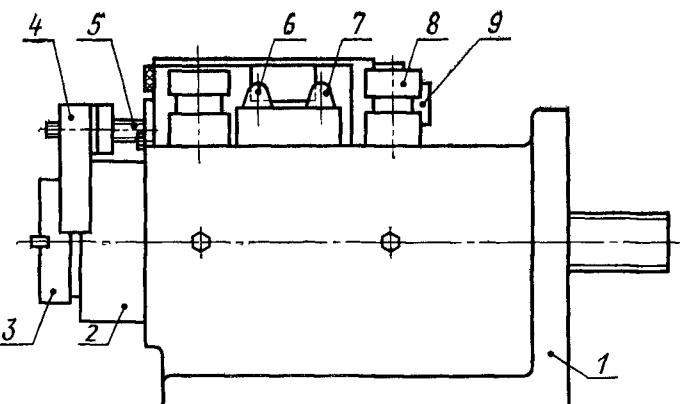


Рис. 6

ном положениях на подвижных или неподвижных элементах станков. Движение подачи при этом сообщается обрабатываемой детали или фрезерной бабке.

Настройка режущего инструмента на размер обработки осуществляется наладочным перемещением пиноли.

Фрезерные бабки серии УН бывают двух типов (табл. 36):

- с ручным отводом пиноли (лист 44, рис. 3);
- с отскоком пиноли (лист 44, рис. 6).

Техническая характеристика фрезерных бабок приведена в табл. 37.

Таблица 37

Параметр	Показатель для бабок типоразмера				
	3	4	5	6	7
Наибольший допускаемый крутящий момент, Н·м	500	900	1800	3600	7100
Наибольший диаметр фрезы, мм	200	250	400	500	630
Допускаемая толщина фрезы, мм	35 ... 70	40 ... 85	42 ... 85	60 ... 100	60 ... 100

Фрезерные бабки применяются с унифицированными приводами главного движения (УЕ4643 ... УЕ4646 с плоскозубчатым ремнем, УЕ4653 ... УЕ4657 с зубчатой передачей) или с приводами специальной конструкции. Основные присоединительные размеры фрезерных бабок (лист. 44, рис. 1) соответствуют ГОСТ 21711—76 «Бабки фрезерные агрегатных станков. Основные размеры» (табл. 38).

Таблица 38

Типо-размер бабки	Размеры в мм													
	B	D ₁	D ₂	H	H ₁	h	L	L ₁	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	z×d×D
3	200	125	185	225	277	125	320	100	50	10	15	150	130	8×42×48
4	250	160	235	285	350	160	400	125	50	35	18	175	170	8×56×65
5	320	200	300	360	430	200	500	125	100	20	22	240	190	8×62×72
6	400	250	360	450	595	250	630	150	100	45	25	270	200	10×82×92
7	500	320	400	570	705	320	800	160	100	30	25	290	210	10×102×112

Основные размеры концов шпинделей фрезерных бабок (лист 44, рис. 2) приведены в табл. 39.

Таблица 39

Размеры в мм

Параметр	Типоразмер бабки				
	3	4	5	6	7
D	88,882	101,600	128,570	128,570	152,400
D ₁	66,7	80,0	101,6	101,6	120,6
D ₂	—	—	—	—	—
D ₃	44,45	57,15	57,15	69,85	69,85
d	25,3	32,4	39,6	50,5	39,6
d ₁	M12	M12	M16	M16	M20
d ₂	—	—	—	—	M16
d ₃	17	21	27	27	27
L	100	120	140	178	140
l ₁	24	24	30	30	35
l ₂	—	—	—	—	30
R	15,9	19,0	25,4	25,4	25,4
c	8	9,5	12,5	12,5	12,5
E	23	30	36	48	61
F ₁	20	20	26	26	46

Основные механизмы фрезерных бабок серии УН:

- пиноль со шпиндельным узлом;
- механизм наладочного перемещения пиноли;
- механизм зажима пиноли.

В бабках с отводом режущего инструмента от обработанной поверхности добавляются механизм отскока и система управления.

Конструкция пинольной фрезерной бабки состоит из чугунного корпуса 1 (рис. 3, 6), имеющего базовую плоскость для закрепления

бабок на станке и привалочную плоскость для установки привода вращения шпинделья.

В отверстии корпуса установлена цилиндрическая пиноль 2 со встроенным в нее шпиндельным узлом 3.

На передней части пиноли имеется поводок 4, связанный с механизмом наладочного перемещения 5. Отвод пиноли вручную (см. рис. 3) осуществляется вращением винта 7, зажим — вращением винта 6 механизма зажима.

Механизм отскока 9 (см. рис. 6) имеет гидравлический привод. Зажим пиноли осуществляется гидроцилиндрами 8.

Цикл работы фрезерной бабки с отскоком:

1. Отжим и отскок пиноли.

2. Перемещение бабки (или обрабатываемой детали).

3. Подвод пиноли.

4. Зажим пиноли.

5. Рабочий ход бабки (или обрабатываемой детали).

Работа механизмов (см. рис. 6) контролируется бесконтактными конечными выключателями 6 (переднее положение пиноли), 7 (заднее положение пиноли) и реле давления (зажим пиноли).

На рис. 4 и 5 представлены кинематические схемы фрезерных бабок соответственно с ручным отводом и с отскоком пиноли.

Точныхные параметры соответствуют ГОСТ 22410—77 «Бабки фрезерные агрегатных станков. Нормы точности».

Глава VIII. ШПИНДЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Узлы специальной конструкции проектируются в случаях, когда унифицированные шпиндельные узлы по своим технологическим возможностям или по конструктивным причинам не отвечают требованиям, предъявляемым к конкретному агрегатному станку или автоматической линии.

Шпиндельные узлы специальной конструкции классифицируют по следующим признакам:

Конструктивному исполнению

Шпиндельные коробки

Шпиндельные бабки — узлы, сообщающие режущему инструменту главное движение (передают крутящий момент)

Шпиндельные головки — узлы, сообщающие режущему инструменту главное движение и движение подачи

Числу шпинделей

Одношпиндельные

Многошпиндельные

Выполняемым операциям

Сверлильные (включая зенкерование, развертывание)

Резьбонарезные

Расточные

Фрезерные

Для обработки:

черновой

получистовой

чистовой

Точности обработки

Способу передачи главного движения

С шестеренным редуктором

С ременной передачей

С комбинированным приводом

Технологическим возможностям

Не переналаживаемые

Переналаживаемые:
автоматически (в цикле)
с ручной переналадкой

Ниже рассматривается ряд характерных конструкций специальных шпиндельных узлов.

Переналаживаемая сверлильная шпиндельная коробка для обработки блоков цилиндров (лист 45) выполняет сверление шести отверстий в блоках (рис. 11) двух типоразмеров. Обрабатываемые детали — чугунные отливки (СЧ 20, НВ 170 ... 241) массой 400 и 490 кг соответственно.

Переналадка шпиндельной коробки производится автоматически поворотом гильзы с эксцентрично расположенным шпинделем на

заданный угол. Шпиндель 2 (лист 45) смонтирован в гильзе 21 на сдвоенных радиальных шариковых подшипниках 20 эксцентрично относительно оси гильзы. Осевые усилия воспринимают упорные подшипники 19. Гильза 21 установлена в корпусе на конических роликовых подшипниках 16. Поворот гильзы на заданный угол происходит под действием гидроцилиндра 8 на кронштейне 7 и рейки 5, находящейся в зацеплении с зубчатым венцом 23. Рейка установлена в кронштейнах 12 и соединена со штоком гидроцилиндра винтом 6. Крайние положения гильзы определяются планкой 24, контактирующей с регулируемыми упорами 13. Контроль крайних положений гидроцилиндра — путевыми переключателями 9.

Взаимное расположение зубчатого колеса 17 на шпинделе 2 и зубчатого колеса 26 на валу 1 обеспечивает точное зацепление колес

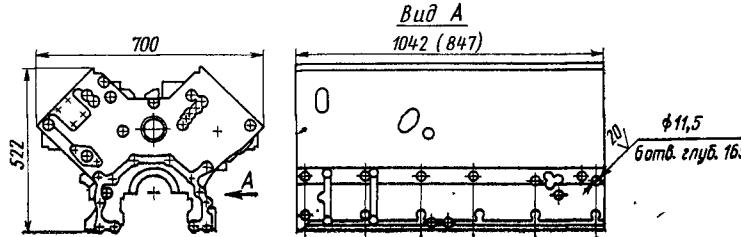


Рис. 11. Блок цилиндров

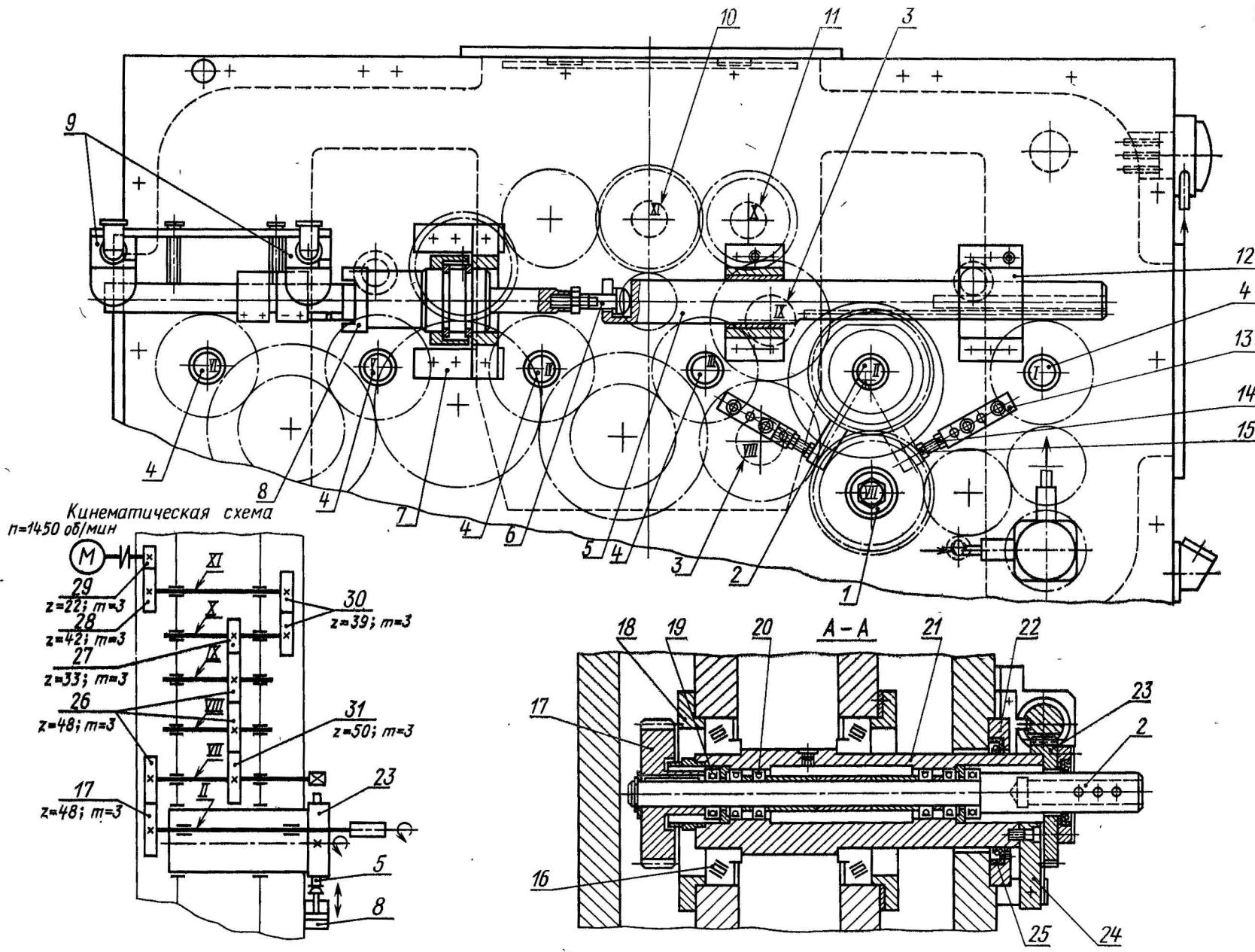
в положениях, соответствующих координатам обрабатываемых отверстий. В промежуточных положениях при повороте гильзы зацепление не нарушается, однако межцентровое расстояние несколько увеличивается.

Шпиндельная коробка для обработки трубных решеток (лист 46) устанавливается на станке с программным управлением.

Обрабатываемые детали (рис. 12) представляют собой стальные диски с ограничительным диаметром перфорации D от 325 до 2000 мм, толщиной L от 25 до 180 мм и диаметром обрабатываемых отверстий d от 19 до 38 мм.

Обработка ведется «жесткими» шпинделями (без кондукторных втулок), с подачей смазочно-охлаждающей жидкости через шпинделы и инструмент непосредственно в зону резания.

На станке можно выполнять сверление, рассверливание, зенкерование, проточку канавок со снятием фасок под уплотнение, развертывание.



Перечень составных частей переналаживаемой сверлильной шпиндельной коробки для обработки блока цилиндров

Поз. на листе 45	Наименование	Кол.	Материал
1	Вал проворота	1	Сталь 40Х
2	Шпиндель	1	Сталь 18ХГТ
3	Вал	2	Сталь 40Х
4	Шпиндель	5	Сталь 18ХГТ
5	Рейка	1	Сталь 40Х
6	Винт	1	Сталь 45
7	Кронштейн	1	Ст3
8	Гидроцилиндр 6У2512	1	
9	Переключатели путевые	2	
10	Вал	1	Сталь 40Х
11	Вал	1	Сталь 40Х
12	Кронштейн	2	Ст3
13	Упор	2	Сталь 45
14	Гайка М10.5.05 ГОСТ 5929—70	2	
15	Болт М10×40.88.05 ГОСТ 7808—70	2	
16	Подшипник 6-7218 ГОСТ 333—79	2	
17	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
18	Фланец	2	Сталь 45
19	Подшипник 6-8205 ГОСТ 6874—75	2	
20	Подшипник 5-105 ГОСТ 8338—75	4	
21	Гильза	1	Сталь 40Х
22	Фланец	1	Сталь 45
23	Зубчатый венец	1	Сталь 40Х
24	Планка	1	Сталь 45
25	Манжета 1-90×120-3 ГОСТ 8752—79	1	
26	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х
27	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
28	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
29	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
30	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
31	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

Производительность станка эквивалентна производительности пяти универсальных радиально-сверлильных станков.

На рис. 1 листа 46 представлена компоновка шпиндельной коробки с приводами вращения и перемещения шпинделей.

Коробка 1 установлена на силовом столе 6. Шаг расположения шпинделей 7 кратен расстоянию между обрабатываемыми отверстиями в трубных решетках.

Для получения любого рисунка перфорации в пределах ограничительного диаметра обработки каждый шпиндель имеет два положения: выдвинутое (рабочее) и исходное (холостое). Осевые независимые перемещения шпинделей производятся гидроцилиндром 5. О выдвижении шпинделей на каждой рабочей позиции сигнализирует световое табло.

Привод вращения 4, обеспечивающий ступенчатое регулирование частоты вращения шпинделей в зависимости от вида и диаметра

обработки, представляет собой 12-скоростной цилиндрический четырехступенчатый редуктор, установленный на верхней плоскости корпуса шпиндельной коробки. Переключение скорости производится рукоятками 2 и 3, имеющими по три фиксированных положения. На листе 46 представлена таблица частот вращения шпинделей в зависимости от комбинаций положений рукояток привода вращения.

Шпиндель 8 (лист 46, рис. 2) установлен в гильзе 13 на подшипниках скольжения — втулках 10 и 15. Гильза смонтирована на кони-

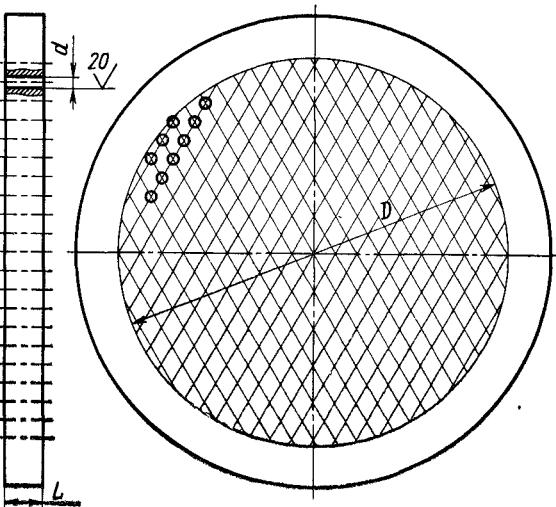


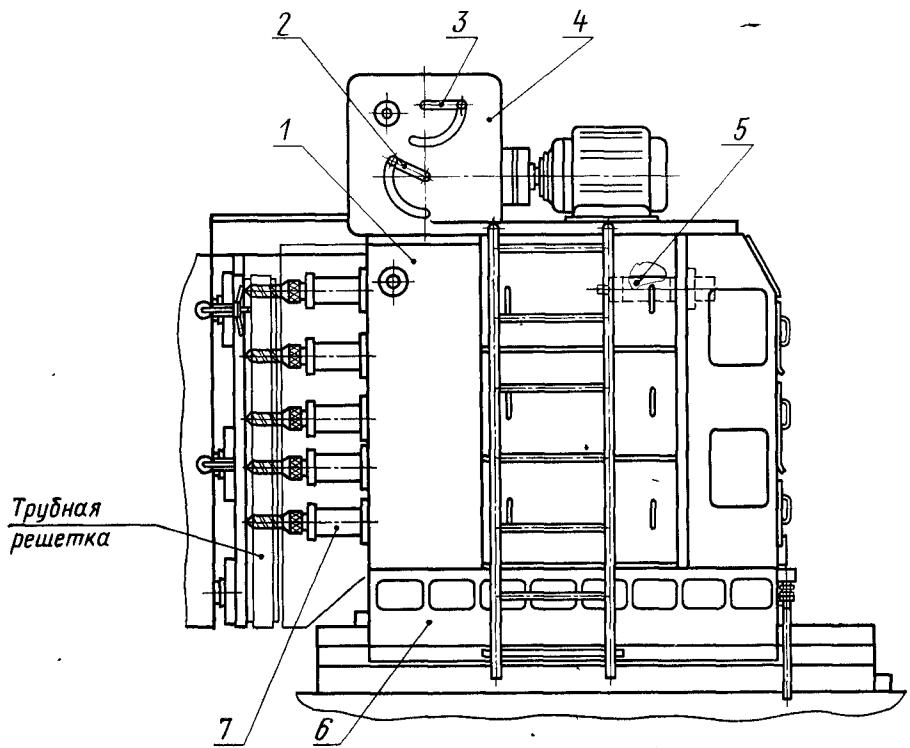
Рис. 12. Трубная решетка

ческих роликоподшипниках 12. Вращение сообщается через зубчатое колесо 6, шпонку 5 и подвижное шлицевое соединение «гильза — шпиндель».

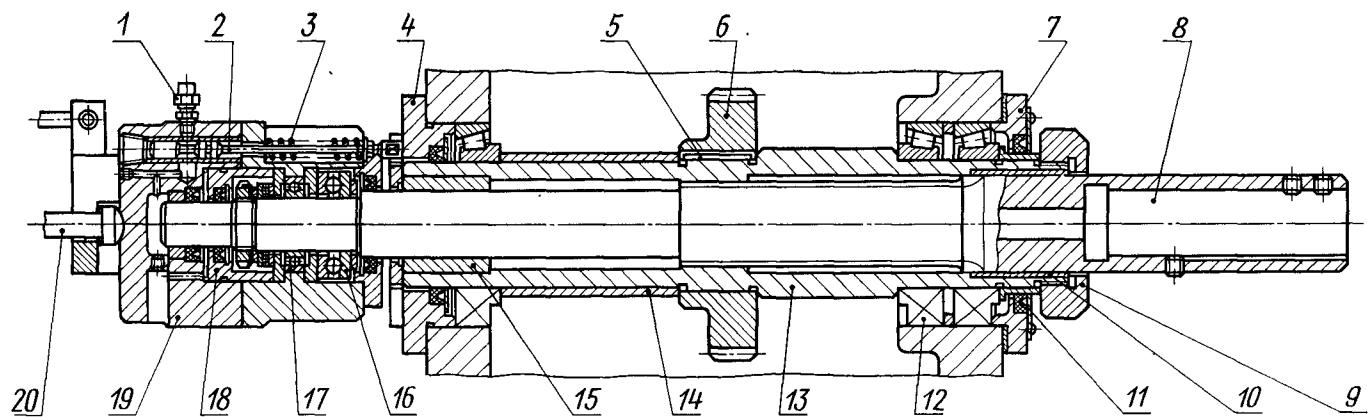
На хвостовой части шпинделя смонтирована муфта 19, которая соединяет шпиндель с гидроцилиндром, осуществляющим осевое перемещение шпинделя. При выдвижении шпинделя вперед в рабочее положение плунжер 2 обеспечивает прохождение смазочно-охлаждающей жидкости от подводящего присоединения 1 через канал внутри шпинделя и режущий инструмент в зону резания.

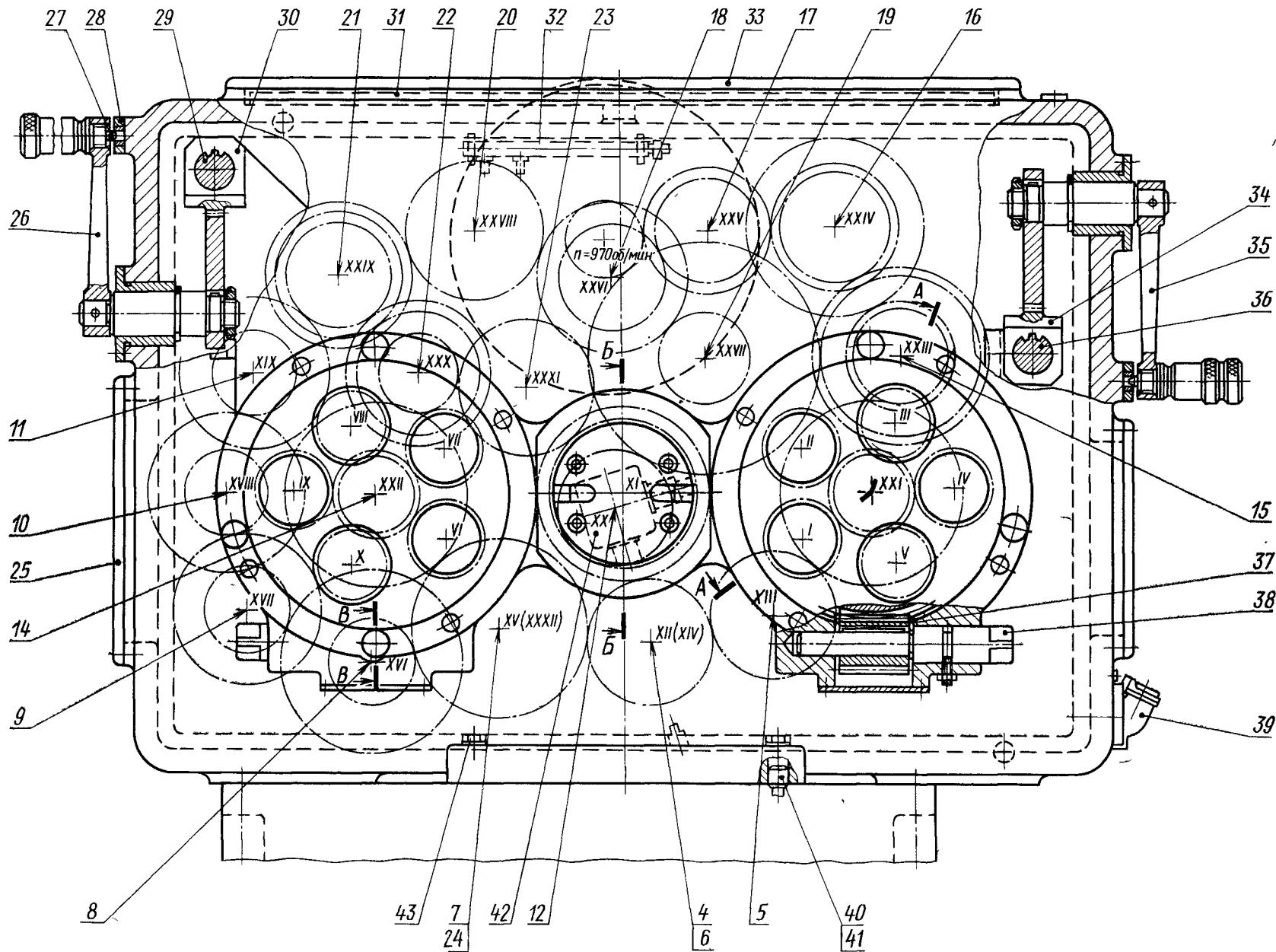
При движении шпинделя назад в исходное положение плунжер 2, перемещаясь под действием пружины 3, перекрывает проход смазочно-охлаждающей жидкости внутрь шпинделя.

Переналаживаемая сверлильная коробка для обработки подштамповочных плит (лист 47) обеспечивает обработку отверстий в плитах (рис. 13) трех типоразмеров. Обрабатываемые детали представляют собой чугунные отливки (ВЧ 45-5, НВ 180 ... 240) массой 53, 95 и 170 кг.



Частота вращения, об/мин	Положение рукояток	
	верхней	нижней
$n_1 = 850$		
$n_2 = 673$		
$n_3 = 500$		
$n_4 = 445$		
$n_5 = 396$		
$n_6 = 336$		
$n_7 = 261$		
$n_8 = 197$		
$n_9 = 135$		
$n_{10} = 108$		
$n_{11} = 71,3$		
$n_{12} = 53,7$		





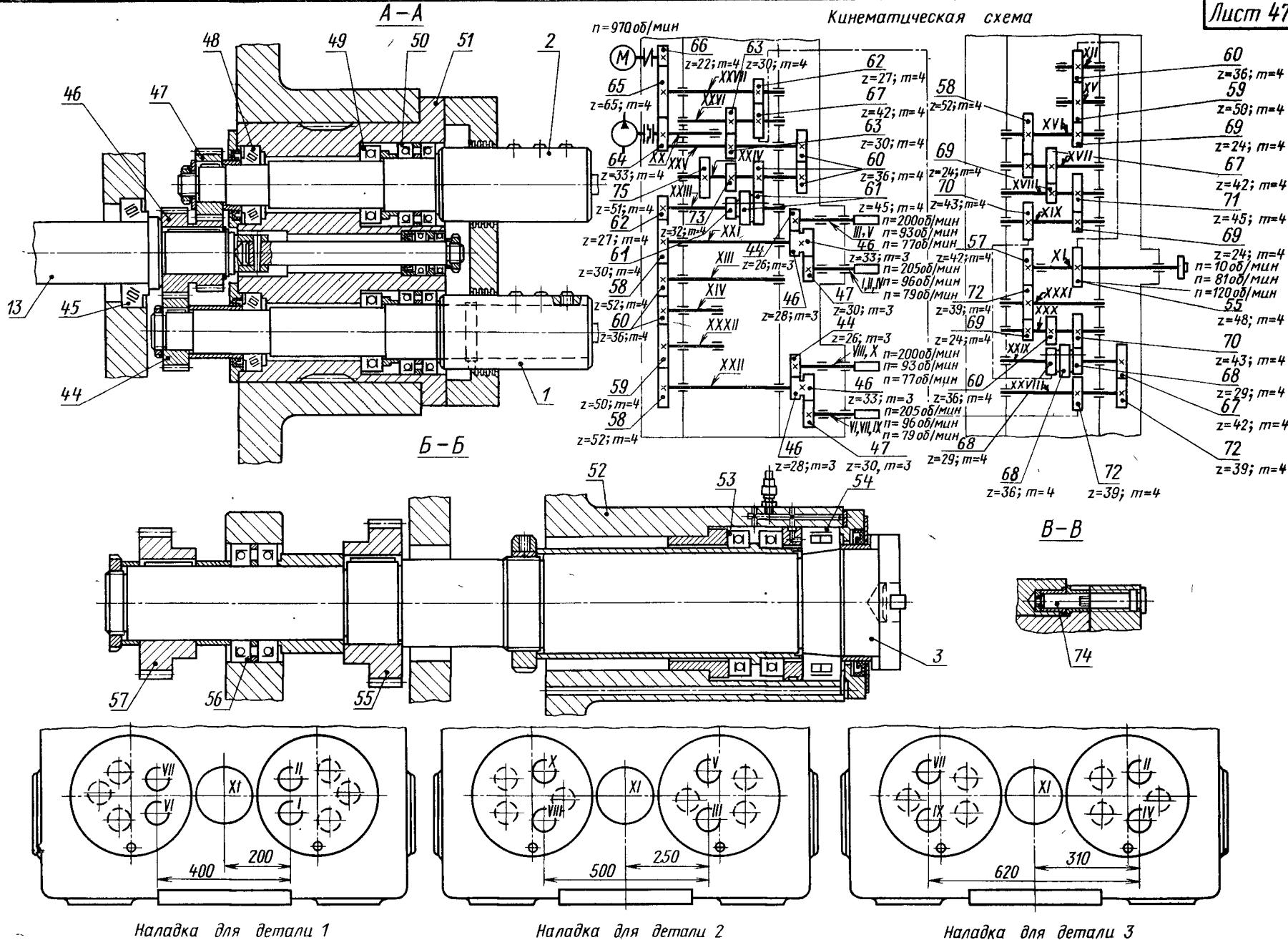


Таблица 40

Перечень составных частей узла шпинделя коробки для обработки трубных решеток

Поз. на рис. 2 листа 46	Наименование	Кол.	Материал
1	Присоединение Б-Г91-12	1	
2	Плунжер	1	12ХН3А
3	Пружина	1	Сталь 65Г
4	Фланец	1	Сталь 45
5	Шпонка	1	
6	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
7	Фланец	1	Сталь 45
8	Шпиндель	1	Сталь 20Х
9	Гайка	1	Сталь 45
10	Втулка	1	Бронза
11	Манжета 1-120×150-3 ГОСТ 8752-79	2	
12	Подшипник 6-2007122 ГОСТ 333-79	3	
13	Гильза	1	Сталь 40Х
14	Втулка	1	Сталь 45
15	Втулка	1	Бронза
16	Подшипник 6-8310 ГОСТ 6874-75	1	
17	Подшипник 6-110 ГОСТ 8338-75	2	
18	Втулка	1	Сталь 45
19	Муфта	1	Сталь 45
20	Винт	1	Сталь 45

Габаритные и обрабатываемые размеры (см. рис. 13) подштамповых плит приведены в табл. 40.

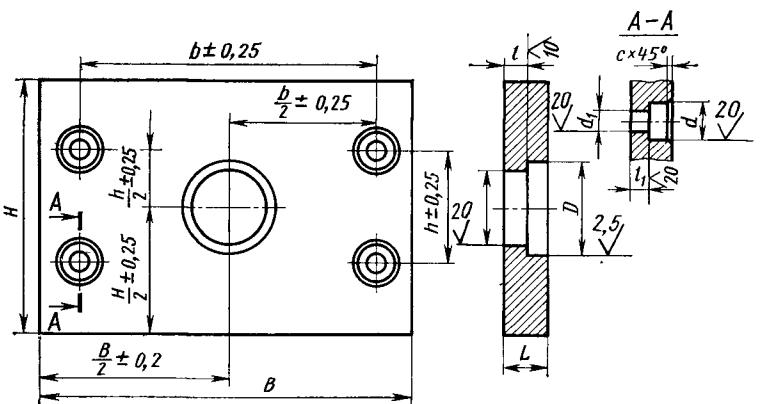


Рис. 13. Подштамповая плита

Наладка коробки для обработки плит соответствующего типоразмера заключается в повороте блоков со шпинделеми на фиксируемый для данной наладки угол и в установке в шпинделем нужного инструмента.

Размеры в мм

Типоразмер	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>t₁</i>	<i>D</i> откл. по <i>H</i> 9	<i>D₁</i>	<i>d</i>	<i>d₁</i>	<i>c</i>
1	500	400	340	100	52	31	25	130	100	45	18	2,6
2	600	500	400	150	67	46	39			48	22	
3	710	620	480	180	82	51	41	170	140			3

Сверлильная коробка установлена на силовой стол и крепится болтами 43. Расточной шпиндель 3 смонтирован в корпусе 52 на роликоподшипнике 54 в передней опоре и сдвоенных радиально-упорных шарикоподшипниках 56 в задней опоре. Осевую составляющую усилий резания воспринимает упорный шарикоподшипник 53. Десять сверильных шпинделей 1 и 2 смонтированы в двух цилиндрических поворотных блоках 51 на сдвоенных радиально-упорных шарикоподшипниках 50 в передней опоре и конических роликоподшипниках 48 в задней опоре. Упорный шарикоподшипник 49 воспринимает осевые усилия, возникающие при резании.

Вращение шпинделем передается от электродвигателя через систему зубчатых колес, установленных на промежуточных валах 4 ... 24, монтируемых в корпусе коробки на конических роликоподшипниках 45.

Блок со шпинделем установлен в цилиндрическом отверстии корпуса и фиксируется в заданном положении фиксатором 74. Для поворота блока при переналадке служит ось 38 с червяком 37, находящимся в зацеплении с червячной нарезкой, выполненной на наружной поверхности блока 51.

Изменение частоты вращения шпинделей на валах осуществляется трехвенцовыми блоками шестерен, установленными на валах 15 и 21, перемещаемыми соответственно через систему рычагов 30, 34 и валков 29, 36 рукоятками 26 и 35. Рукоятки стопорятся фиксаторами 27.

Смазывание трущихся поверхностей бабки, за исключением опор шпинделей, осуществляется жидким маслом аналогично смазыванию шпиндельных коробок. Вследствие большого числа трущихся поверхностей в коробке для подвода масла применен дополнительный маслораспределитель 32.

Переналаживаемая резьбонарезная шпиндельная коробка для обработки блоков цилиндров (лист 48) предназначена для нарезания резьбы в 12 отверстиях в блоках (рис. 14) двух типоразмеров. Обрабатываемые детали — чугунные отливки (СЧ 20, НВ 170 ... 240) массой 400 и 490 кг.

Переналадка коробки производится автоматически поворотом барабана с резьбонарезными пинолями на угол, обеспечивающий получение обработанных отверстий с заданными координатами.

Перечень составных частей переналаживаемой шпиндельной коробки для обработки подштамповых плит

Поз. на листе 47	Наименование	Кол.	Материал
1	Шпиндель	6	Сталь 18ХГТ
2	Шпиндель	4	Сталь 18ХГТ
3	Шпиндель	1	Сталь 20Х
4 ... 24	Валы	21	Сталь 40Х
25	Крышка	2	Чугун СЧ 15
26	Рукоятка	1	Чугун СЧ 20
27	Фиксатор	2	Сталь 45
28	Планка	2	Сталь 45
29	Вал шлицевый	1	Сталь 20Х
30	Рычаг	1	Ст3
31	Лоток	1	Ст3
32	Маслораспределитель	1	
33	Крышка	1	Чугун СЧ 15
34	Рычаг	1	Ст3
35	Рукоятка	1	Чугун СЧ 20
36	Вал шлицевый	1	Сталь 20Х
37	Червяк	1	Сталь 20Х
38	Ось	1	Сталь 45
39	Масленка угловая	1	
40	Фиксатор круглый	1	Сталь 20Х
41	Фиксатор срезанный	1	Сталь 20Х
42	Насос С12-53	1	
43	Болт М20×75.88.05 ГОСТ 7805—70	8	
44	Колесо зубчатое	6	Сталь 40Х
45	Подшипник 7515 ГОСТ 333—79	42	
46	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
47	Колесо зубчатое	4	Сталь 40Х
48	Подшипник 6-7510 ГОСТ 333—79	10	
49	Подшипник 8211 ГОСТ 6874—75	10	
50	Подшипник 5-112 ГОСТ 831—75	20	
51	Блок	2	Чугун СЧ 20
52	Корпус	1	Чугун СЧ 20
53	Подшипник 6-8126 ГОСТ 6874—75	2	
54	Подшипник 5-3182126 ГОСТ 7634—75	1	
55	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
56	Подшипник 46118 ГОСТ 831—75	2	
57	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
58	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х
59	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
60	Колесо зубчатое	7	Сталь 40Х
61	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
62	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
63	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
64	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
65	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
66	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
67	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х
68	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
69	Колесо зубчатое	5	Сталь 40Х
70	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
71	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
72	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
73	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
74	Фиксатор	2	Сталь 20Х
75	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

Шпиндельная коробка 26 установлена на силовом столе 27 посредством упорного угольника 25. Барабан установлен в корпусе шпиндельной коробки на игольчатых подшипниках 13. Шпиндели 5 смонтированы в барабане 12 на сдвоенных радиальных шариковых

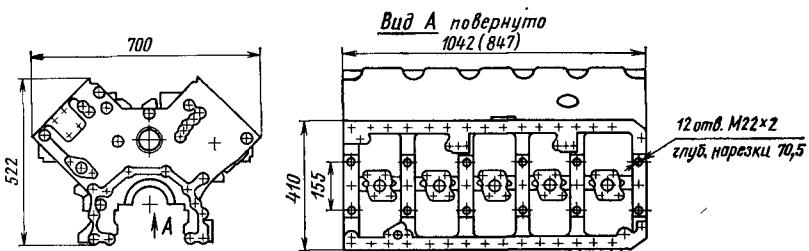


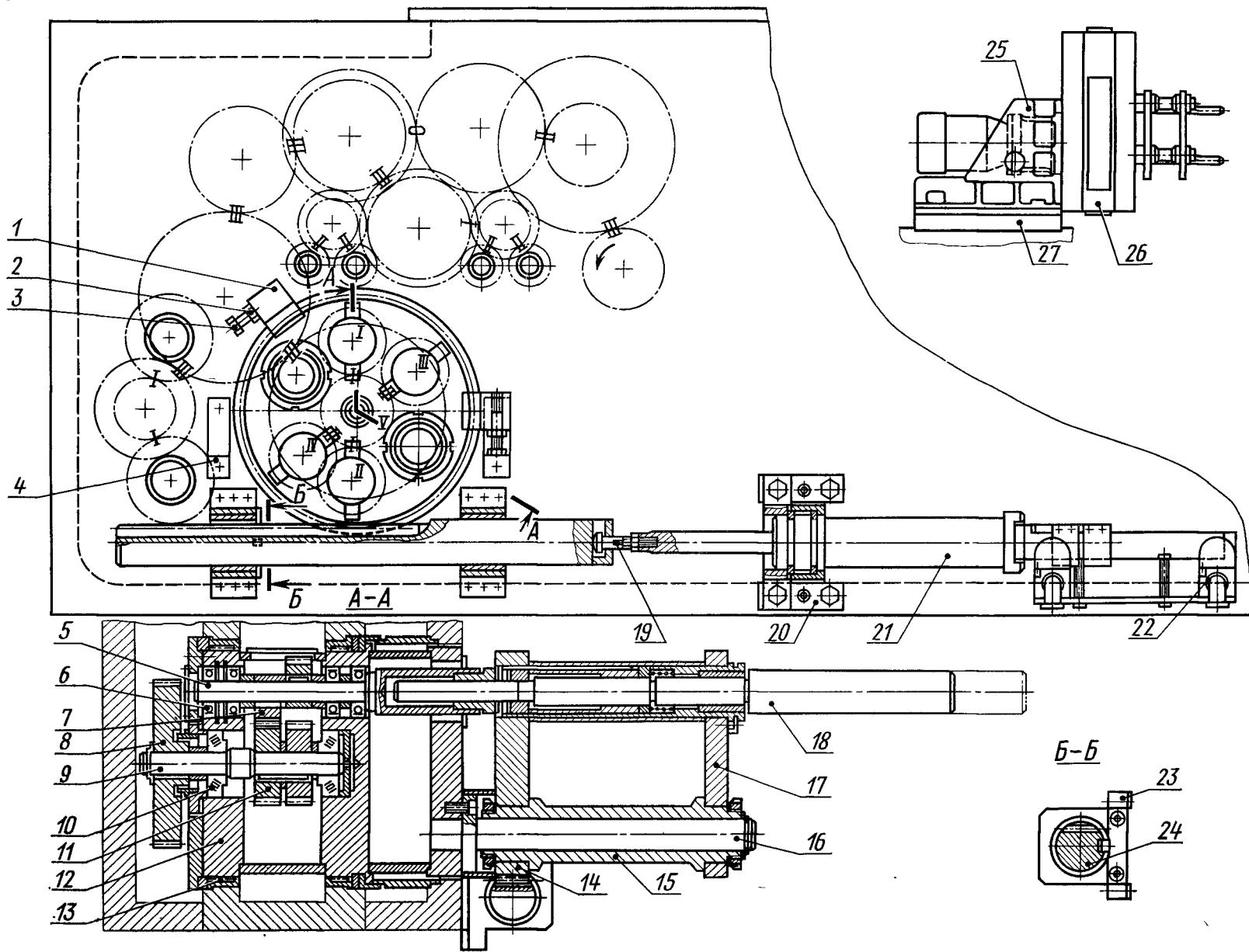
Рис. 14. Блок цилиндров

подшипниках 16 и приводится во вращение зубчатыми колесами 11 на центральном валу 9, находящимися в зацеплении с зубчатыми колесами 7 на шпинделях.

Резьбонарезные пиноли 18 установлены в плитах 14 и 17, которые на двух штангах 16 закреплены на барабане. На плите 14 имеется

Перечень составных частей переналаживаемой резьбонарезной шпиндельной коробки для обработки блоков цилиндров

Поз. на листе 48	Наименование	Кол.	Материал
1	Упор	2	Сталь 45
2	Гайка М10.5 05 ГОСТ 5929—70	2	
3	Болт М10×40.88.05 ГОСТ 7808—70	2	
4	Планка	2	Сталь 45
5	Шпиндель	4	Сталь 18ХГТ
6	Подшипник 6-106 ГОСТ 8338—75	16	
7	Колесо зубчатое	4	Сталь 40Х
8	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
9	Вал	1	Сталь 40Х
10	Подшипник 7211 ГОСТ 333—79	2	
11	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
12	Барабан	1	Ст3
13	Ролики игольчатые 3×24 ГОСТ 6870—72	136	
14	Плита	1	Сталь 40Х
15	Втулка	2	Сталь 45
16	Штанга	2	Сталь 45
17	Плита	1	Ст3
18	Пиноль	4	Сталь 40Х
19	Винт	1	Сталь 45
20	Кронштейн	1	Ст3
21	Гидроцилиндр 6У2512	1	
22	Переключатель путевой	2	
23	Кронштейн	2	Ст3
24	Рейка	1	Сталь 40Х



**Перечень составных частей резьбонарезной коробки
для обработки шлицевой втулки**

Поз. на листе 49	Наименование	Кол.	Материал
1	Механизм счетный	1	
2	Штифт	2	Сталь 20Х
3	Копир (шпиндель)	1	Сталь 20Х
4	Болт M20×60.88.05 ГОСТ 7808—70	6	
5	Червяк	1	Сталь 40Х
6	Вал	1	Сталь 40Х
7	Насос С12-43	1	
8	Маслоуказатель МН176-63	1	
9	Крышка	2	Чугун СЧ 15
10	Масленка угловая	1	
11	Маслораспределитель	1	
12	Вал	1	Сталь 40Х
13	Вал	1	Сталь 40Х
14	Крышка	1	Чугун СЧ 15
15	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
16	Вал	1	Сталь 40Х
17	Вал	1	Сталь 40Х
18	Электродвигатель	1	
19	Электротормоз	1	
20	Плита задняя	1	Чугун СЧ 20
21	Подшипник 7512 ГОСТ 333—79	14	
22	Корпус	1	Чугун СЧ 20
23	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
24	Лоток	1	Ст3
25	Крышка передняя	1	Чугун СЧ 20
26	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
27	Чашка	1	Сталь 45
28	Стакан	1	Сталь 45
29	Фланец	1	Сталь 45
30	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
31	Гайка копирная	1	Бронза БрОЦС5-5-5
32	Червячное колесо	1	Бронза БрАЖ9-4Л
33	Шпонка	1	Сталь 45
34	Пиноль	1	Сталь 20Х
35	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
36	Подшипник 46118 ГОСТ 831—75	2	
37	Фланец	1	Сталь 20Х
38	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
39	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
40	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
41	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
42	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

зубчатый венец. Поворот барабана происходит под действием гидроцилиндра 21 на кронштейне 20 и рейки 24, находящейся в зацеплении с зубчатым венцом плиты 14. Рейка установлена на кронштейне 23 и соединена со штоком гидроцилиндра винтом 19.

Крайние положения барабана определяются регулируемыми упорами 1, контактирующими с планками 4. Контроль крайних положений гидроцилиндра производится путевыми переключателями 22.

Резьбонарезная коробка для обработки шлицевой втулки (лист 49) производит нарезание наружной резьбы на шлицевой втулке (рис. 15) винторезной самораскрывающейся головкой с круглыми гребенками. Обрабатываемая деталь — стальная труба (сталь 40Х, HB 225 ... 285) массой 5 кг.

Постоянство рабочей подачи на один оборот резьбонарезного инструмента достигается применением индивидуальной копирной пары.

Кинематическая схема коробки позволяет путем изменения относительных частот вращения резьбового копира и копирной гайки нарезать резьбы с различным шагом. Резьбовой копир и копирная гайка с крупным шагом ($P = 6$ мм), отличающимся от шага нарезаемой резьбы, обеспечивают надежность работы и долговечность копирной пары.

Резьбонарезная коробка установлена на силовом столе на фиксирующие штифты 2 и закреплена болтами 4. В корпусе 22 на конических роликоподшипниках 21 смонтирован приводной вал 12 и промежуточные валы 13 и 16, передающие через зубчатые колеса вращение от электродвигателя 18 с электротормозом 19 копиру (шпинделю) 3 и копирной гайке 31, смонтированным в пиноли 34. Копирная гайка удерживается от осевого смещения стаканом 28. Вал 17 передает вращение счетному механизму 1, управляющему работой резьбонарезного шпинделя с циклом «нарезка—реверс», а вал 6 вращает лопастной насос смазки 7.

На листе 49 представлена также кинематическая схема резьбонарезной бабки.

Пиноль 34 и копирная гайка получают вращение от электродвигателя 18 через зубчатые колеса 26, 39, 15, червяк 5 и червячное колесо 32. На пиноли 34, кроме червячного колеса 32, имеется цилиндрическое зубчатое колесо 30, передающее вращение копиру (шпинделю) 3 посредством зубчатых колес 40, 42 и 35 и фланца 37, находящегося в зацеплении со шлицами копира (шпинделя) 3. Разность частот вращения копира (шпинделя) и копирной гайки обеспечивает перемещение копира за один оборот на величину, равную шагу нарезаемой резьбы. Так, например, по кинематической схеме пиноль 34, а вместе с ней и копирная гайка вращаются с ча-

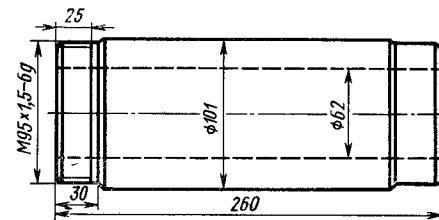
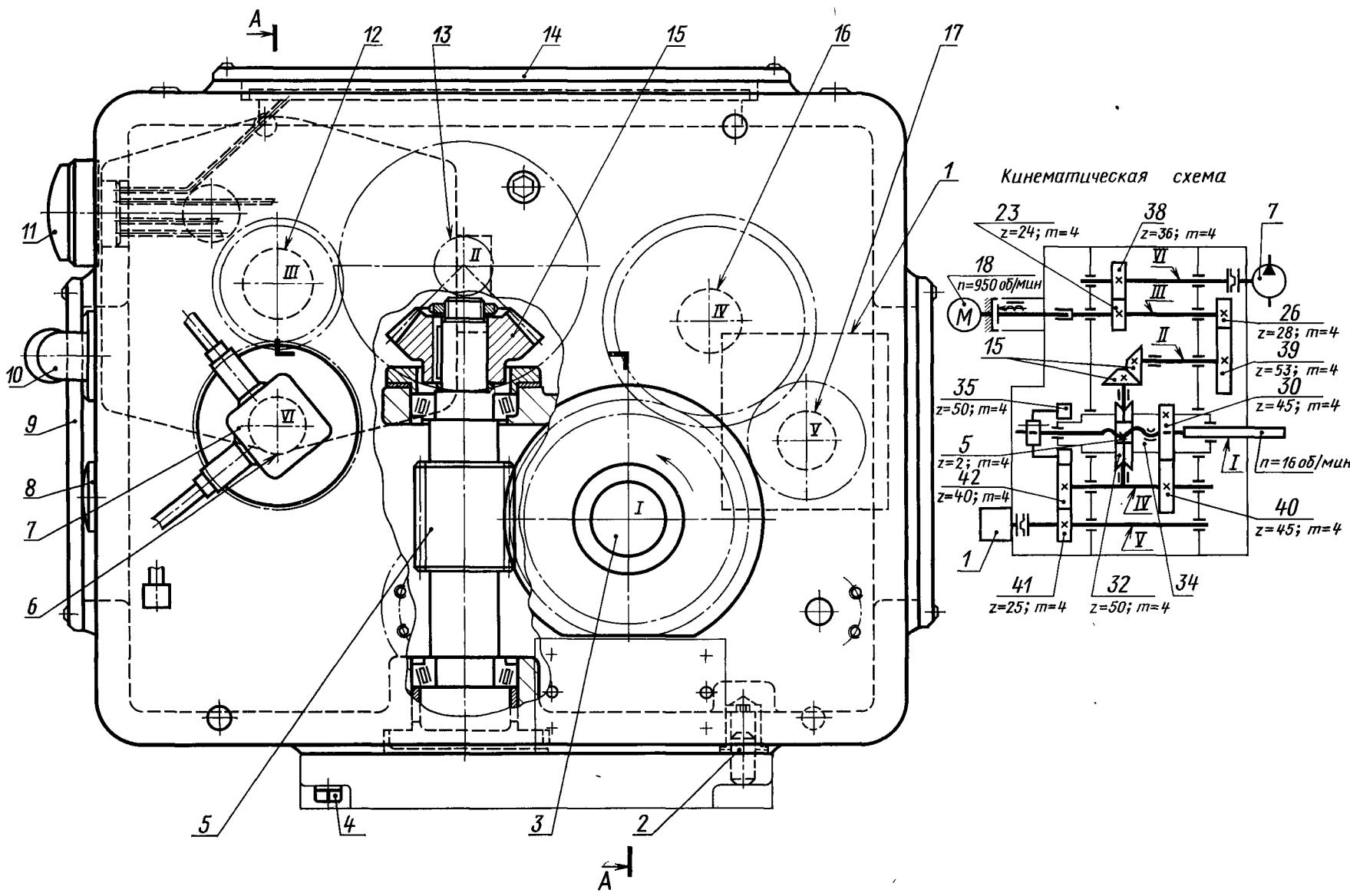
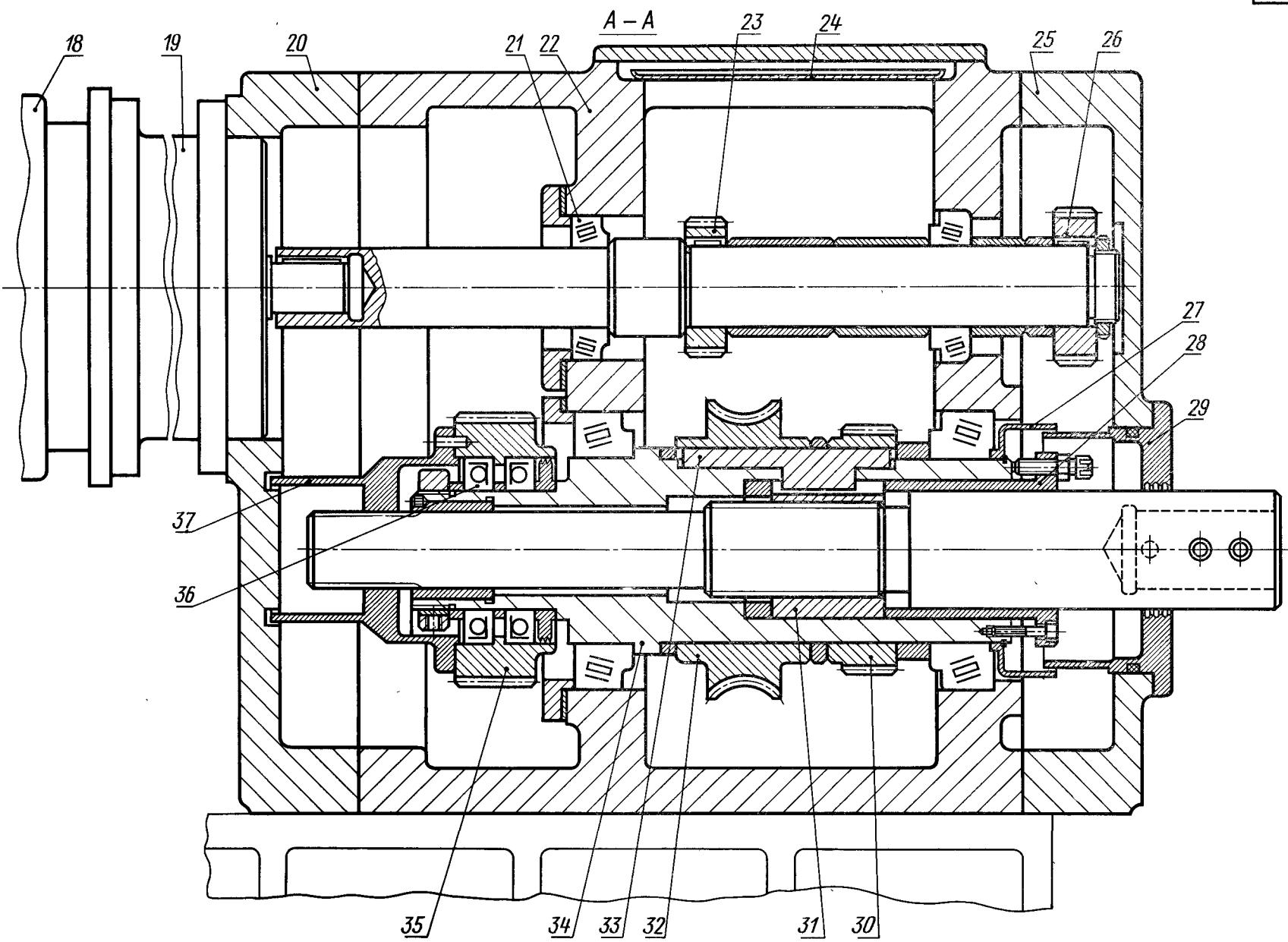


Рис. 15. Втулка





Перечень составных частей фрезерной головки для обработки картера коробки передач

Поз. на листе 50	Наименование	Кол.	Материал
1	Шпиндель	2	Сталь 20Х
2	Пиноль	1	Чугун СЧ 20
3	Корпус	1	Чугун СЧ 20
4	Электродвигатель	1	
5	Гидромотор	1	
6 ... 9	Валы	4	Сталь 40Х
10	Насос С12-53	1	
11	Болт М16×60.88 05 ГОСТ 7805—70	8	
12 ... 14	Валы	3	Сталь 40Х
15	Экран	2	Алюминий
16	Экран	1	Алюминий
17	Переключатель путевой	6	
18	Штифт	2	Сталь 20Х
19	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
20	Втулка	1	Сталь 45
21	Крышка	1	Чугун СЧ 20
22 ... 24	Валы	3	Сталь 40Х
25	Присоединение	3	
26	Подшипник 7208 ГОСТ 333—79	16	
27	Колесо зубчатое	2	
28	Корпус	1	Сталь 40Х
29	Подшипник 8312 ГОСТ 6874—75	2	Чугун СЧ 20
30	Подшипник 6-112 ГОСТ 8338—75	2	
31	Червяк	1	Сталь 40Х
32	Подшипник 6-111 ГОСТ 8338—75	1	
33	Крышка	1	Ст3
34	Плита	1	Чугун СЧ 20
35	Полумуфта	1	Сталь 40Х
36	Полумуфта	1	Сталь 40Х
37	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х
38	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
39	Подшипник 1000916 ГОСТ 8338—75	2	
40	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х
41	Червячное колесо	1	Бронза
42	Подшипник 5-46114 ГОСТ 831—75	4	
43	Подшипник 6-8118 ГОСТ 6874—75	4	
44	Подшипник 5-3182116 ГОСТ 7634—75	2	
45	Кронштейн	1	Ст3
46	Подшипник 6-46120 ГОСТ 831—75	4	
47	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
48	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
49	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
50	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

Рис. 16. Картр коробки передач

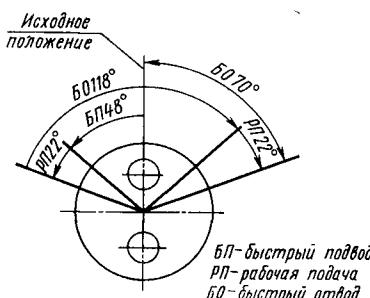
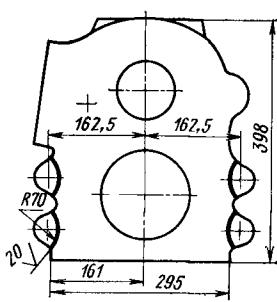


Рис. 17. Цикл работы фрезерной пиноли

стотой 20 об/мин, резьбовой копир 3 вращается в ту же сторону с частотой 16 об/мин. Учитывая, что резьба копирной пары — трапецидальная левая, с шагом 6 мм, получаем перемещение копира за один оборот на 1,5 мм, т. е. кинематическая схема резьбонарезной коробки построена для нарезания резьбы с шагом 1,5 мм. Меняя соотношение оборотов копирной гайки и копира путем замены зубчатых колес на валах 12 и 13, можно изменить шаг нарезаемой резьбы в изделии (при соответствующем изменении резьбонарезного инструмента).

Фрезерная головка для обработки картера коробки передач (лист 50) выполняет фрезерование приливов картера коробки передач (рис. 16) одновременно в двух деталях. Обрабатываемая деталь представляет собой чугунную отливку (СЧ 20, HB 170 ... 217) массой 45 кг.

В корпусе 3 смонтирована пиноль 2 со шпинделеми 1 (I и II). Главное движение (вращение шпинделей) осуществляется электродвигателем 4, движение подачи (вращение пиноли) — от гидромотора 5 через редуктор. Управление циклом работы пиноли (рис. 17) осуществляется по сигналам путевых переключателей 17. Упоры управления (экраны) закреплены на вращающейся пиноли.

Корпус 3 закреплен на силовом столе штифтами 18 и болтами 11. Каждый из шпинделей 1 смонтирован в передней опоре пиноли на двухрядном роликовом подшипнике 44 и двух упорных шарикоподшипниках 43, а в задней опоре — на спаренных радиально-упорных шариковых подшипниках 42.

Пиноль вращается вокруг центрального вала 8 на спаренных радиально-упорных шариковых подшипниках 46. Задней опорой вала 8 является корпус бабки, передней опорой — кронштейн 45.

Вращение пиноли 2 передается от гидромотора 5 через двухступенчатый редуктор, червяк 31 и червячное колесо 41, закрепленное на пиноли. При этом зубчатые колеса 40, установленные на хвостовой части шпинделей, обкатываются вокруг промежуточного зубчатого колеса 38.

Перечень составных частей фрезерной головки для обработки противовеса коленчатого вала

Поз. на листе 51	Наименование	Кол	Материал
1	Экран	1	Алюминий
2	Упор	1	Сталь 45
3	Экран	1	Алюминий
4	Насадка	1	Чугун СЧ 20
5	Вал	1	Сталь 40Х
6	Дроссель ЗУ4374	1	
7	Выключатель БВК	2	
8	Гидромотор Г15-23	1	
9	Подшипник 36211 ГОСТ 831—75	2	
10	Червяк	1	Сталь 40Х
11	Подшипник 311 ГОСТ 8338—75	1	
12	Фланец	1	Сталь 45
13	Электродвигатель	1	
14	Вал-шестерня	1	Сталь 40Х
15	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
16	Вал	1	Сталь 40Х
17	Червячное колесо	1	Бронза БрАЖ9-4Л Чугун СЧ 20
18	Корпус	1	
19	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
20	Подшипник 36210 ГОСТ 831—75	2	
21	Стакан	1	Сталь 45
22	Барабан	1	Чугун СЧ 20
23	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
24	Вал	1	Сталь 40Х
25	Стакан	1	Сталь 45
26	Фланец	1	Сталь 45
27	Подшипник 6-7510 ГОСТ 333—79	10	
28	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
29	Подшипник 6-7514 ГОСТ 333—79	2	
30	Втулка	1	Сталь 45
31	Шпиндель	1	Сталь 20Х
32	Кольцо	2	Сталь 20Х
33	Компенсатор	2	Сталь 45
34	Шпиндель	1	Сталь 20Х
35	Манжета 1-90×120-3 ГОСТ 8752—79	4	
36	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
37	Вал	1	Сталь 40Х
38	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
39	Фланец	2	Сталь 45
40	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
41	Кольцо	1	Сталь 20Х
42	Кольцо	1	Сталь 20Х
43	Венец зубчатый	1	Сталь 40Х
44	Ролик	370	Сталь ШХ15
45	Подшипник специальный	2	
46	Штифт	2	Сталь 20Х
47	Корпус	1	Чугун СЧ 20
48	Болт M24×75.88.05 ГОСТ 7805—70	8	

Вращение шпинделей от электродвигателя 4 осуществляется через зубчатую муфту (полумуфты 35 и 36) и систему зубчатых колес, установленных на промежуточных валах (см. кинематическую схему бабки).

Фрезерная головка для обработки противовеса коленчатого вала (лист 51). Обрабатываемая деталь (рис. 18) представляет собой штамповку (сталь 35, HB 167 ... 212) массой 4 кг.

Необходимость одновременной обработки торцовой и криволинейной периферийной поверхности обусловили в конструкции фрезерной головки две самостоятельные кинематические цепи, обеспечивающие главное движение с приводом от электродвигателя и движение подачи с приводом от гидромотора.

Шпиндель 34, обрабатывающий торцовую поверхность детали, смонтирован в поворотном барабане 22 на конических роликоподшипниках 27 и 29. Шпиндель 31, обрабатывающий периферийную поверхность, смонтирован в насадке 4.

Поворотный барабан соединен с корпусом 47 посредством кольца 41, 42, зубчатого венца 43 и подшипников 44 и 45, воспринимающих радиальные и осевые усилия. Главное движение шпинделям 34 и 31 передается от электродвигателя 13 через систему промежуточных валов и зубчатых колес.

Вращение от гидромотора 8 через червяк 10, червячное колесо 17, зубчатые колеса 15, 19 и вал-шестерню 14, находящуюся в зацеплении с зубчатым венцом 43, передается поворотному барабану.

Гидромотор 8 вращает барабан с различными скоростями: замедленно — в режиме рабочей подачи и ускоренно — при возврате в исходное положение. Контроль крайних положений барабана осуществляется конечными выключателями 7, с которыми взаимодействуют экраны 1 и 3.

Для предотвращения удара при ускоренном возврате в исходное положение установлен дроссель 6, на который воздействует упор 2. Фрезы крепятся на шпинделях с помощью переходных колец 32. Настройка вылета фрез производится с помощью компенсаторов 33.

Фрезерная головка для обработки картера редуктора заднего моста (лист 52) предназначена для фрезерования радиусной поверхности (проверки литья) картера редуктора (рис. 19). Обрабатываемая деталь — чугунная отливка (КЧ 35-10, HB 168) массой 50 кг.

Главное движение (вращение шпинделя) осуществляется от электродвигателя через зубчатый редуктор, который соединен с головкой втулочно-пальцевой муфтой.

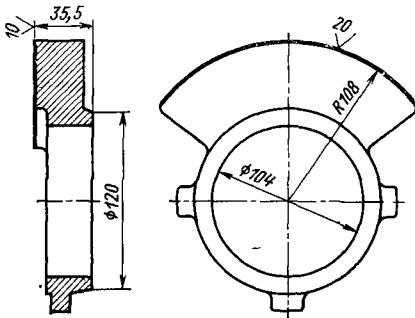
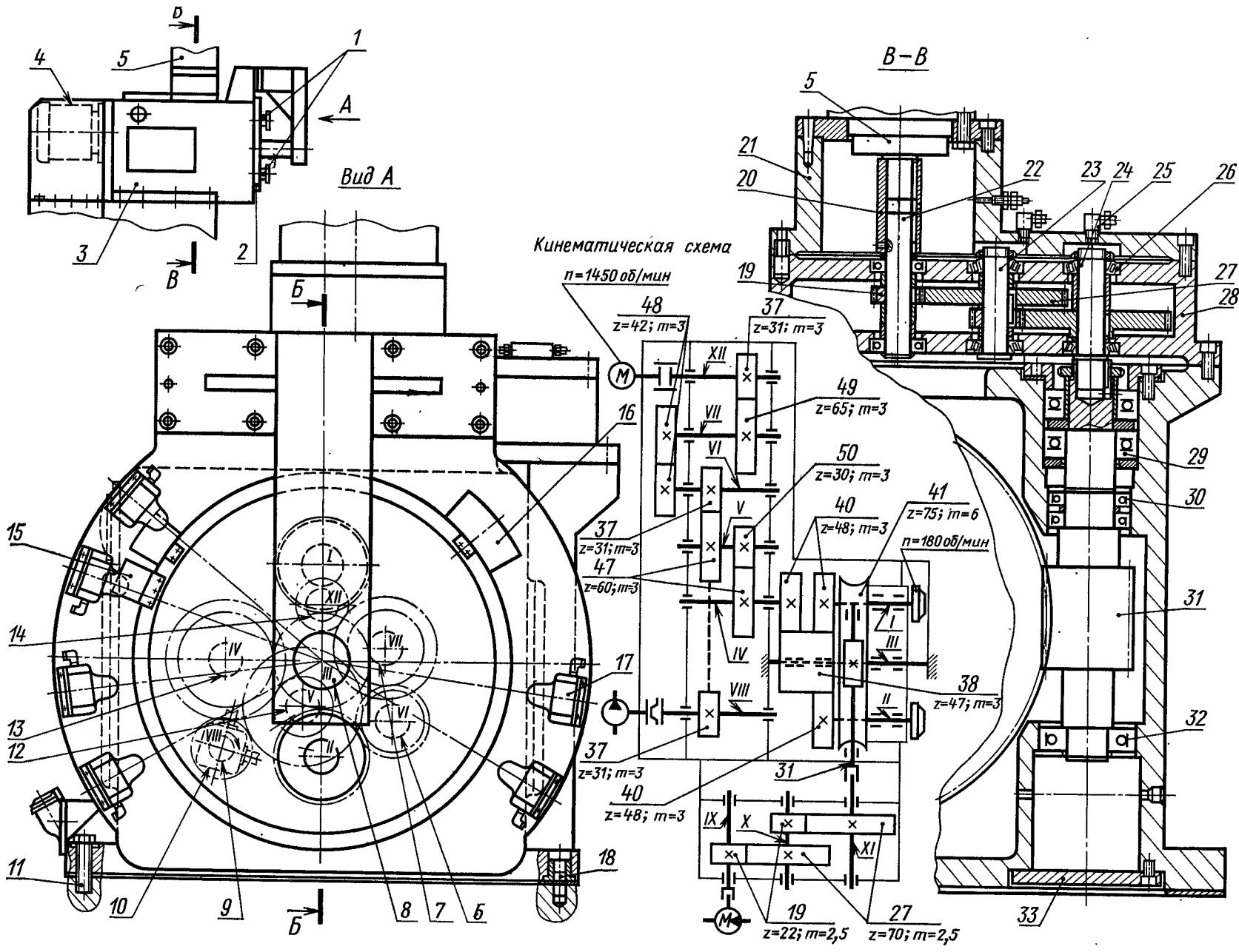
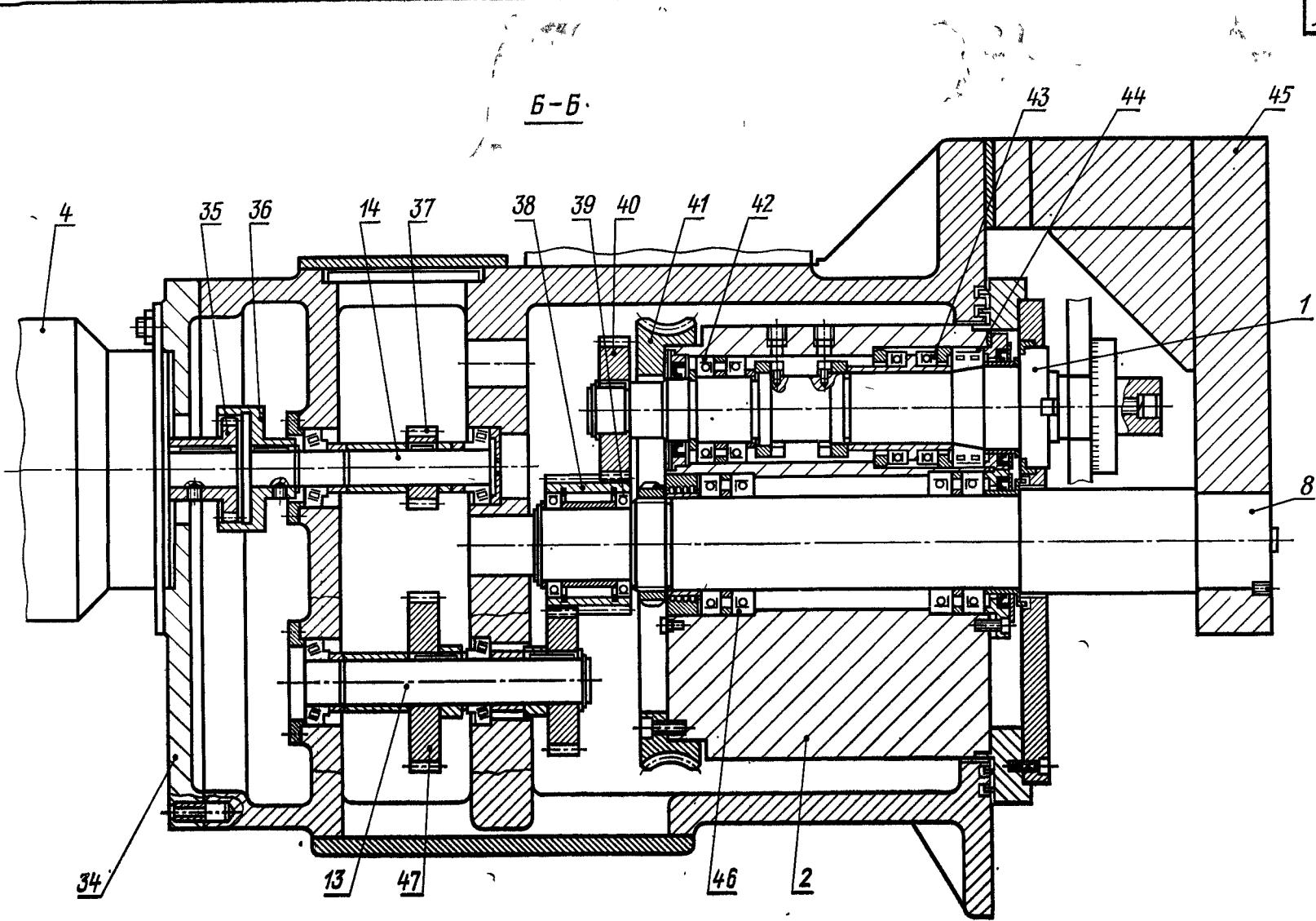
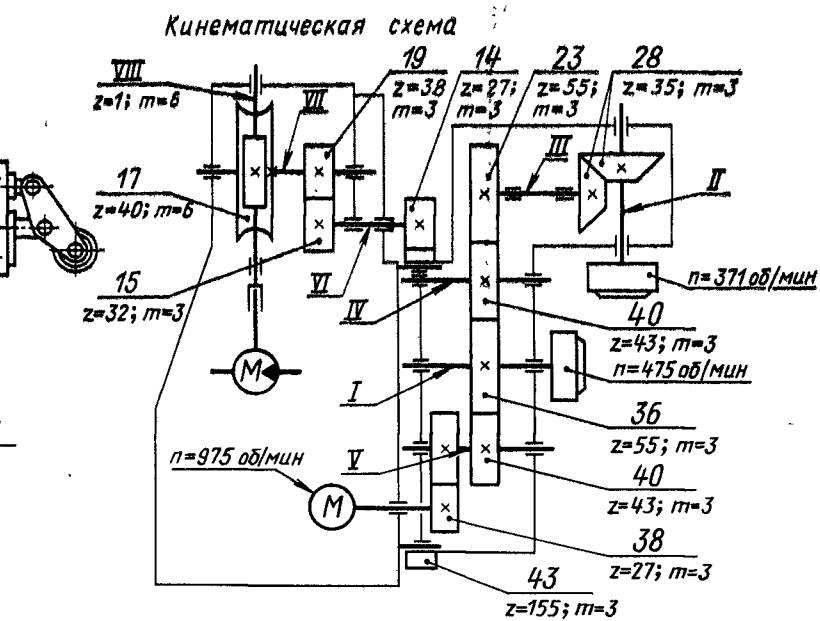
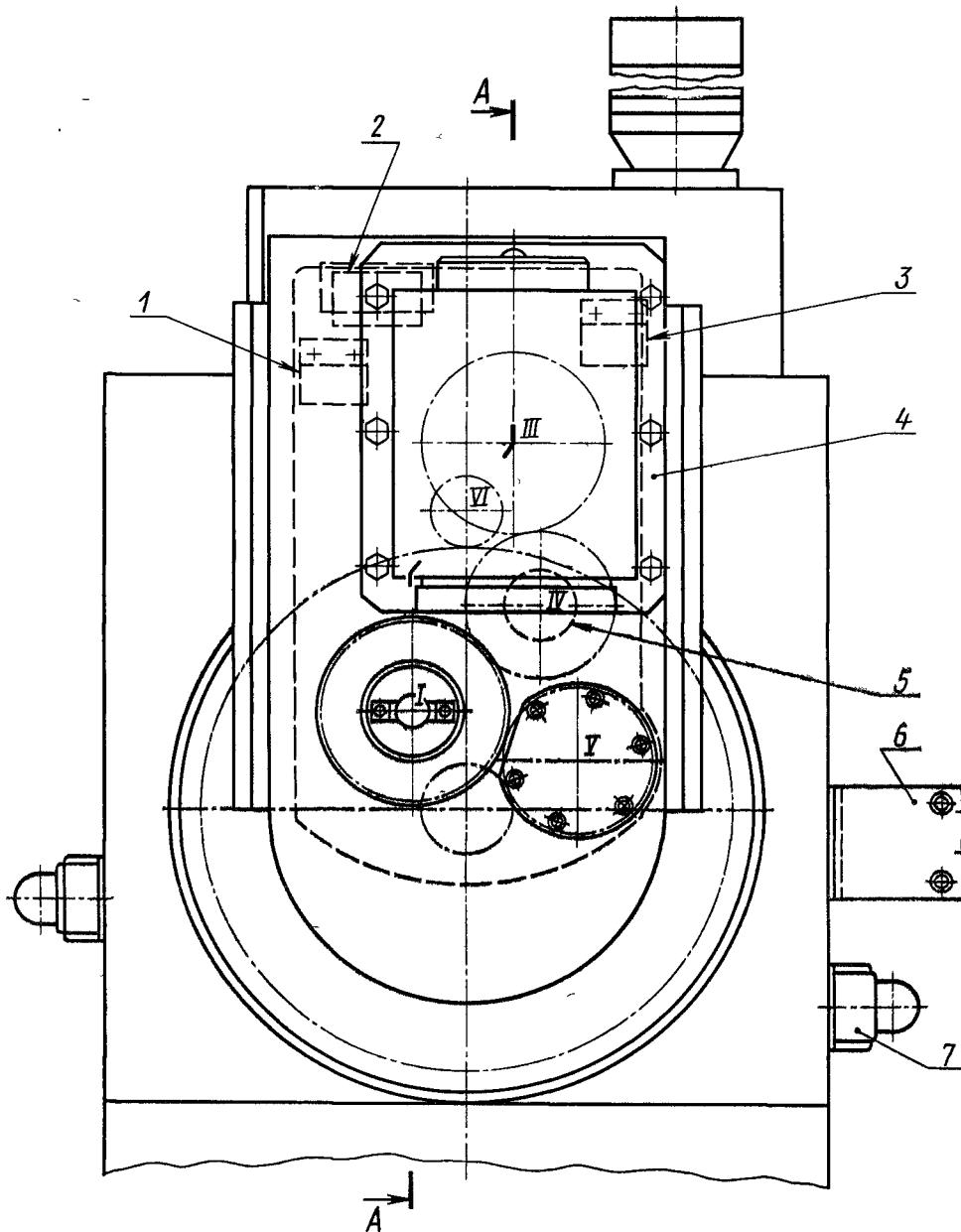
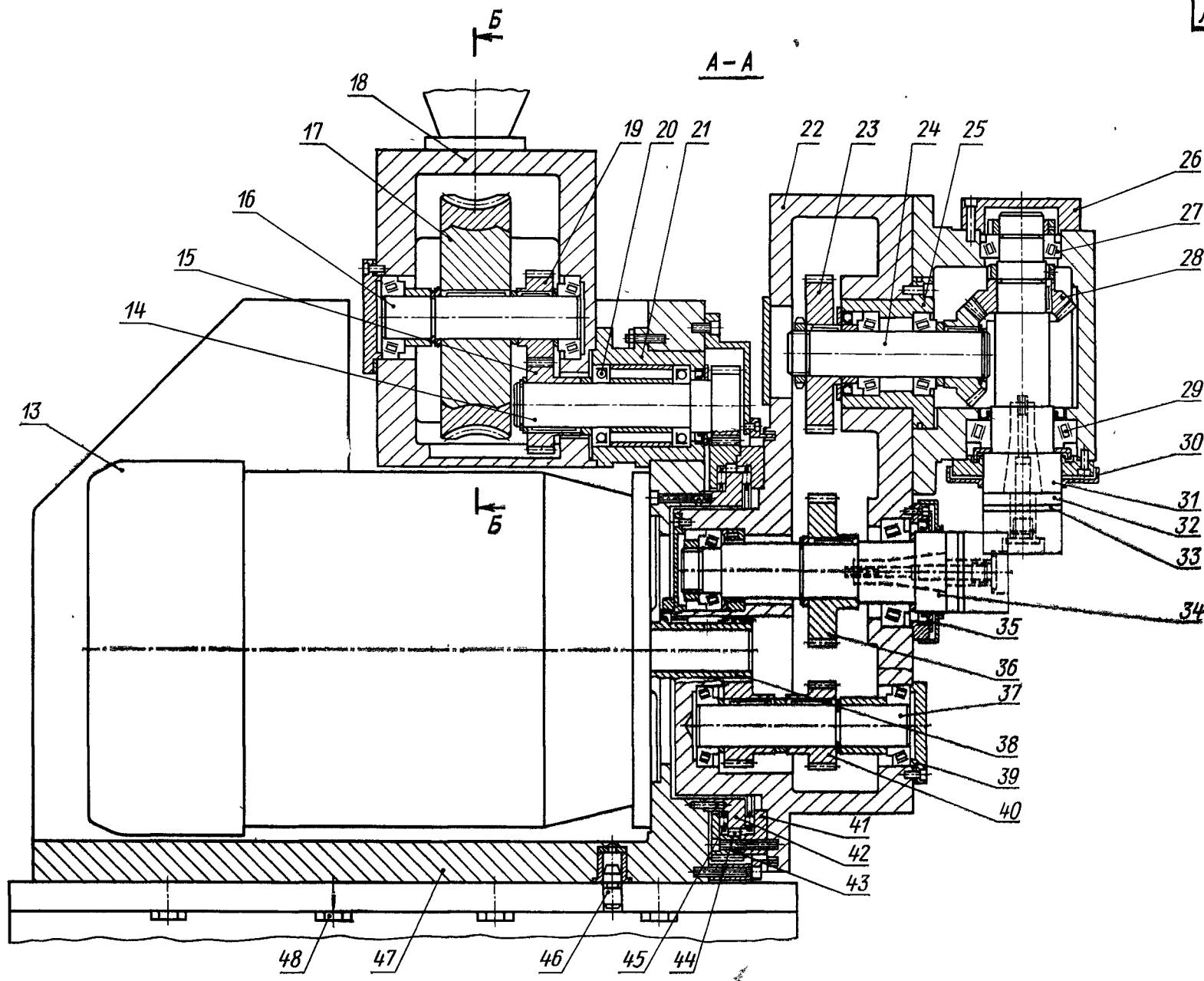


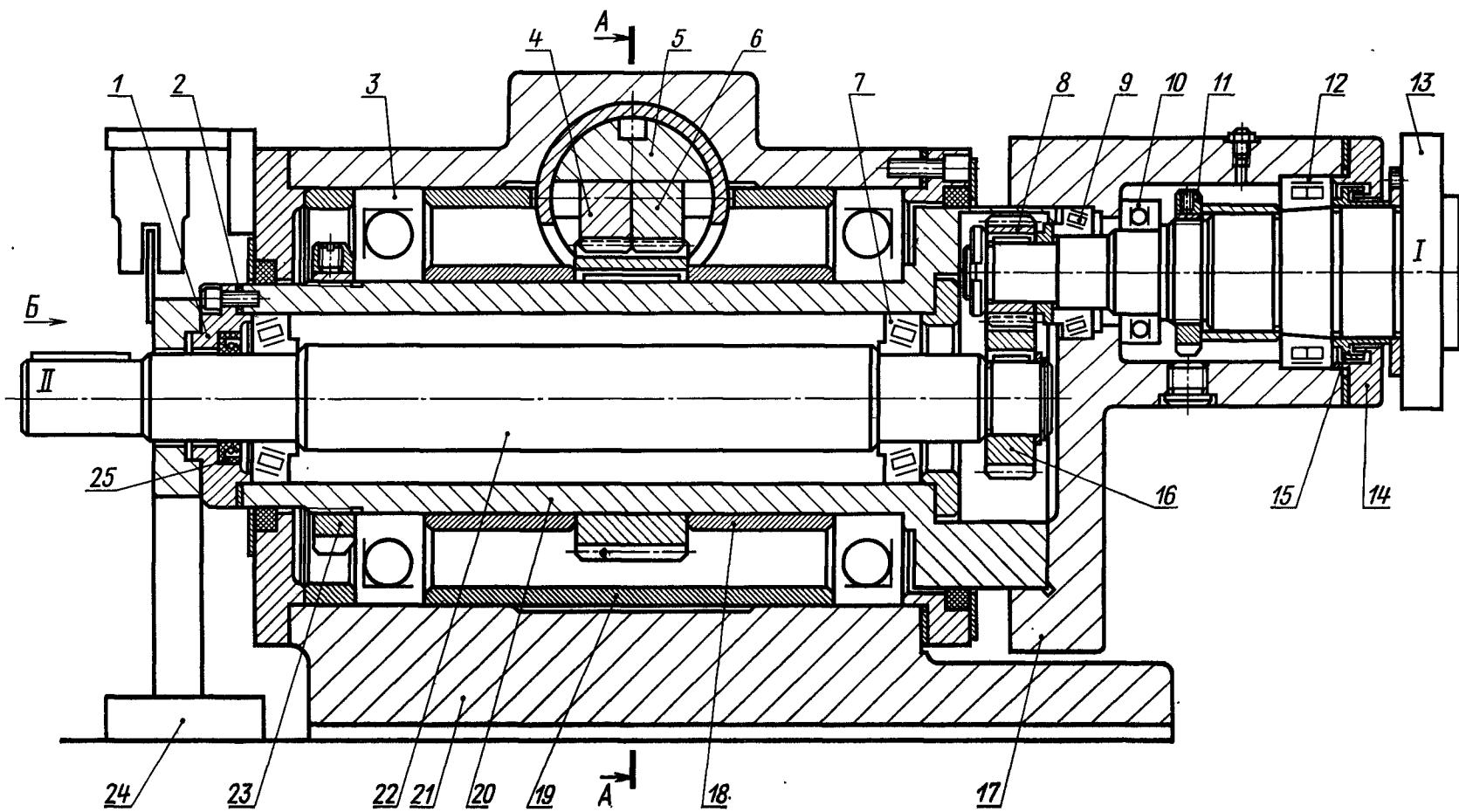
Рис. 18. Противовес коленчатого вала

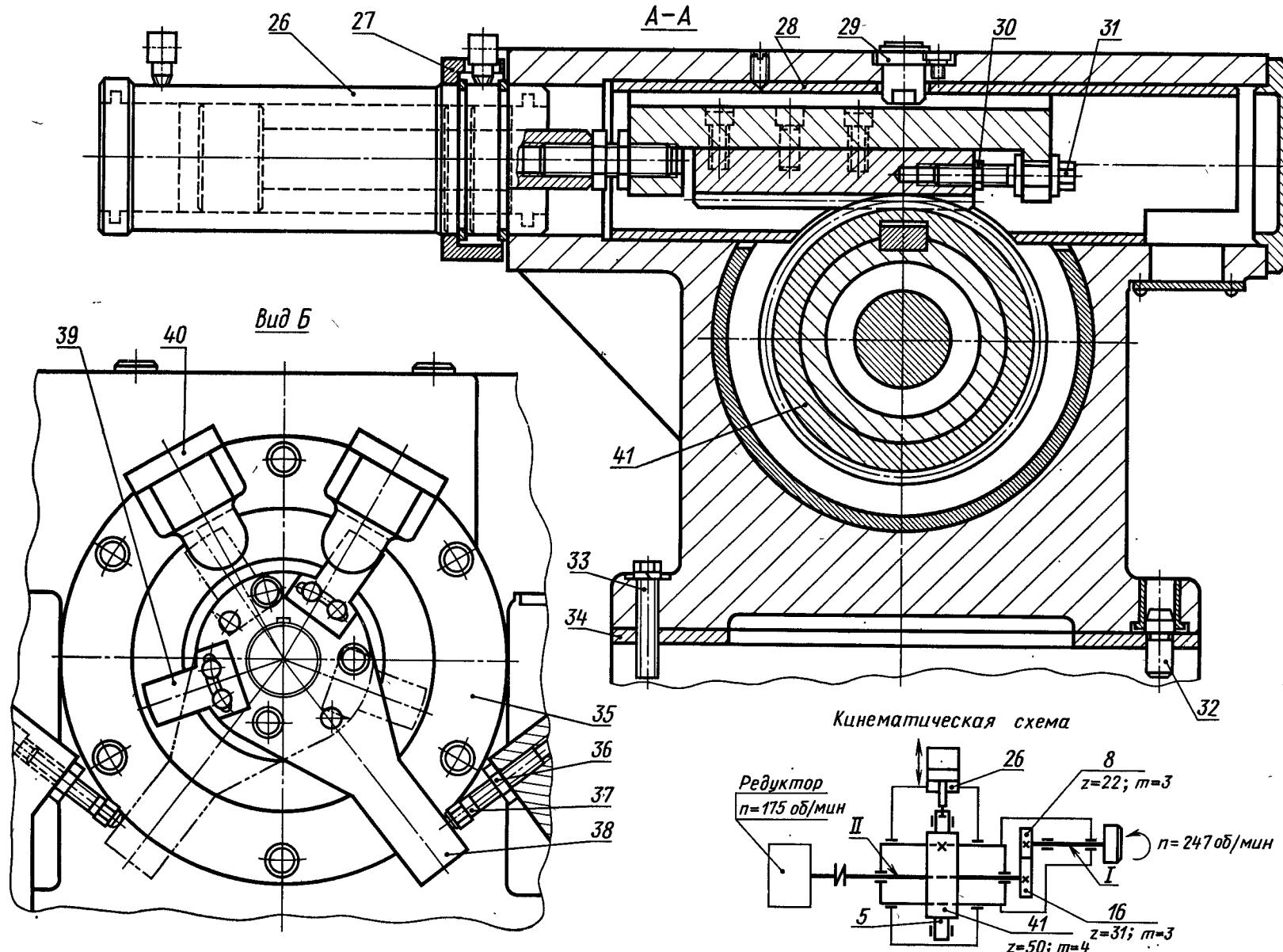












Движение подачи (поворот пиноли с эксцентрично расположенным шпинделем) — от гидроцилиндра через реечную передачу. Величина эксцентриситета E шпинделя зависит от радиуса R кривизны обрабатываемой поверхности и диаметра D фрезы: $E = R - D/2$.

В корпусе 21 на радиально-упорных шарикоподшипниках 3 смонтирована пиноль 20, внутри которой на конических роликоподшипниках 7 установлен вал 22 (II), на переднем конце которого имеется зубчатое колесо 16, а на хвостовик установлена полуфумта, соединяющая фрезерную головку с редуктором.

На головной части пиноли установлена насадка 17 с эксцентрично расположенным шпинделем 13 (I), который смонтирован на двухрядном роликоподшипнике 12 в передней опоре и коническом роликоподшипнике 9 в задней опоре. Осевую составляющую усилий резания воспринимает упорный подшипник 10. На хвостовой части шпинделя установлено зубчатое колесо 8.

Гидроцилиндр 26 выполняет поворот пиноли 20 на требуемый угол посредством рейки и зубчатого колеса 41. При этом зубчатое колесо 8 обкатывается вокруг зубчатого колеса 16.

Для предотвращения вибраций при фрезеровании рейка выполнена составной из трех частей: основания 5 и реек 4 и 6. С помощью болта 31 в основании 5

рейки 4 и 6 смещаются относительно друг друга на величину зазора в зубчатом зацеплении.

Величина угла поворота пиноли ограничена упором 38 и регулируемыми винтами 37, установленными в кронштейнах 24. Контроль крайних положений выполняют конечные выключатели 40 под воздействием экранов 39.

Регулировка подшипников 3 производится гайкой 23, подтяжка подшипников 12 гайкой 11, подшипников 7 — фланцем 1 с компенсатором 2.

Для защиты внутренних полостей головки имеются манжета 25 и бесконтактное лабиринтное уплотнение, образованное фланцем 14 и втулкой 15.

На листе 52 представлена также кинематическая схема фрезерной головки.

Переналаживаемая фрезерная бабка для обработки графитовых анодов (лист 53) предназначена для фрезерования плоскостей анодов 11 типоразмеров. Обрабатываемые детали — прессованные гра-

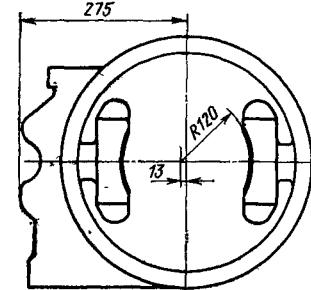
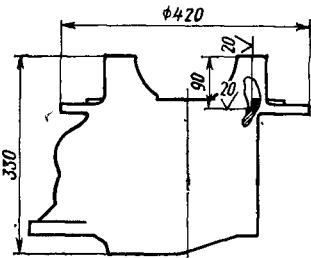
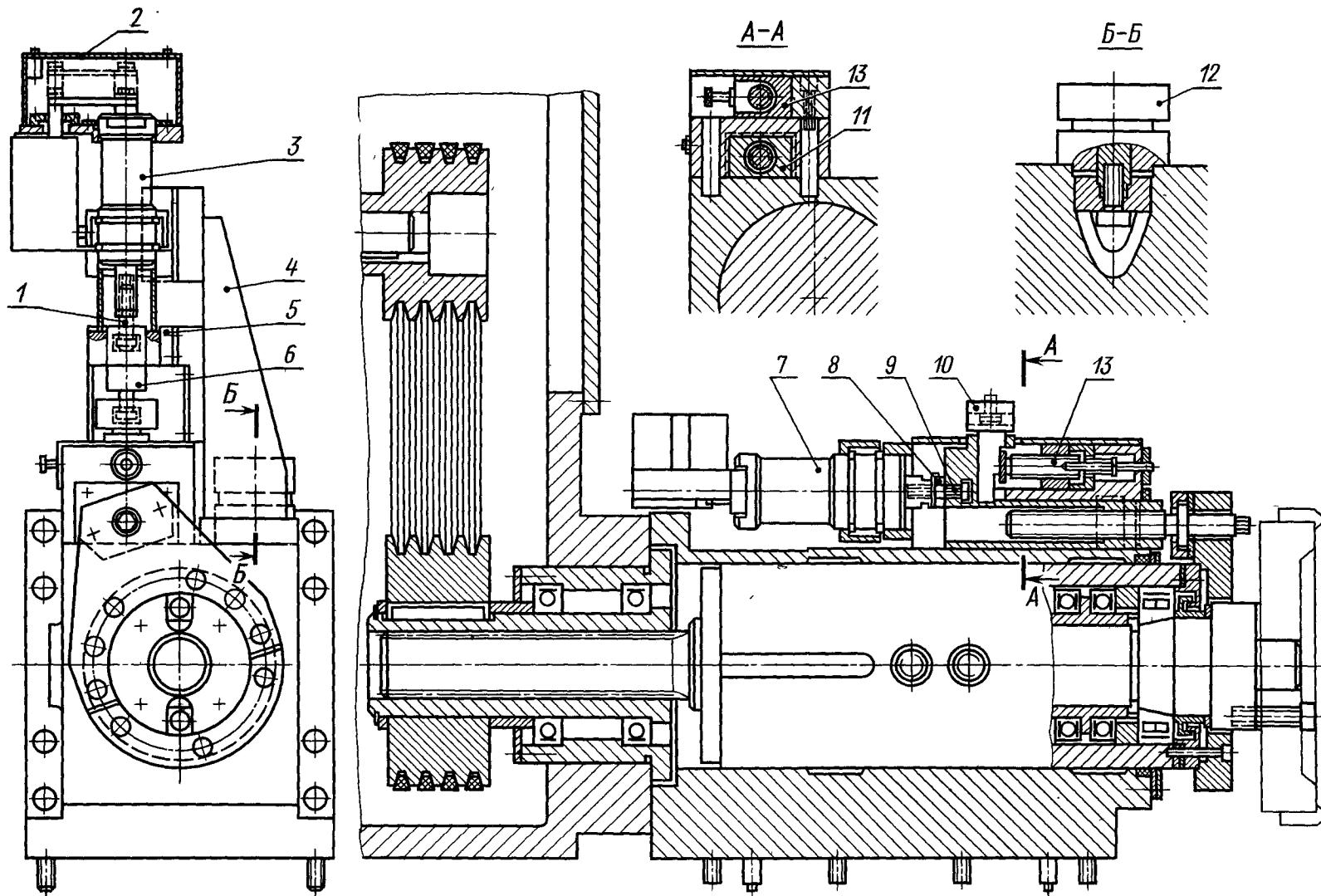
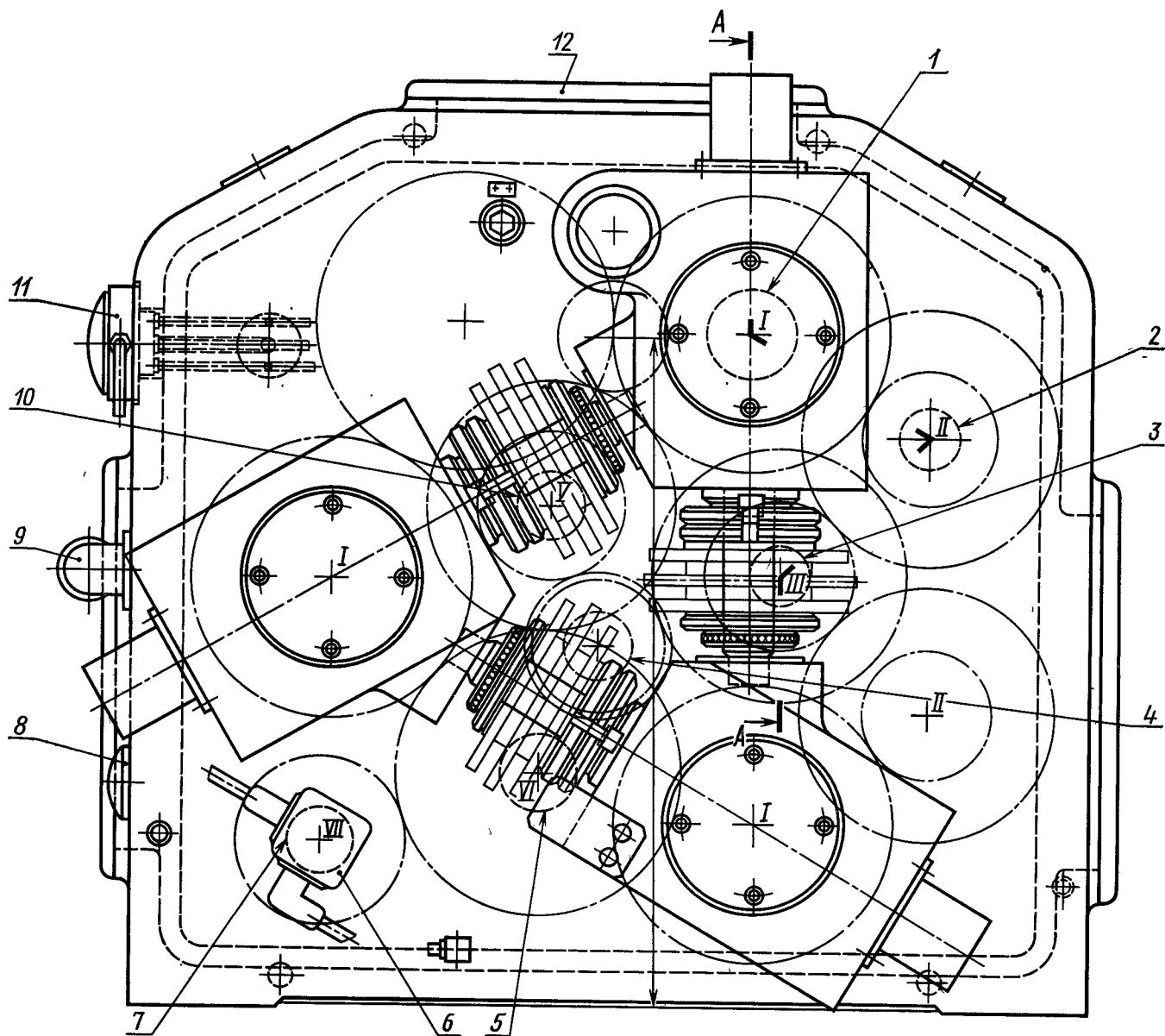


Рис. 19. Корпус редуктора заднего моста

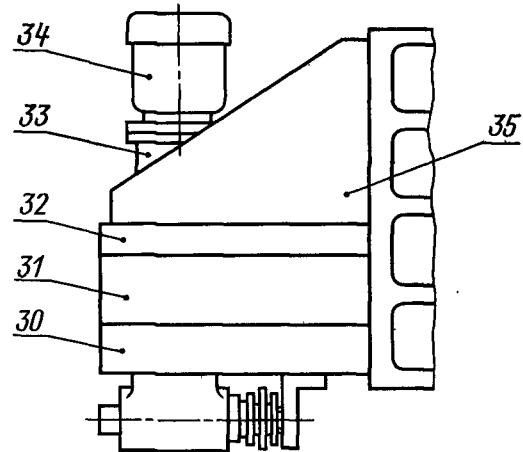
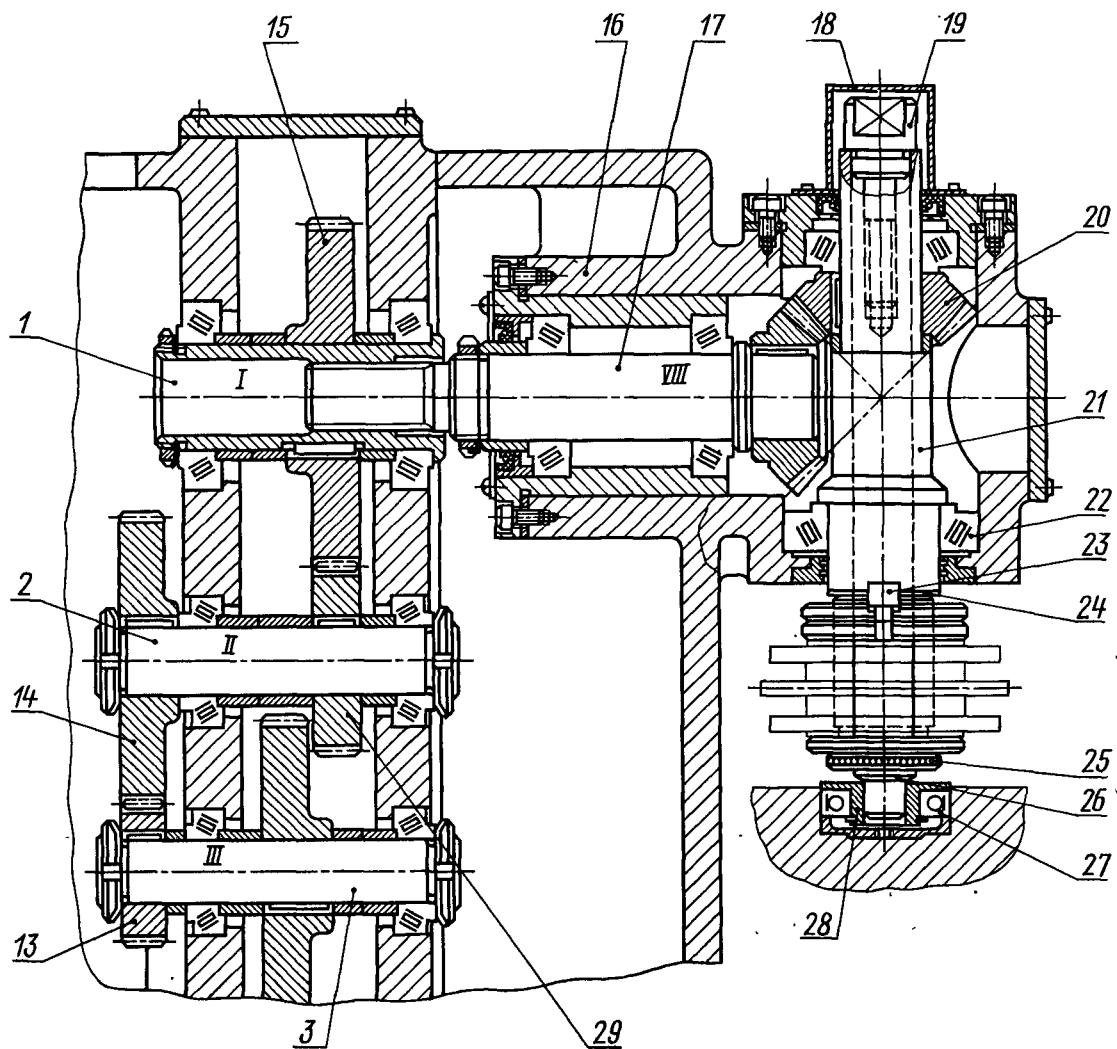
Перечень составных частей фрезерной головки для обработки картера редуктора заднего моста

Поз. на листе 52	Наименование	Кол.	Материал
1	Фланец	1	Сталь 45
2	Компенсатор	1	Сталь 45
3	Подшипник 46230 ГОСТ 831—75	2	
4	Рейка	1	Сталь 40Х
5	Основание рейки	1	Сталь 20Х
6	Рейка	1	Сталь 40Х
7	Подшипник 6-7212 ГОСТ 333—79	2	
8	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
9	Подшипник 6-7210 ГОСТ 333—79	1	
10	Подшипник 6-8211 ГОСТ 6874—75	1	
11	Гайка М62×2.6Н.6.05 ГОСТ 11871—80	1	
12	Подшипник 5-3182116 ГОСТ 7634—75	1	
13	Шпиндель	1	Сталь 20Х
14	Фланец	1	Сталь 45
15	Втулка	1	Сталь 45
16	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
17	Насадка	1	Чугун СЧ 20
18	Втулка	2	Сталь 45
19	Втулка	1	Сталь 45
20	Пиноль	1	Сталь 20Х
21	Корпус	1	Чугун СЧ 20
22	Вал	1	Сталь 40Х
23	Гайка М150×2.6Н.6.05 ГОСТ 11871—80	1	
24	Кронштейн	2	Ст3
25	Манжета 1-60×85-3 ГОСТ 8752—79	1	
26	Гидроцилиндр А1-160 Г29-15	1	
27	Фланец	1	Сталь 45
28	Втулка	1	Сталь 40Х
29	Шпонка	1	Сталь 45
30	Гайка М12.5.05 ГОСТ 5929—70	1	
31	Болт	1	Сталь 45
32	Штифт	2	Сталь 20Х
33	Болт M16×70.88 05 ГОСТ 7808—70	8	
34	Компенсатор	2	Ст3
35	Фланец	1	Сталь 45
36	Гайка М16.5.05 ГОСТ 5929—70	2	
37	Винт	2	Сталь 45
38	Упор	1	Сталь 45
39	Экран	2	Алюминий
40	Выключатель конечный БВК	2	
41	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

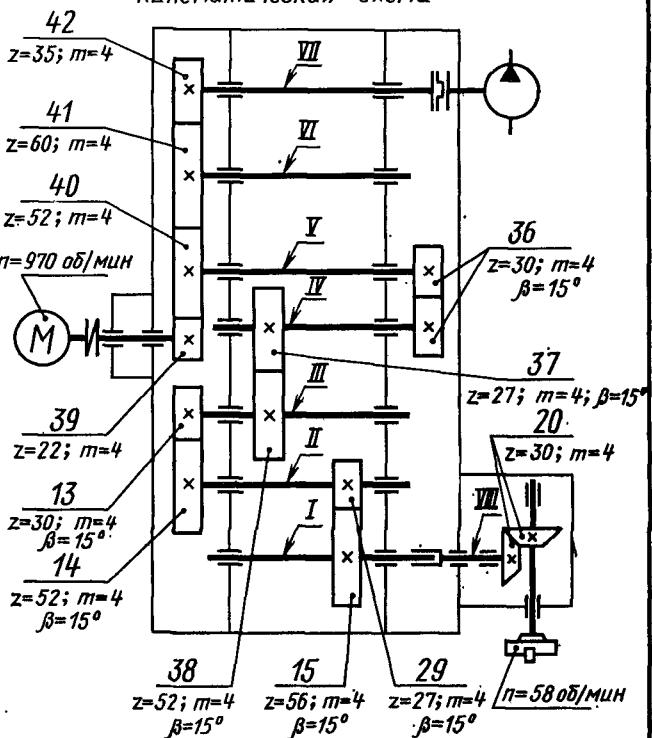




Вид барабки в рабочем положении



Кинематическая схема



графитовые плиты (рис. 20) из конструкционного графита (*HB* 12) массой от 18 до 28 кг в зависимости от типоразмера.

Основу конструкции составляют унифицированные элементы фрезерной бабки УН4165 с отсеком пиноли, так как по условиям обработки необходим отвод фрезы от обработанной поверхности в цикле работы станка.

Конструкция дополнена элементами, обес печивающими функциональное назначение бабки — обработку графита с автоматической переналадкой на размер обработки. Она отличается:

- переналаживаемым механизмом отсека;
- защитой штоков гидроцилиндров от графитовой пыли;
- применением электрооборудования во взрывобезопасном исполнении.

При перемещении штока гидроцилиндра 7 назад происходит отскок пиноли. При перемещении штока гидроцилиндра 7 вперед происходит подвод пиноли, а вместе с ней фрезы (установка на размер обработки).

Зажим пиноли осуществляется гидроцилиндром 12.

Конструкция механизма отсека допускает установку пиноли двух положениях, координаты которых отличаются друг от друга на 5 мм, что соответствует разнице в размерах обрабатываемых деталей.

В ползуне 11 установлен перемещаемый упор 10, имеющий две площадки с разницей по высоте в 5 мм. Упор 10, контактирующий с калибром 13, определяет переднее положение пиноли. Перемещение упора происходит под воздействием гидроцилиндра 3, установленного на кронштейне 4.

Перечень составных частей механизма отсека фрезерной бабки для обработки графитовых анодов

Ноз. на исте 53	Наименование	Кол.	Мате- риал	Поз. на листе 53	Наименование	Кол.	Мате- риал
1	Винт	1	Сталь 45	8	Гайка М24.5 05 ГОСТ 5929—70	1	
2	Кожух	1	Ст3				
3	Гидроцилиндр 6У2512	1		9	Винт	1	Сталь 45
4	Кронштейн	1	Ст3	10	Упор	1	Сталь 20Х
5	Кронштейн	1	Ст3	11	Ползун	1	Сталь 40Х
6	Толкатель	1	Сталь 45				
7	Гидроцилиндр 6У2513	1		12	Гидроцилиндр	2	
				13	Калибр	1	

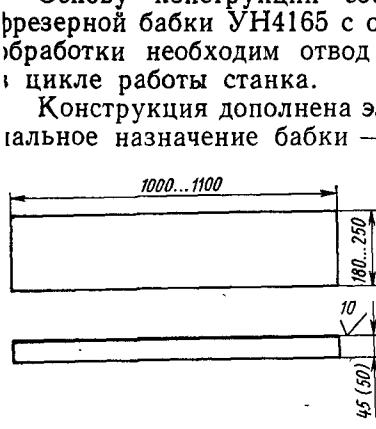


Рис. 20. Графитовая плита

Поскольку упор 10 вместе с ползуном 11 перемещается каждый раз при отске к пиноли, а гидроцилиндр 3 установлен неподвижно, соединение упора 10 с гидроцилиндром 3 осуществлено толкателем 6 через Т-образный паз.

Крайние положения гидроцилиндров 3 и 7 контролируются контактными выключателями.

Фрезерная бабка для обработки диска сцепления (лист 54) выполняет одновременно обработку трех проушин (рис. 21) наборами трехсторонних фрез (по три фрезы на каждом шпинделе).

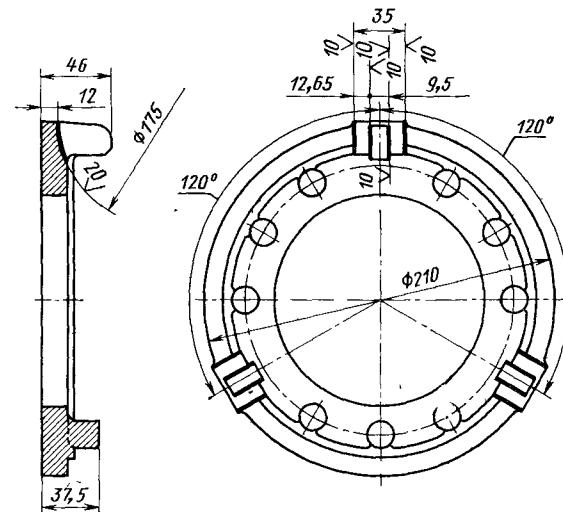


Рис. 21. Диск сцепления

Обрабатываемая деталь — чугунная отливка (СЧ 20, *HB* 170 ... 241) массой 4,5 кг.

Бабка установлена на силовом столе, к которому крепится фиксирующими штифтами и болтами. Для повышения жесткости всей системы установлен упорный угольник 35.

Шпиндель 21 смонтирован в передней крышке на конических роликоподшипниках 22 и получает вращение от вала 17 посредством конических зубчатых колес 20.

Набор фрез на оправке 26 поджат к торцу шпинделя 21 винтом 19. Крутящий момент от шпинделя инструменту передается сухарями 23. Передний конец оправки 26, вращаясь в подшипниковой опоре 28, предотвращает вибрации, возникающие при фрезеровании.

Кинематическая схема бабки выполнена на чертеже условно, для одного шпинделя.

Перечень составных частей фрезерной бабки
для обработки диска сцепления

Фрезерные бабки планетарного типа

Поз. на листе 54	Наименование	Кол.	Мате-риал	Поз. на листе 54	Наименование	Кол.	Мате-риал
1	Вал	3	Сталь 40Х	22	Подшипник 6-7516 ГОСТ 333-79	34	
2	Вал	2	Сталь 40Х	23	Сухарь	6	Сталь 20Х
3	Вал	1	Сталь 40Х	24	Компенсатор	3	Сталь 45
4	Вал	1	Сталь 40Х	25	Шайба	3	Сталь 45
5	Вал	2	Сталь 40Х	26	Оправка	3	Сталь 20Х
6	Насос С12-53	1		27	Подшипник 5-208 ГОСТ 8338-75	3	
7	Вал	1	Сталь 40Х	28	Втулка (опора)	3	Сталь 18ХГТ
8	Маслоуказатель МН176-63	1		29	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
9	Масленка угловая	1		30	Крышка передняя	1	Чугун СЧ 20
10	Вал	1	Сталь 40Х	31	Корпус	1	Чугун СЧ 20
11	Маслораспределитель Н0707	1		32	Плита задняя	1	Чугун СЧ 20
12	Крышка	3	Чугун СЧ 15	33	Привод УНЕ3171	1	
13	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х	34	Электродвигатель	1	
14	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х	35	Угольник упорный	1	Чугун СЧ 20
15	Колесо зубчатое	3	Сталь 40Х	36	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
16	Гильза	3	Сталь 20Х	37	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
17	Вал	3	Сталь 40Х	38	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
18	Колпак	3	Ст3	39	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
19	Винт	3	Сталь 45	40	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
20	Колесо зубчатое	6	Сталь 40Х	41	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
21	Шпиндель	3	Сталь 20Х	42	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

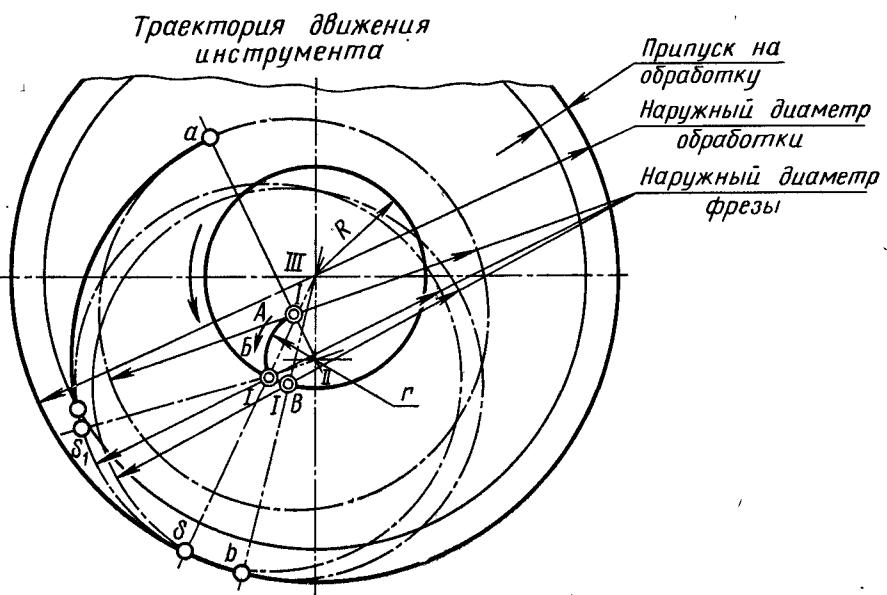
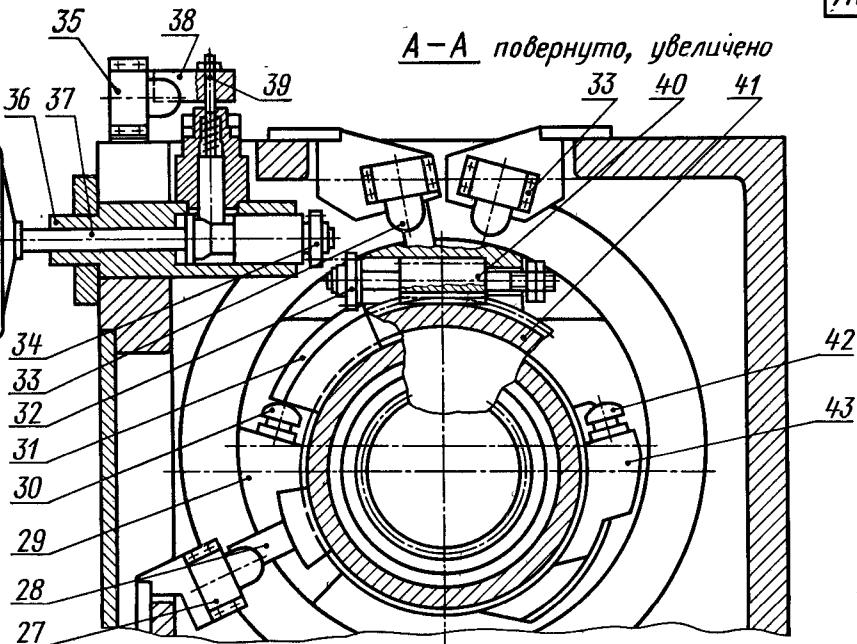
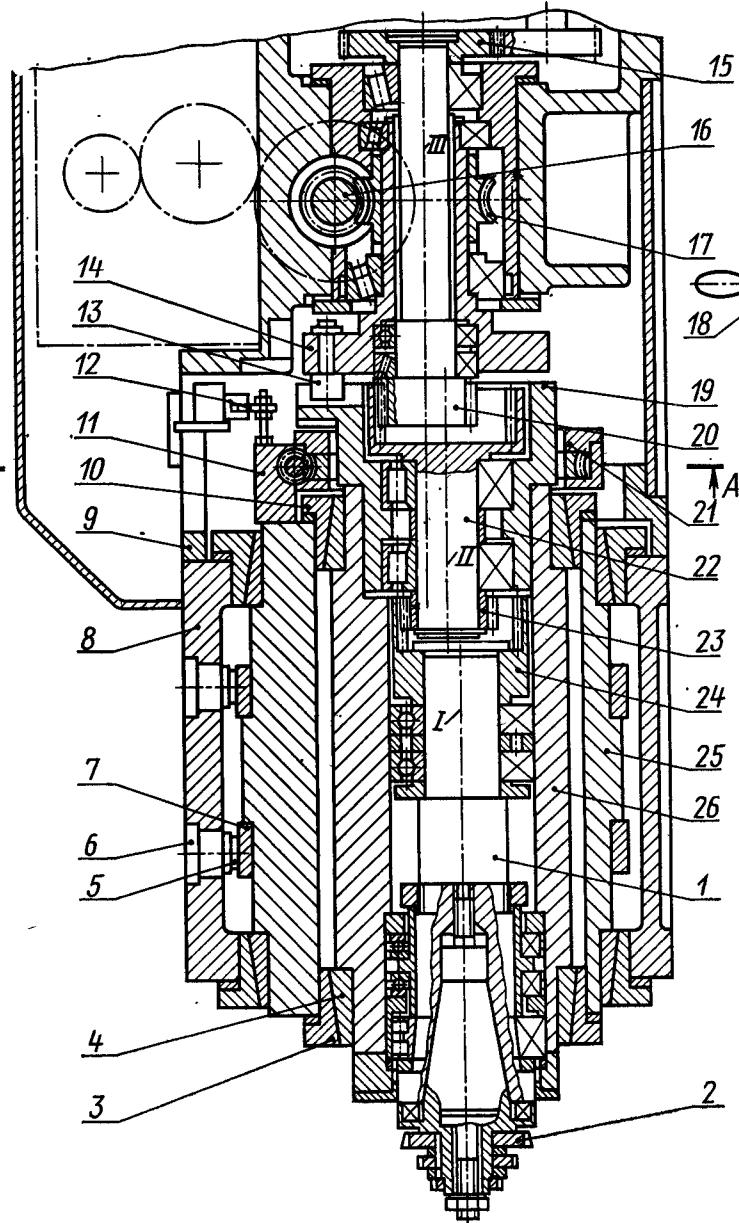
При обработке деталей на агрегатных станках и автоматических линиях приходится иногда выполнять кольцевые канавки в цилиндрических отверстиях. Для осуществления этой обработки служат расточные бабки с поперечной подачей инструмента, а также фрезерные бабки планетарного типа, обеспечивающие повышение производительности процесса обработки благодаря осуществлению непрерывного сложного движения режущего инструмента.

Кинематическая цепь главного движения фрезерной бабки (лист 55) состоит из шпинделя 1 с закрепленным в нем инструментом 2, установленного в подшипниках качения и имеющего возможность вращения вокруг оси I. На шпинделе неподвижно закреплено зубчатое колесо 24 с внутренними зубьями, зацепляющееся с зубчатым колесом 23, закрепленным неподвижно на валу 22. Вал 22, имеющий возможность вращаться вокруг оси II, заканчивается зубчатым колесом с внутренними зубьями, которое зацепляется с валом-шестерней 20. На конце вала-шестерни, имеющей возможность вращения вокруг оси III, неподвижно закреплено зубчатое колесо 15. Зубчатое колесо 15 зацепляется с зубчатым колесом выходного вала редуктора главного движения шпинделя (редуктор и его электродвигатель не показаны).

Кинематическая цепь механизма подачи инструмента в период врезания его на нужную глубину (путь центра фрезы от точки A к точке B и для наружного диаметра фрезы — кривая ab₁) работает нижеописанным образом.

Пиноль 26 представляет собой полую эксцентричную деталь. Оси отверстий пиноли 26, в которых установлены подшипники шпинделя, совпадают с осью I шпинделя 1. Ось отверстия, в котором установлен неподвижно закрепленный в пиноли 26 стакан 19, совпадает с осью II вала 22. На пиноли 26 неподвижно закреплены кольца 4, сопрягающиеся по конической поверхности с кольцами 3 и 10. Таким образом, детали 4 и 3 (или 4 и 10) образуют радиально-упорный конический подшипник скольжения. Оси подшипников скольжения совпадают с осью II, а это значит, что пиноль 26 имеет возможность вращения вокруг оси II.

Так как ось I находится на расстоянии r от оси II, шпиндель 1 имеет возможность одновременно вращаться вокруг оси I (главное движение) и планетарно вращаться вокруг оси II (подача врезания), т. е. перемещаться по кривой AB. В стакане 19 с одной стороны выполнен паз для кулисного камня 13, закрепленного на полом валу 14, который установлен в подшипниках так, что может вращаться вокруг оси III. Это позволяет валу-шестерне 20 и полому валу 14 вращаться в своих опорах с разными угловыми скоростями вокруг одной и той же оси III. На полом валу 14 закреплено червячное колесо 17, которое приводится во вращение червяком 16, приводимым во вращение редуктором подачи (показан условно). Редуктор имеет электродвигатель рабочей подачи и электродвига-



тель быстрого отвода режущего инструмента и закреплен на корпусе 8. Корпус 8 служит также для крепления к нему корпуса 9, несущего всю шпиндельную группу деталей, и корпуса редуктора главного движения (на листе не показан).

Кинематическая цепь механизма подачи обеспечивает движение режущего инструмента во время нарезания цилиндрической канавки на полную глубину (путь центра фрезы от точки *B* по полной окружности опять в точку *B* с перебегом до точки *B* и для наружного диаметра фрезы — отрезок *b*—*b* при движении в направлении, указанном стрелкой). Барабан 25 представляет собой эксцентриковую деталь. Оси отверстий, в которых установлены неподвижно кольца 3 и 10, совпадают с осью 11. Барабан 25 установлен на радиально-упорных подшипниках скольжения. Оси подшипников скольжения совпадают с осью 11. На барабане 25 установлены неподвижно тормозные кольца 7. Ось 11 барабана совпадает с осью обрабатываемой цилиндрической канавки.

В корпусе 8 закреплены стаканы 6, внутри которых имеются тарельчатые пружины, постоянно прижимающие тормозные колодки 5 к тормозным кольцам 7. Усилие поджима тормозных колодок 5 можно регулировать. На торцовой поверхности барабана 25 закреплен корпус 11, внутри которого смонтированы червяк 40 и червячное колесо 41. От осевого смещения червячное колесо предохраняет крышка 21, прикрепленная к корпусу 11. Червячное колесо 41 имеет возможность проворачиваться вокруг оси 11 при повороте червяка 40. На конце вала червяка 40 закреплено зубчатое колесо 32. На крышке 21 неподвижно закреплен сектор 29, в который ввернут винт 30 жесткого упора исходного положения и вывода режущего инструмента по окончании обработки.

На торце червячного колеса 41 закреплен сектор 43, в который ввернут винт 42 упора рабочей подачи. К стакану 19 прикреплен сектор подачи 31, который после врезания режущего инструмента в металл на нужную глубину и при обработке канавки (т. е. при рабочей подаче) упирается в винт 42 упора рабочей подачи, а после вывода инструмента из обработанной канавки упирается в винт 30. На корпусе 11 закреплена пластина 12 электрических бесконтактных путевых переключателей 33, контролирующих исходное положение (т. е. момента начала резания на полную глубину и возвращение инструмента после перебега), конец перебега режущего инструмента и отвод в исходное положение.

Для получения эксцентрикситета нужной величины (в зависимости от диаметра фрез после их переточки) служит механизм, состоящий из корпуса 36, вала 37, маховика 18. На вал 37 насанено зубчатое колесо 34, вал 37 может перемещаться вдоль своей оси, и зубчатое колесо 34 можно вводить в зацепление с зубчатым колесом 32. Пластина 38 путевого переключателя, прикрепленная к подпружиненному стержню 39, служит для предотвращения включения (и, следовательно, поломки) фрезерной головки в том случае, если зубчатые колеса 32 и 34 находятся в зацеплении.

Бесконтактный путевой переключатель 27 служит для контроля возврата механизма врезания в исходное положение. Если пластина 28, прикрепленная к стакану 19, не вошла в переключатель, включить фрезерную головку в работу нельзя. Это предотвращает поломку инструмента при вводе его в обрабатываемое отверстие.

Фрезерную головку устанавливают на платформу подкатного стола. На шпинделе 1 закрепляют инструмент 2. Нажимая на маховик 18, зацепляют зубчатые колеса 32 и 34. Вращая маховик 18, через червяк 40 сообщают вращение червячному колесу 41, а с ним и сектору 43 с винтом 42 упора подачи. Получив нужный эксцентрикситет, прекращают вращение маховика 18. Таким образом винт 42 упора подачи обеспечит прекращение врезания и начало резания на полную глубину (точки *B* и *b*) с постоянным между сменами инструмента эксцентрикситетом.

После настройки отводят в исходное положение вал 37. Теперь можно начинать обработку детали. Подкатной стол подает фрезерную головку к обрабатываемой детали так, чтобы инструмент (фреза) занял исходное положение в отверстии, в котором необходимо обработать канавку. При остановке подкатного стола автоматически подается команда через электрическую цепь на включение электродвигателя вращения шпинделя 1 и электродвигателя рабочей подачи.

Вращение шпинделя 1 обеспечивается следующим образом: зубчатое колесо привода через зубчатое колесо 15 сообщает вращение валу-шестерне 20. Через внутреннее зубчатое зацепление вал-шестерня 20 вращает вал 22, который через внутреннее зубчатое зацепление зубчатым колесом 23 вращает зубчатое колесо 24, а с ним и шпиндель 1 вокруг оси 1. Одновременно с двигателями главного движения начинает вращаться и двигатель рабочей подачи, который сообщает через редуктор подачи вращение червяку 16. Червяк вращает червячное колесо 17 и полый вал 14. Через кулисный камень 13 передается вращение стакану 19. Вместе со стаканом 19 вокруг оси 11 вращаются пиноль 26 и сектор подачи 31.

Таким образом, одновременно с вращением шпинделя вокруг собственной оси 1 происходит планетарное вращение его вокруг оси 11 (отрезок *AB*) и изменение (увеличение) расстояния между центром III барабана 25 и центром I шпинделя 1, т. е. фреза врезается в обрабатываемый металл. В это же время барабан 25, удерживаемый от проворота вокруг оси III тормозными колодками 5, занимает исходное положение. Сектор подачи 31 доходит до винта 42 упора подачи и пиноль 26 не может больше вращаться вокруг оси 11, т. е. устанавливается постоянное расстояние между центрами III и I и прекращается врезание фрезы в металл.

Усилие через редуктор подачи передается теперь на винт 42 упора подачи. Винтом 42 усилие передается на сектор 43, дальше — на червячное колесо 41 и от него на червяк 40. Червяк 40, удерживаемый от осевого смещения корпусом 11, передает усилие на барабан 25. Барабан 25, преодолевая сопротивление тормозных колодок

док 5, начинает вращаться вокруг оси III. Теперь шпиндель 1 совершает вращение вокруг собственной оси I и планетарное вращение вокруг оси III с постоянным радиусом (по окружности БВБ в направлении, указанном стрелкой). Идет обработка канавки с заданным постоянным размером эксцентрикитета.

Возврат в исходное положение фрезерной головки происходит на участке ВВА, а не за полный оборот вокруг оси III, что экономит время вывода инструмента из обработанной детали. Затем в исходное положение возвращается подкатной стол и фрезерная головка готова к следующему циклу.

Перечень составных частей фрезерной бабки

Поз. на листе 55	Наименование	Код	Материал	Поз. на листе 55	Наименование	Код	Материал
1	Шпиндель	1	Сталь 40Х	22	Вал	1	Сталь 45
2	Инструмент	1		23	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х
3	Кольцо	1	Бронза	24	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х
4	Кольцо	2	Сталь 40Х	25	Барабан	1	Сталь 45
5	Колодка	6	Чугун СЧ 20	26	Пиноль	1	Сталь 40Х
6	Стакан	6	Сталь 45	27	Путевой переключатель	1	
7	Кольцо	2	Сталь 45		Пластина	1	Алюминий
8	Корпус	1	Чугун СЧ 20	28			
9	Корпус	1	Чугун СЧ 20	29	Сектор	1	Сталь 45
				30	Винт	1	Сталь 40Х
10	Кольцо	1	Бронза	31	Сектор	1	Сталь 45
11	Корпус	1	Сталь 35	32	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х
12	Пластина	1	Сталь 3пс	33	Путевой переключатель	2	
13	Кулисный камень	1	Сталь 20Х	34	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х
14	Вал	1	Сталь 40Х	35	Путевой переключатель	1	
15	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х	36	Корпус	1	Сталь 35
16	Червяк	1	Сталь 40Х	37	Вал	1	Сталь 45
17	Колесо червячное	1	Бронза	38	Пластина	3	Алюминий
18	Маховик	1	Сталь 35	39	Стержень	1	Сталь 35
19	Стакан	1	Сталь 45	40	Червяк	1	Сталь 40Х
20	Вал-шестерня	1	Сталь 40Х	41	Червячное колесо	1	Сталь 45
21	Крышка	1	Сталь 3пс	42	Винт	1	Сталь 40Х
				43	Сектор	1	Сталь 45

Фрезерная головка (лист 56) состоит из корпуса 2, расположенного в нем барабана 4, в котором на четырех скалках 15 смонтирована

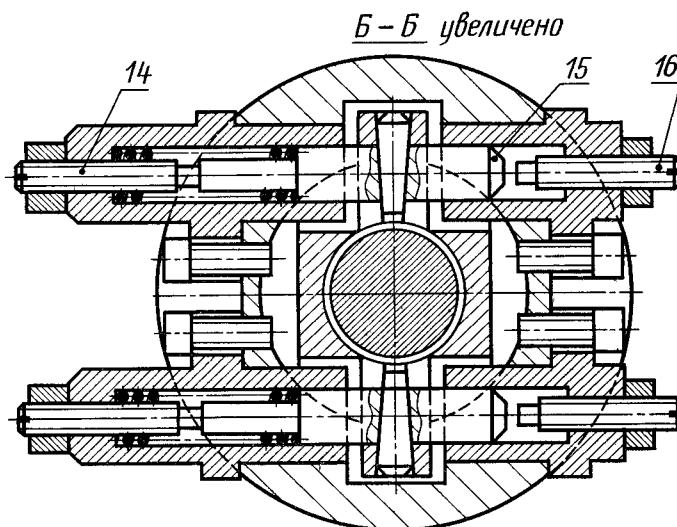
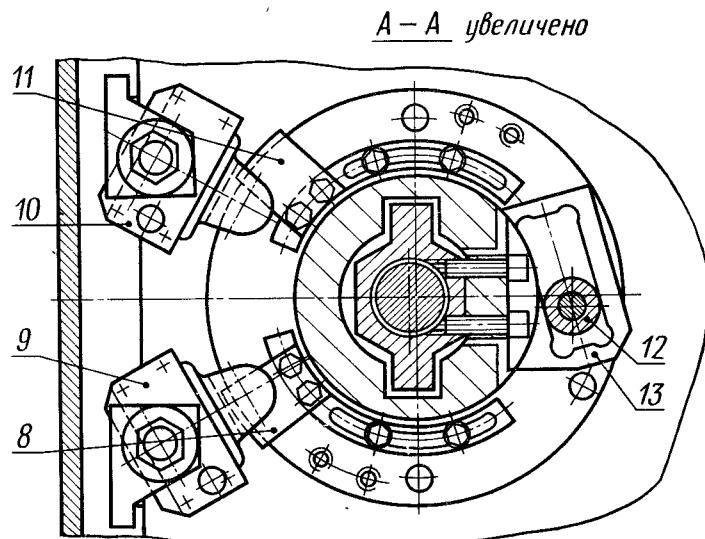
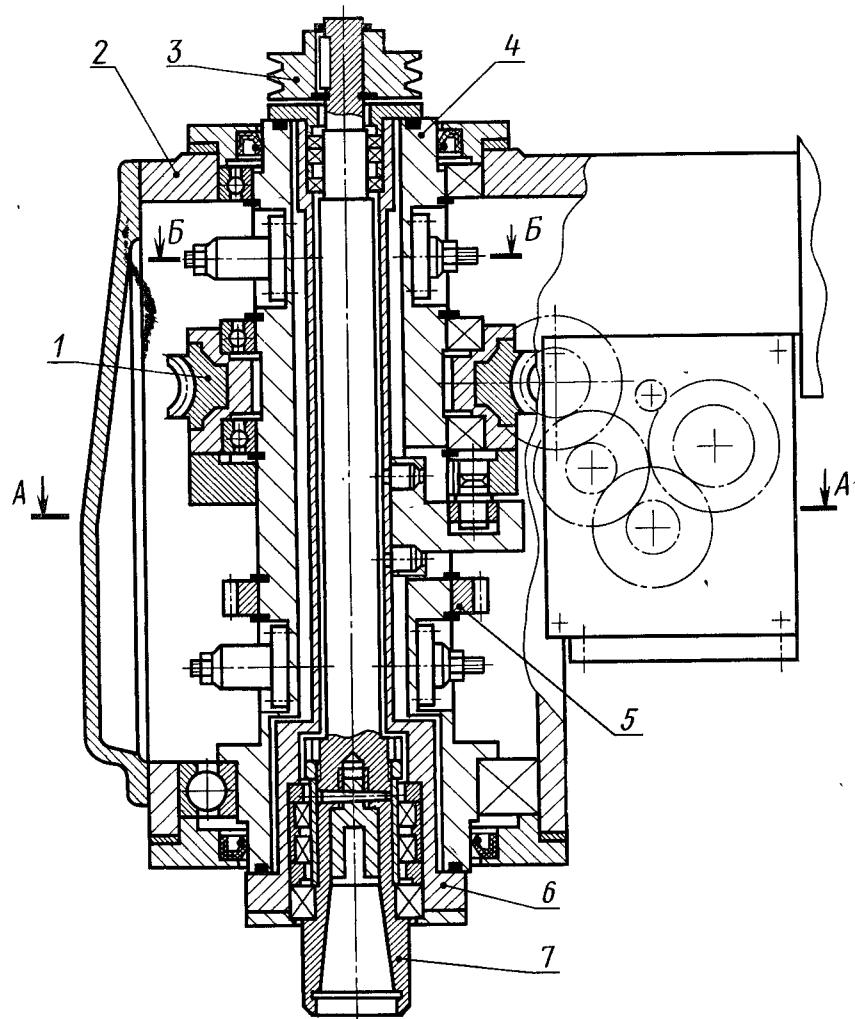
пиноль 6. Пиноль 6 имеет возможность радиального смещения относительно барабана 4. В пиноли 6 размещен шпиндель 7, приводимый во вращение от двигателя (на листе не показан) через шкив 3. На барабане 4 установлено на подшипниках червячное колесо 1, приводимое во вращение от электродвигателя через кинематическую цепь подач и обеспечивающее совместно с закрепленным на нем поводком 12, который контактирует с наклонным пазом, выполненным в кронштейне 13, врезание инструмента и его круговую подачу. Кронштейн 13 жестко закреплен на пиноли 6.

Путевой переключатель 10 и пластина 11, закрепленная на червячном колесе 1, служат для подачи команд на электромагнитную тормозную муфту (на листе не показана). Путевой переключатель 9 и пластина 8, установленная на червячном колесе 1, контролируют исходное положение шпинделя 7. Винты 16 служат для регулировки величины хода врезания инструмента. Винты 14 предназначены для установки оси пиноли 6 по оси барабана 4 (исходное положение). Зубчатое колесо 5, установленное на барабане 4, связано с тормозной электромагнитной муфтой, обеспечивающей торможение барабана 4 во время врезания инструмента в деталь и вывода его из детали.

В начале работы ось шпинделя 7 совпадает с осью барабана 4. В этом положении инструмент вводится в деталь. Затем включается двигатель вращения шпинделя и через шкив 3 осуществляется рабочее вращение инструмента. Одновременно включается двигатель подач, который через кинематическую цепь приводит во вращение червячное колесо 1. Зубчатое колесо 5 удерживает барабан от поворота, так как электромагнитная тормозная муфта в этот момент заторможена. Поводок 12, поворачиваясь вместе с червячным колесом 1 вокруг оси барабана 4, оказывает давление на наклонный паз кронштейна 13 и перемещает его и жестко связанный с ним пиноль 6 в радиальном направлении, обеспечивая тем самым подачу врезания. Врезание будет осуществляться до тех пор, пока скалки 15 не упрются в регулировочные винты 16.

В это же время или с некоторым упреждением (обеспечивается регулировкой пластины) пластина 11 войдет в переключатель 10 и подаст команду на отключение электромагнитной тормозной муфты. Так как пиноль 6 не имеет больше возможности радиального перемещения, а барабан 4 получил свободу вращения, то поводок 12, заклиненный на наклонной поверхности кронштейна 13, увлечет за собой барабан, обеспечив тем самым круговую подачу инструмента.

Как только пластина 11 войдет в переключатель 10, будет получена команда на реверс двигателя подач и включение электромагнитной тормозной муфты. Получив движение в противоположном направлении, поводок 12, воздействуя на наклонную поверхность кронштейна 13, возвратит шпиндель в исходное положение. При этом пластина 8 войдет в переключатель 9, и двигатель подач будет отключен.



Перечень составных частей фрезерной головки

Поз. на листе 56	Наименование	Кол.	Матер-иал	Поз. на листе 56	Наименование	Кол.	Матер-иал
1	Червячное колесо	1	Бронза	9	Путевой переключатель	1	
2	Корпус	1	Чугун СЧ 20	10	Путевой переключатель	1	
3	Шкив	1	Сталь 45	11	Пластина	1	Алюминий
4	Барабан	1	Сталь 40Х	12	Поводок	1	Сталь 45
5	Зубчатое колесо	1	Сталь 40Х	13	Кронштейн	1	Сталь 45
6	Пиноль	1	Сталь 45	14	Винт	4	
7	Шпиндель	1	Сталь 40Х	15	Скалка	4	Сталь 40Х
8	Пластина	1	Алюминий	16	Винт	4	

Расточная головка для обработки коленчатого вала (лист 57) выполняет проточку канавки и цекование хвостовика вала (рис. 22). Обрабатываемая деталь представляет собой стальную поковку (сталь 42ХМФА-Ш, НВ 248 ... 286) массой 75 кг.

Радиальная подача осуществляется при осевом повороте шпинделя, расположенного эксцентрично относительно оси вращения пиноли.

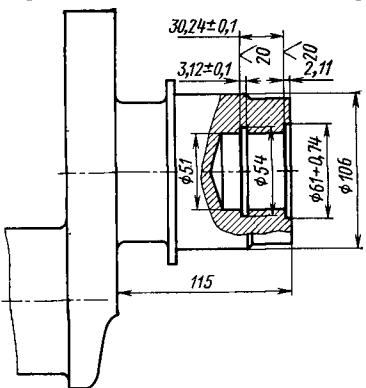
Подобная система радиальной подачи инструмента применяется в случаях, когда по причинам компоновочного характера или по условиям жесткости радиальная подача инструмента с помощью планшайбы с кареткой непригодна.

Корпус 16 крепится на силовом столе штифтами 37 и болтами 36.

Литые чугунные крылья 2, соединяющие корпус с силовым столом, придают конструкции дополнительную жесткость.

Пиноль 14 с установленным на ней зубчатым колесом 8 смонтирована в корпусе на двухрядном роликовом подшипнике 10 в передней опоре и дуплексированных радиально-упорных подшипниках 7 в задней опоре. Осевые усилия резания воспринимаются упорным подшипником 18. Шпиндель 12 расположен эксцентрично относительно оси пиноли. Пиноль получает рабочее вращение от электродвигателя через зубчатый редуктор, установленный на верхней плоскости корпуса бабки и находящийся в зацеплении с зубчатым колесом 8.

Рис. 22. Коленчатый вал

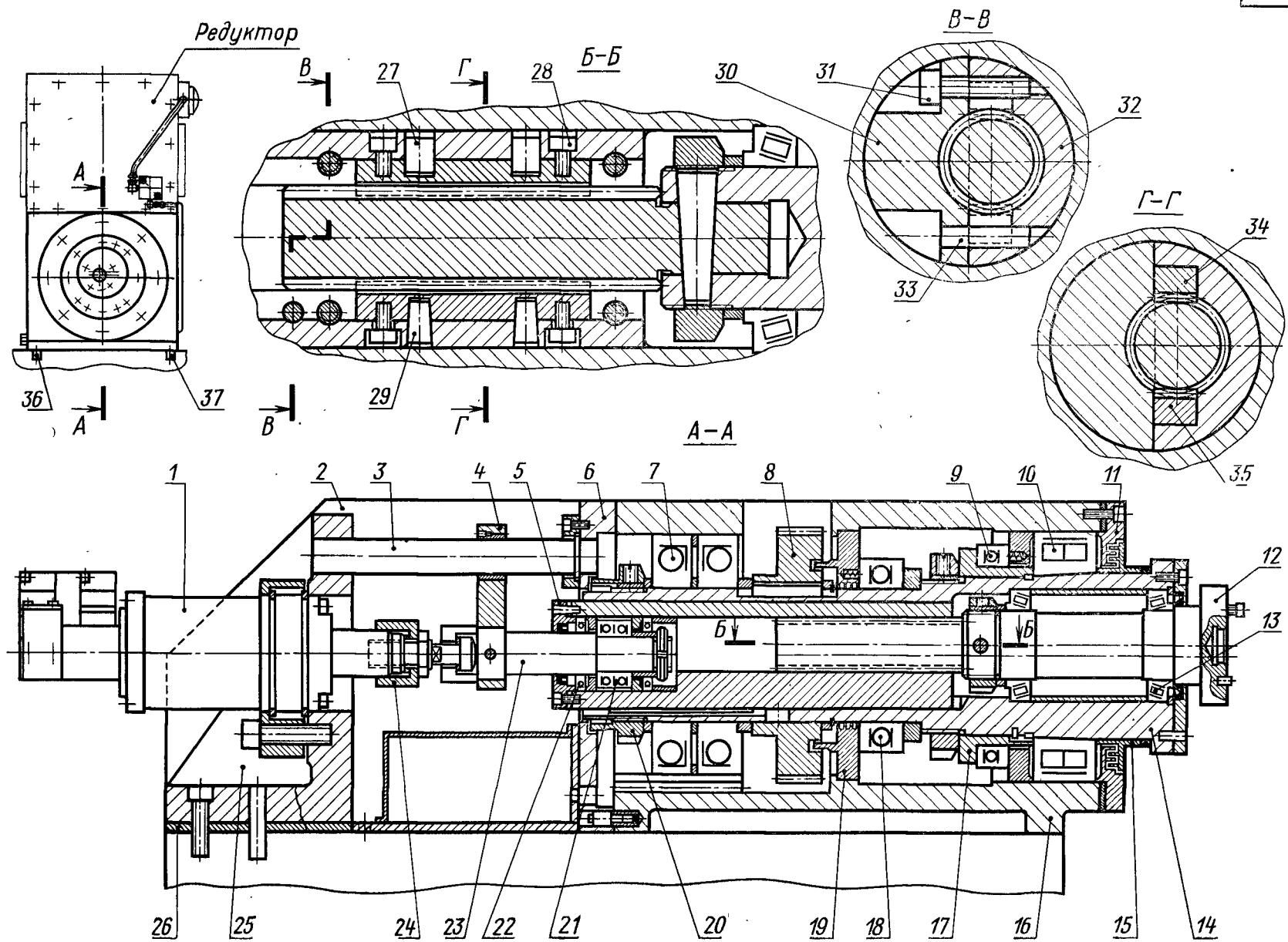


На хвостовой части шпинделя нарезаны зубья с углом наклона 35°, находящиеся в зацеплении с косозубыми рейками 34 и 35 в полумуфтах 30 и 32. Соединенные между собой полумуфты врачаются вместе с пинолью и получают возвратно-поступательное движение от гидроцилиндра 1, установленного в кронштейне 25.

Соединение гидроцилиндра с полумуфтами — «плавающее», с помощью валика 23, вращающегося в подшипниках 21 и 22. Во избежание заклинивания при перемещении валик 23 соединен ползуном 4 со штангой 3. Перемещение штока гидроцилиндра вперед осуществляется до упора поршня в крышку, назад — до упора втулки 24

Перечень составных частей расточной головки для обработки коленчатого вала

Поз. на листе 57	Наименование	Кол.	Материал
1	Гидроцилиндр 6У2516-23	1	
2	Крыло	2	Чугун СЧ 15
3	Штанга	1	Сталь 40Х
4	Ползун	1	Сталь 45
5	Фланец	1	Сталь 45
6	Плита	1	Чугун СЧ 20
7	Подшипник 6-46230 ГОСТ 831—75	2	
8	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
9	Подшипник 6-8140 ГОСТ 6874—75	1	
10	Подшипник 5-3182136 ГОСТ 7634—75	1	
11	Фланец	1	Сталь 45
12	Шпиндель	1	Сталь 40Х
13	Подшипник 2007116 ГОСТ 333—79	2	
14	Пиноль	1	Сталь 12ХНЗА
15	Втулка	1	Сталь 45
16	Корпус	1	Чугун СЧ 20
17	Втулка	1	Сталь 40Х
18	Подшипник 6-8230 ГОСТ 7634—75	1	
19	Втулка	1	Сталь 45
20	Гайка	1	Сталь 45
21	Подшипник 38210 ГОСТ 7872—75	1	
22	Подшипник 110 ГОСТ 8338—75	2	
23	Валик	1	Сталь 40Х
24	Втулка	1	Сталь 45
25	Кронштейн	1	Чугун СЧ 20
26	Компенсатор	1	Сталь 45
27	Штифт	2	Сталь 20Х
28	Винт M16×30.88.05 ГОСТ 11738—72	4	
29	Штифт	2	Сталь 20Х
30	Полумуфта	1	Сталь 12ХНЗА
31	Винт M12×50.88.05 ГОСТ 11738—72	2	
32	Полумуфта	1	Сталь 12ХНЗА
33	Штифт 12×50 ОСТ2 К44-2—74	2	
34	Рейка	1	Сталь 40ХФА
35	Рейка	1	Сталь 40ХФА
36	Болт M24×70.88.05 ГОСТ 7808—70	8	
37	Штифт H2808.31	2	



в крышку. Контроль крайних положений гидроцилиндра выполняется путевыми переключателями.

Радиальная подача инструмента происходит при повороте шпинделя вокруг оси при перемещении под действием гидроцилиндра 1 полумуфт 30 и 32 с рейками 34 и 35. Фланец 11 и втулка 15 образуют лабиринтное уплотнение, предохраняющее подшипниковую опору.

Расточные бабки с автоматической подналадкой режущего инструмента (лист 58) применяются при чистовом растачивании и с целью компенсации его износа. Подналадка производится в процессе резания при достижении нижнего предельного размера диаметра обрабатываемого отверстия.

Как правило, инструмент подналаивается с приращением в 1 мкм.

Особенно целесообразно применять систему автоматической подналадки режущего инструмента в многошпиндельных бабках в условиях, когда износ режущего инструмента, установленного на шпинделях, происходит с различной скоростью. При этом не только устраняется необходимость каждый раз останавливать станок для подналадки режущего инструмента, но и автоматически подналаивается режущий инструмент, к которому при ручной подналадке доступ затруднен.

Автоматическая система компенсации износа режущего инструмента повышает точность обработки деталей и увеличивает производительность чистовых расточных станков примерно на 15 %.

Чтобы избежать ухудшения чистоты поверхности обрабатывающей детали из-за затупления режущей кромки инструмента, смену режущего инструмента производят после определенного числа подналадок. Периодичность смены инструмента определяется опытным путем и зависит от режимов резания, обрабатываемого материала и качества режущего инструмента.

Для автоматической подналадки режущего инструмента необходимы следующие элементы:

- контрольно-измерительное устройство;
- привод автоматической подналадки, преобразующий электрические сигналы, получаемые от контрольно-измерительного устройства, в механические перемещения элементов, определяющих положение режущего инструмента;
- специальный режущий инструмент, например борштанга, взаимодействующий с приводом автоматической подналадки.

На рис. 2 листа 58 дан пример компоновки двухшпиндельной чистовой расточной бабки с автоматической подналадкой режущего инструмента. Бабка 5 установлена на силовом столе 9. Главное движение (вращение шпинделей) передается от электродвигателя 2 через редуктор 3 и муфты 4, соединяющие шпиндели 8 с редуктором. Каждая борштанга 6 связана двумя концентрическими одна в другой тягами 10, проходящими сквозь шпиндели и редуктор, с приводом 1 автоматической подналадки, реализующим сигналы

контрольно-измерительного устройства в наладочные перемещения резцов 7.

Радиальные перемещения резцов 7 происходят под воздействием клиньев, передвигаемых тягами 10. Тяги 10, перемещаемые приводом 1 автоматической подналадки, имеют следующие положения:

- крайнее переднее (резцы убраны);
- начало подналадки (исходное положение резцов);
- конец подналадки (конечное положение резцов).

Между положениями, соответствующими началу и концу подналадки, тяги имеют промежуточные положения, обеспечивающие компенсацию износа режущего инструмента.

Ниже рассмотрены конструкции приводов автоматической подналадки, которые могут быть установлены на расточной бабке.

Привод автоматической подналадки резцов от электродвигателя (рис. 1 листа 58) обеспечивает:

- импульсное перемещение резцов в направлении увеличения размера обработки как по сигналу контрольно-измерительного устройства в автоматическом цикле (с единичным и двойным импульсами), так и по сигналу с пульта управления, в наладочном режиме (с единичным импульсом);
- выдвижение резцов на заданный размер перед началом обработки;
- отвод резцов после окончания обработки для вывода инструмента без образования риски.

Подналадка происходит, когда расточная бабка находится в исходном положении, а резцы борштанги отведены. Величина импульсов определяется настройкой реле времени, одна секунда работы которого соответствует выдвижению резца примерно на 1,05 мкм. Привод автоматической подналадки обеспечивает максимальное суммарное выдвижение каждого резца в процессе подналадки на 0,175 мм.

Контроль работы привода осуществляется конечными выключателями (по четыре на каждый резец):

- КВ1 — «Начало подналадки»;
- КВ2 — «Конец подналадки»;
- КВ3 — «Резцы выдвинуты»;
- КВ4 — «Резцы убраны».

Привод обеспечивает независимую подналадку четырех резцов (по два резца на каждой борштанге).

Привод, показанный на рис. 1 в положении «Резцы убраны», смонтирован в корпусе 1, прикрепленном к силовому столу болтами 2. Вращение от электродвигателя 11 через электромагнитную муфту 7, червяк 5, червячное колесо 3 и зубчатые колеса 19 и 45 передается на валы 20 с электромагнитными муфтами 21 и зубчатыми колесами 35 и 37.

Вращением гайки 39 перемещается винт 40, который является упором, определяющим величину выдвижения первого резца.

Вращением гайки 34 перемещается винт 33, который является упором, определяющим величину выдвижения второго резца.

Перечень составных частей привода автоматической подналадки резцов

Поз. на рис. 1 листа 58	Наименование	Кол.	Материал
1	Корпус	1	Чугун СЧ 20
2	Болт М16×65.88.05 ГОСТ 7808—70	10	
3	Червячное колесо	1	Бронза БрАЖ9-4Л
4	Насос С12-53	1	
5	Червяк	1	Сталь 40Х
6	Маслораспределитель	1	
7	Муфта ЭТМ 054	1	
8	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
9	Вал	1	Сталь 40Х
10	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х
11	Электродвигатель	1	
12	Стакан	1	Сталь 45
13	Присоединение С31	3	
14	Планка	2	Ст3
15	Гайка ПМ48×1,5-6Н.6.05 ГОСТ 11871—73	8	
16	Пружина тарельчатая	4	Сталь 65Г
17	Подшипник 104 ГОСТ 8338—75	16	
18	Колесо зубчатое	4	Сталь 40Х
19	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
20	Вал	2	Сталь 40Х
21	Муфта ЭТМ 054	4	
22	Стакан	4	Сталь 45
23	Планка	2	Ст3
24	Кронштейн	2	Ст3
25	Подшипник 8104 ГОСТ 6874—75	4	
26	Подшипник 104 ГОСТ 8338—75	4	
27	Тяга	2	Сталь 40Х
28	Подшипник 36209 ГОСТ 831—75	4	
29	Тяга	2	Сталь 40Х
30	Гайка	2	Сталь 45
31	Стакан	2	Сталь 45
32	Гидроцилиндр А1-32 Г29-12	2	
33	Винт	2	Сталь 40Х
34	Гайка	2	Сталь 40Х
35	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
36	Упор	2	Сталь ШХ15
37	Колесо зубчатое	2	Сталь 40Х
38	Подшипник 46112 ГОСТ 831—75	8	
39	Гайка	2	Сталь 40Х
40	Винт	2	Сталь 40Х
41	Тяга	2	Сталь 40Х
42	Скалка	2	Сталь 45
43	Гидроцилиндр А1-32 Г29-12	2	
44	Вал	1	Сталь 40Х
45	Колесо зубчатое	1	Сталь 40Х

Гидроцилиндр 43 через тягу 41 с упором 36, узел подшипников 25 и 26 и тягу 27 соединен с внутренней клиновой тягой борштанги, воздействующей на первый (передний) резец. Гидроцилиндр 32 через кронштейн 24, узел подшипников 28 и тягу 29 соединен с наружной клиновой тягой борштанги, воздействующей на второй (задний) резец.

Планки 14 и 23 служат для установки упоров, воздействующих на конечные выключатели.

На листе 58 приведена кинематическая схема привода подналадки в положении «Резцы убраны». Для упрощения на схеме показана система подналадки одной борштанги (двух резцов).

Привод автоматической подналадки работает в цикле следующим образом: после окончания быстрого подвода расточной бабки гидроцилиндры 32 и 43 перемещают тяги 27 и 29 назад до упора в винты 33 и 40 — резцы на борштанге выдвигаются в рабочее положение.

По окончании рабочей подачи гидроцилиндры 32 и 43 перемещают тяги 27 и 29 вперед до упора поршней гидроцилиндров в крышки — резцы на борштанге убираются, происходит быстрый отвод расточной бабки в исходное положение.

При поступлении единичного или двойного сигнала от контрольно-измерительного устройства на подналадку определенного резца включается электромагнитная муфта 7 и соответствующая подналачиваемому резцу муфта 21. Время работы муфты 21 определяется настройкой реле времени. Муфта 7 находится во включенном состоянии, если включена хотя бы одна из муфт 21.

Перечень составных частей привода автоматической подналадки резцов

Поз. на листе 59	Наимено- вание	Кол.	Материал	Поз. на листе 59	Наимено- вание	Кол.	Материал
1	Гидроци- линдр А1-32 Г29-12	1		8	Подшипник 8104 ГОСТ 6874—75	2	
2	Скалка	2	Сталь 45	9	Тяга	1	Сталь 40Х
3	Гайка	1	Сталь 40Х	10	Упор	1	Сталь ШХ15
4	Подшипник 2007111 ГОСТ 333—79	2		11	Стакан	1	Сталь 45
5	Гайка	1	Сталь 45	12	Винт	1	Сталь 40Х
6	Корпус	1	Чугун СЧ 20	13	Тяга	1	Сталь 40Х
7	Подшипник 104 ГОСТ 8338—75	2		14	Червяк	1	Сталь 40Х
				15	Червячное колесо	1	Бронза БрАЖ9-4Л
				16	Гидромотор Г15-21	1	
				17	Подшипник 36205 ГОСТ 831—75	2	

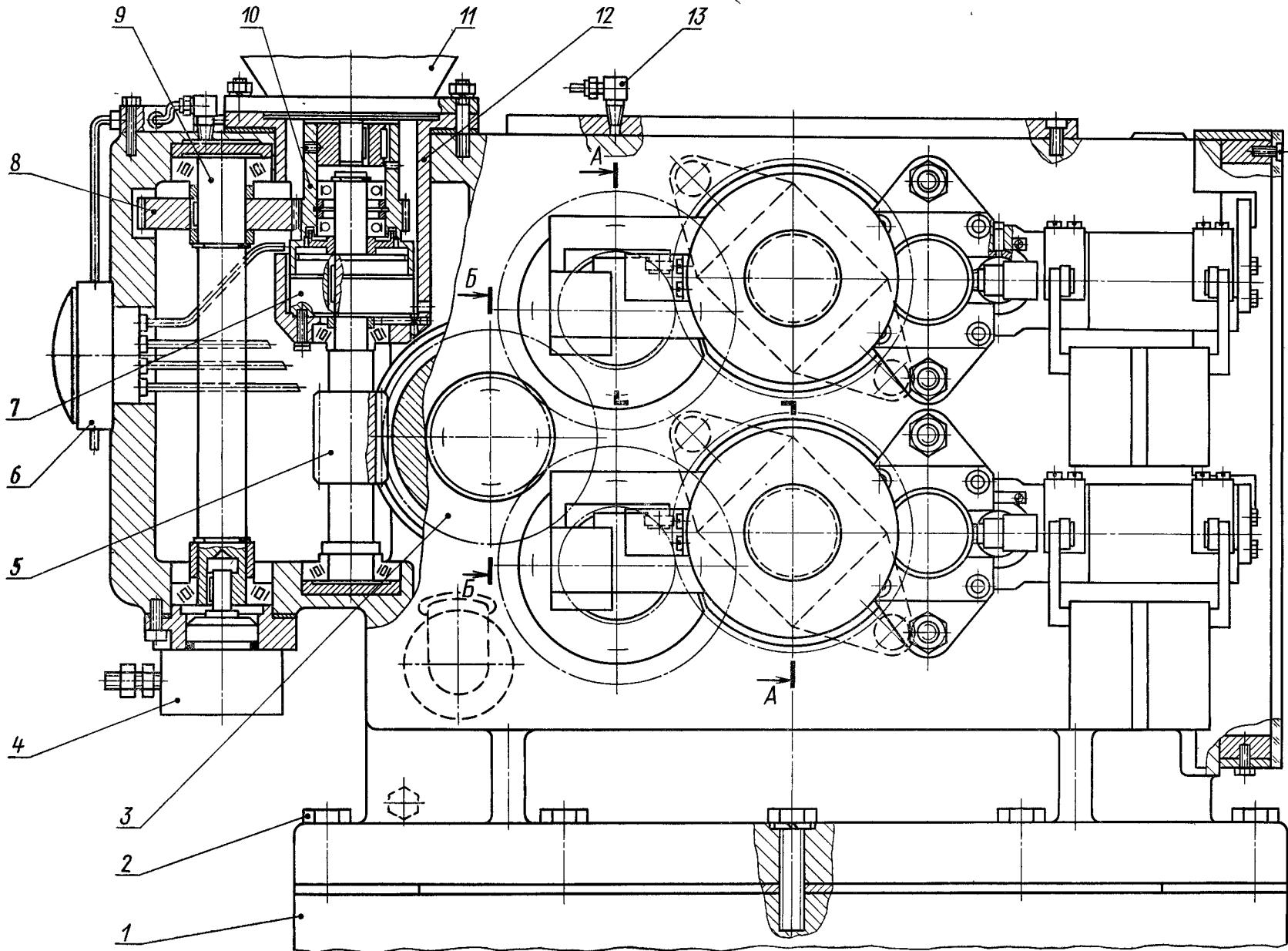
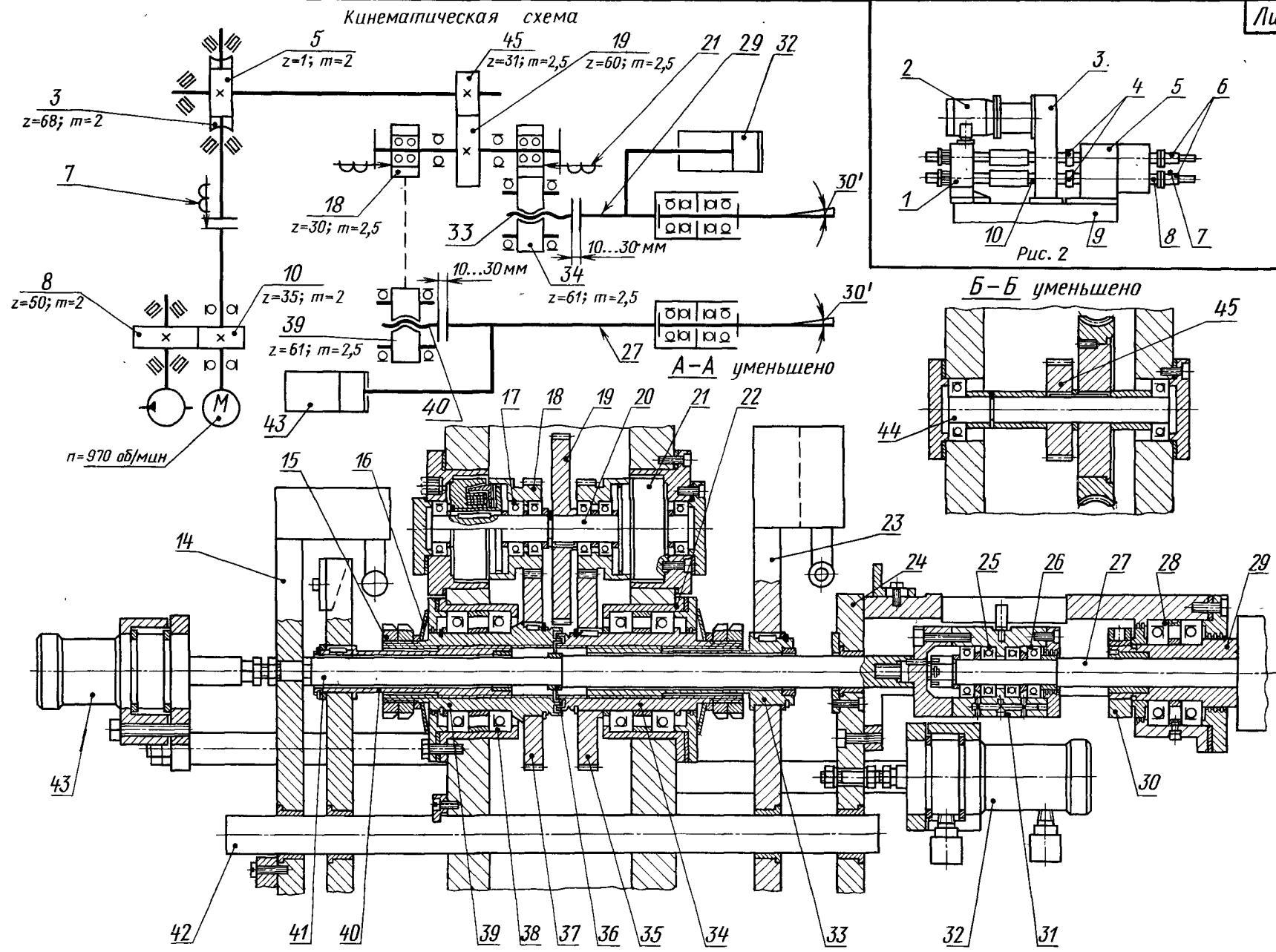
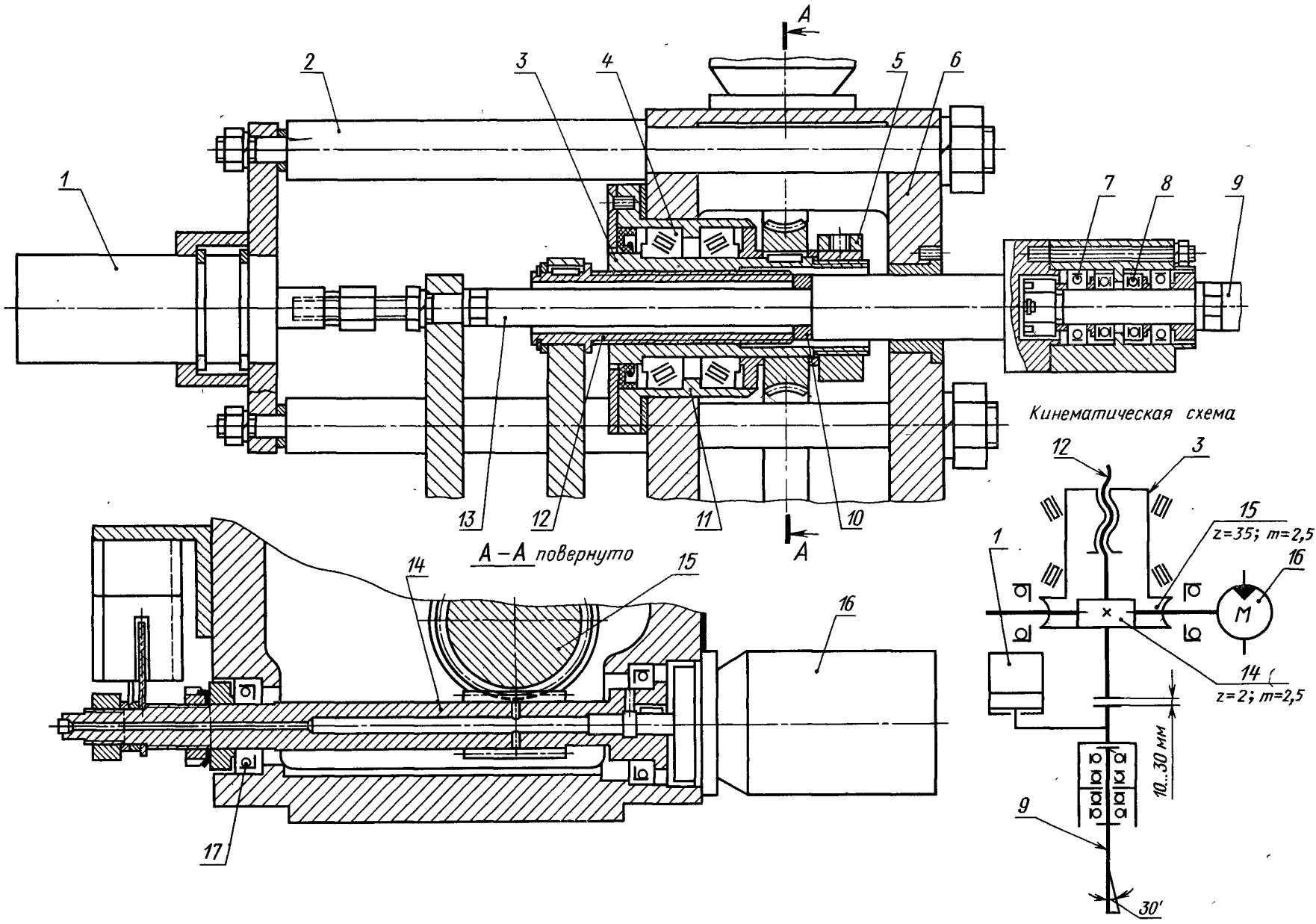


Рис. 1





Привод автоматической подналадки резцов от гидромотора (лист 59). По назначению и характеристикам привод автоматической подналадки резцов от гидромотора аналогичен приводу подналадки от электродвигателя.

Величина импульсов определяется числом оборотов гидромотора, регулируется счетным реле, находящимся в электрошкафу. Гидромотор обеспечивает подналадку одного резца.

Контроль работы привода осуществляется конечными выключателями (по пять на каждый резец):

КВ1 — «Начало подналадки»;

КВ2 — «Конец подналадки»;

КВ3 — «Резцы выдвинуты»;

КВ4 — «Резцы убраны»;

КВ5 — «Исходное положение гидромотора».

Привод, показанный на листе 59 в положении «Резцы выдвинуты» и имеющий упрощенную по сравнению с приводом от электродвигателя кинематику, смонтирован в корпусе 6.

Вращение от гидромотора 16 через червяк 14 и червячное колесо 15 передается гайке 3. При вращении гайки 3 перемещается винт 12, который является упором, определяющим величину выдвижения резца (винт 12 показан в положении «Начало подналадки»).

Гидроцилиндр 1 через тягу 13 с упором 10, узел подшипников 7 и 8 и тягу 9 соединен с клиновой тягой борштанги, воздействующей на резец.

На листе 59 приведена кинематическая схема привода в положении «Резцы убраны».

Работа в цикле аналогична работе привода автоматической подналадки от электродвигателя.

Глава IX. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ШПИНДЕЛЬНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Проектирование шпиндельных сборочных единиц подразделяется на следующие этапы:

1. Составление задания на проектирование.
2. Разработка кинематической схемы.
3. Выполнение проектных расчетов.
4. Составление и оформление рабочей документации.

Каждый из этих этапов, в свою очередь, разделяется на ряд последовательных действий, представляющих собой сумму формальных и творческих решений конструктора, реализующего тот или иной этап проектирования.

1. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Задание на проектирование должно содержать тот минимум сведений, которые необходимы конструктору для проектирования шпиндельного узла. Сюда входят:

1. Режимы резания: частота вращения инструмента, крутящий момент на инструменте, усилие подачи. Сведения выбирают из технологической карты детали, обрабатываемой на том агрегатном станке, для которого проектируют шпиндельную коробку.

2. Мощность привода главного движения. Ее определяют как частное от деления суммы мощностей на всех одновременно работающих шпинделях (их число указывается в задании) на КПД шпиндельной коробки. При больших частотах вращения шпинделей ($n > 400$ об/мин) и больших диаметрах хвостовиков шпинделей ($d > 30$ мм) полученное значение мощности следует увеличивать на 20 ... 30 % в связи со значительными затратами мощности на холостое вращение элементов кинематической цепи. С другой стороны, если имеет место кратковременная перегрузка (например, часть шпинделей работают не полный цикл), то можно уменьшить расчетное значение мощности на 10 ... 20 %, учитывая, что электродвигатели допускают кратковременную перегрузку в указанных пределах. По полученному значению мощности в табл. 41 выбирают ближайшее большее значение мощности привода главного движения (рис. 23). При частоте вращения шпинделей $n < 200$ об/мин и большой плотности их расположения выбирают привод с меньшей из соответствующих данной мощности частотой вращения. В противном случае выбирают привод с большей частотой вращения.

Суммарные потери мощности P_c в приводе главного движения силового узла определяются по формуле

$$P_c = P_x + P_n,$$

где $P_x = P_{xt}\alpha$ — потери мощности в шпиндельной коробке на холостом ходу; P_{xt} — номинальное значение потерь мощности в шпиндельной коробке на холостом ходу (табл. 42); α — коэффициент, зависящий от частоты вращения шпинделей; $P_n = 0,2P_p$ — нагрузочные потери мощности в шпиндельной коробке в процессе резания; P_p — мощность, расходуемая на резание.

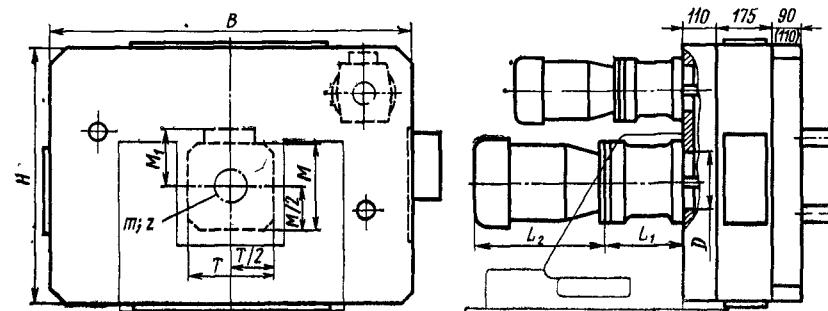


Рис. 28. Габаритные размеры приводов

Значения коэффициента α приведены ниже.

Среднеарифметическая частота вращения шпинделей, об/мин:

До 500	1,1
500 ... 800	1,1
800 ... 1000	1,4
Св. 1000	1,8

3. Типоразмер упорного угольника. Его выбирают как типоразмер силового стола по суммарному осевому усилию на шпинделях и мощности привода главного движения.

С помощью табл. 41 и 43 проверяют возможность установки угольника (рис. 24) в проеме выбранного привода. Обычно упорный угольник устанавливают по оси симметрии коробки и смещать его можно только вдоль этой оси, что для большинства конструкций является предпочтительным. Однако для уменьшения габаритов шпиндельной коробки можно смещать упорный угольник с оси симметрии коробки для установки привода вне проема упорного угольника. Таким приемом пользуются и в случае установки нескольких приводов вне проема и в проеме упорного угольника. В таких случаях в задании указывают координаты установки упорного угольника относительно базовой системы координат шпиндельной коробки.

Таблица 41

Условный габарит привода	Обозначение		Тип двигателя	n , об/мин	P , кВт	Размеры в мм						Колесо зубчатое			
	Привод	Привод с тормозом				D	L_1	L_2	M	M_1	T	m	z		
2	УНЕ3171-01 УНЕ3171-02 УНЕ3171-03 УНЕ3171-04 УНЕ3171-05	1УМ3530-01 — 1УМ3530-02 1УМ3530-03	4AX80A6У3 80A4У3 80B6У3 80B4У3	920 1400 920 1400	0,75 1,1 1,1 1,5	130	130	250 270	200	138	200	2,5			
	УНЕ3171-06 УНЕ3171-07 УНЕ3171-08 УНЕ3171-09 УНЕ3171-10	1УМ3531-01 — 1УМ3531-03 1УМ3531-02 1УМ3531-04	4AX906У3 904У3 4A1004У3 1006У3 1004У3	920 1420 1425 950 1425	1,5 2,2 3,0 2,2 4,0	180	167	300 302 332	265	153 163	250				
	УНЕ3171-11 УНЕ3171-12 УНЕ3171-13 УНЕ3171-14	— 1УМ3532-01 1УМ3532-03 1УМ3532-02	4A112MA6У3 112M4У3 112MB6У3	950 1450 950	3,0 5,5 4,0	230	198	372	300	198	300				
	УНЕ3171-16 УНЕ3171-17 УНЕ3171-18 УНЕ3171-19 УНЕ3171-20	— 1УМ3533-01 1УМ3533-02 1УМ3533-03	4A1326У3 1324У3 132M6У3 132MAУ3	960 1450 960 1450	5,5 7,5 7,5 11,0	250	220	400 450	350	218	350	3	22		
	УНЕ3171-21 УНЕ3171-22 УНЕ3171-23 УНЕ3171-24 УНЕ3171-25	— — — — —	4A1606У3 1604У3 160M4У3 160M4У3	970 1460 970 1460	11,0 15,0 15,0 18,5		271	514 557		270	400				
6	УНЕ3171-26 УНЕ3171-27 УНЕ3171-28 УНЕ3171-29	— — — —	4A1804У3 180M6У3 180M4У3	1470 980 1470	22,0 18,5 30,0		331	552 592		290	400	5			
	УНЕ3171-30 УНЕ3171-31 УНЕ3171-32	— — —	4A200M6У3	980	22,0		361	650		450	335				

4. Типоразмеры шпинделей. Они определяются диаметром инструментальной оправки, действующими нагрузками и минимально допустимыми межцентровыми расстояниями между соседними шпинделеми. Прежде всего проверяют хвостовик шпинделя по действующему крутящему моменту (табл. 44). По графику на рис. 25 в зависимости от осевого усилия резания и частоты вращения инструмента выбирают типоразмер упорного подшипника, удовлетворяющего условию долговечности для выбранного диаметра хвостовика шпинделя. После определения типоразмеров упорных шарикоподшипников для двух соседних шпинделей проверяют возможность их взаимного размещения по табл. 45.

5. Габариты шпиндельной коробки. Они определяются многими факторами и прежде всего расположением центров шпинделей, которое обусловлено конструкцией обрабатываемой на станке детали. В зависимости от внут-

реннего диаметра шпинделя и исполнения шпиндельной коробки (вертикального или горизонтального) по табл. 46 определяют минимально допустимое расстояние от центров шпинделей, лежащих на периферии, до литых деталей (рис. 26). Если в коробке необходимо установить направляющие втулки под штанги кондукторных плит, то их положение (рис. 27) определяют с учетом рекомендаций табл. 47 и 48. С учетом всех приведенных выше ограничений

Таблица 42

Тип коробки	Потери мощности $P_{хт}$, кВт, при числе шпинделей											
	До 6	7; 8	9; 10	11 ... 15	16 ... 20	21 ... 25	26 ... 30	31 ... 35	36 ... 40	41 ... 45	Св. 45	
Сверлильная	0,55	0,65	0,7	0,75	0,90	1,1	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0	
Резьбона-резная	0,7	0,85	0,95	1,05	1,15	1,45	1,70	1,95	2,20	2,2	2,70	
Расточная	0,75	1,0	1,5	2,0	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица 43

Обозначение на рис. 24	Размеры упорного угольника, мм, для модели (условного типоразмера—габарита)						
	УЕ3711 (1)	УЕ3712 (2)	УЕ3713 (3)	УЕ3714 (4)	УЕ3715 (5)	УЕ3716 (6)	УЕ3717 (7)
<i>B</i>	280	320	400	500	630	800	1000
<i>B</i> ₁	200	250	320	400	500	630	800
<i>H</i>	220	250	320	400	500	630	800
<i>a</i>	250	280	360	460	580	750	950
<i>a</i> ₁	—	—	—	—	440	500	640
<i>a</i> ₂	230	265	345	445	570	740	940
<i>b</i>	190	210	260	310	360	410	530
<i>c</i>	40	50	40	40	85	85	85
<i>c</i> ₁	88	90	120	105	130	175	175
<i>c</i> ₂	—	—	—	215	270	355	350
<i>c</i> ₃	—	—	—	—	—	—	525
<i>c</i> ₄	164	180	240	320	400	530	700
<i>b</i> ₂	160	158	206	250	300	330	420
<i>h</i>	80	100	100	100	160	160	160
<i>h</i> ₁	65	90	100	120	160	200	250

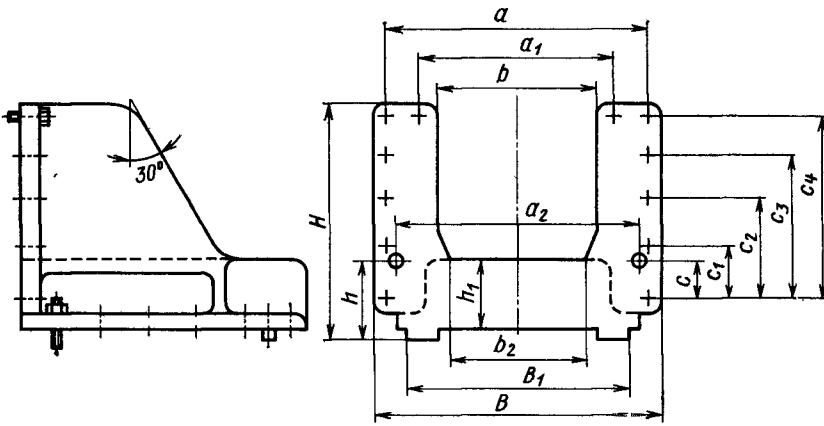


Рис. 24. Упорный угольник

Таблица 44

Тип упорного подшипника	6-8102	6-8202	6-8104	6-8204	6-8205	6-8205	6-8206	6-8306
Тип радиального подшипника	5-10000902	5-7000102	5-202, 50202	5-10000904	5-104	5-204, 50204	5-105	5-205, 50205
Минимальное межцентровое расстояние, мм	30,5	34,5	38,5	40,5	45,5	50,5	50,5	56,5
Диаметр отверстия шпинделя, мм	16; (14)			20		25; (26); 28		36
Максимальный крутящий момент, Н·м		120		200		260		350
Тип упорного подшипника	6-8207	6-8307	6-8208	6-8308	6-8209	6-8309	6-8210	6-8310
Тип радиального подшипника	5-107	5-207, 50207	5-108Л	5-208, 50208	5-109	5-209, 50209	50-210	5-213, 5-212
Минимальное межцентровое расстояние, мм	66,5	76,5	78,5 (73,5)	84,5	78,5	88,5	100,5	166,5
Диаметр отверстия шпинделя, мм	36			48; (44)			60	60
Максимальный крутящий момент, Н·м		480		580		750	820	1200

Примечание. Размеры в скобках относятся к шпинделем второго ряда применяемости.

Таблица 45

Минимально допустимые межцентровые расстояния между соседними шпинделеми, мм

Первый шпиндель		Диаметр отверстия второго шпинделя под оправку инструмента, мм																16; (14)		20								25; (26); 28		36		48; (44)				60		60		80	
Диаметр отверстия под оправку инструмента, мм	Габаритные размеры радиального подшипника, мм	16; (14)								20								25; (26); 28		36		48; (44)				60		60		80											
		15×28×7	15×32×8	15×35×11	20×37×9	20×42×12	20×47×14	25×47×12	25×52×15	30×55×13	30×62×16	35×62×14	35×72×17	40×68×15	40×80×18	45×75×16	45×85×19	50×90×20	65×120×23	80×140×26																					
16 (14)	15×28×7	30,5	32,5	34,5	35,5	38	40,5	40,5	43,5	44,5	48,5	48,5	53,5	57 (52)	57,5	54,5	59,5	65,5	98,5	108,5																					
	15×32×8	34,5	36,5	37,5	40	42,5	42,5	45,5	46,5	50,5	50,5	55,5	59 (54) **	59,5	56,5	61,5	67,5	100,5	110,5																						
20	15×35×11	38,5	39,5	42	44,5	44,5	47,5	48,5	52,5	52,5	57,5	61 (56)	61,5	58,5	63,5	69,5	102,5	112,5																							
	20×37×9			40,5	43	45,5	45,5	48,5	49,5	53,5	53,5	58,5	62 (57)	62,5	59,5	64,5	70,5	103,5	113,5																						
25; (26); 28	20×42×12				45,5	48	48	51	52	56	56	61	64,5 (59,5)	65	62	67	73	106	116																						
	20×47×14					50,5	50,5	53,5	54,5	58,5	58,5	63,5	67 (62)	67,5	64,5	69,5	75,5	108,5	118,5																						
36	25×47×12					50,5	53,5	54,5	58,5	58,5	58,5	63,5	67 (62)	67,5	64,5	69,5	75,5	108,5	118,5																						
	25×52×15						56,5	57,5	61,5	61,5	66,5	70 (65)	70,5	67,5	72,5	78,5	111,5	121,5																							
48; (44)	30×55×13							58,5	62,5	62,5	67,5	71 (66)	71,5	68,5	73,5	79,5	112,5	122,5																							
	30×62×16								66,5	66,5	71,5	71,5 (70)	75,5	72,5	77,5	83,5	116,5	126,5																							
60	35×62×14								71,5	71,5	76 (70)	76,5	75,5	72,5	77,5	83,5	116,5	126,5																							
	35×72×17									76,5	80 (75)	80,5	77,5	82,5	88,5	121,5	131,5																								
60	40×68×15										78,5 (78,5)	79	76	81	87	120	130																								
	40×80×18											84,5	81,5	86,5	92,5	125,5	135,5																								
60	45×75×16											78,5	83,5	89,5	122,5	132,5																									
	45×85×19												88,5	94,5	127,5	137,5																									
80	50×90×20													100,5	133,5	143,5																									
	65×120×23														166,5	176,5																									
	80×140×26															186,5																									

Таблица 46

Размеры в мм

Диаметр отверстия шпинделя под инструмент d	Диаметр шейки шпинделя под подшипник	b_1 , min	b_2 , min	b_3 , min		R, min				
				Исполнение коробки		Под втулку		Под комплекты		
				горизонтальное	вертикальное	УНЕ3172	УНЕ3173	П4706-015	П4706-016	П4706-017
16; (14)	15	130	55	105	55	65	60	80	85	90
20	20	140	65	110	65	70	65	85	90	95
25	25	150	75	115	75	75	70	90	95	100
28; (26)	30; 35	160	90	120	90	85	80	100	105	110
(44)	40; 45	170	105	130	105	90	85	105	110	115
48	50		120	140	120	100	90	115	120	125
60	60; 65	180	130	170	130	130	125	150	155	160
80	75; 80	190	140	180	140	140	135	160	165	170

Примечание. Размеры в скобках относятся к шпинделям второго ряда применяемости.

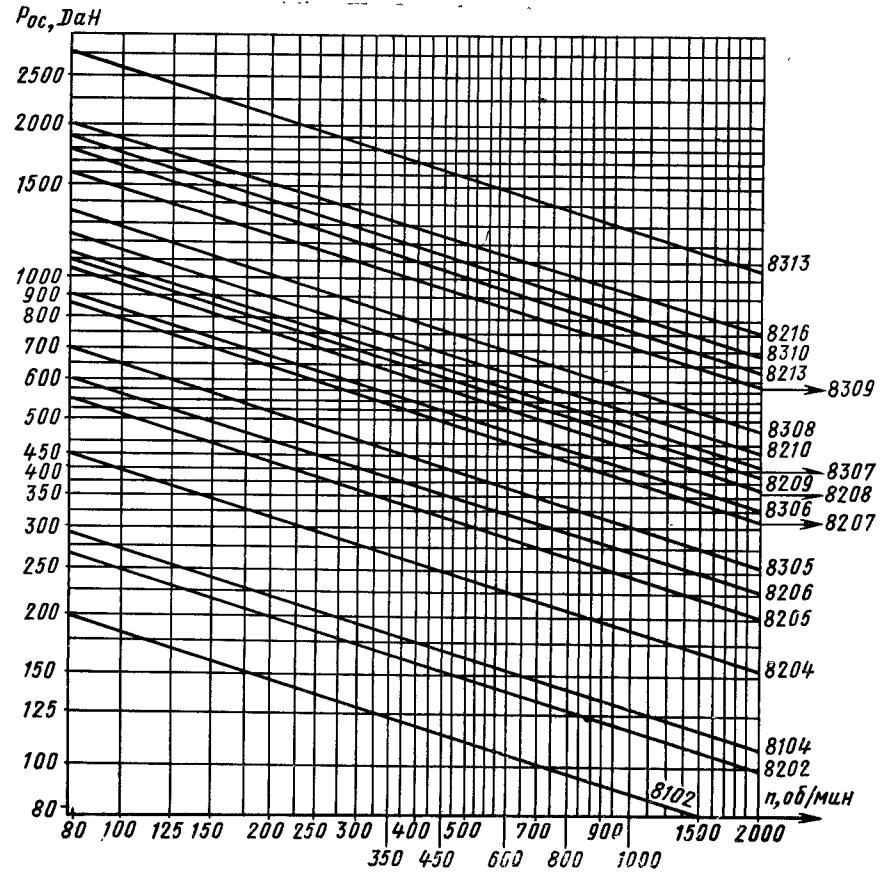


Рис. 25. График для выбора упорных подшипников

ориентировочно определяют необходимые габаритные размеры литых корпусных деталей шпиндельной коробки, уточняют их по табл. 49, согласуясь с выбранным типоразмером упорного угольника.

6. Вид на шпиндель (фронтальная проекция шпиндельной коробки). Выполняется с указанием габаритных размеров литых деталей шпиндельной коробки, координат расположения центров шпинделей, направляющих втулок для штанг кондукторных плит и других элементов. Координаты могут быть указаны таким же образом, как приведены размеры на

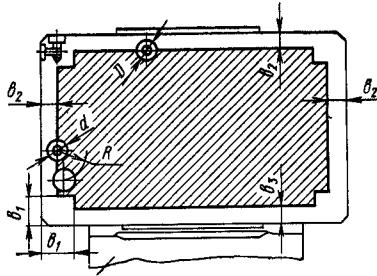


Рис. 26. Минимально допустимые расстояния от центра шпинделя до края коробки

чертеже обрабатываемой детали. При этом указывают привязку к базовой системе координат. За начало базовой системы координат принимают нижний правый угол коробки.

В заданиях на проектирование шпиндельных узлов для вертикальных агрегатных станков с поворотным делительным столом или для горизонтальных станков с поворотным барабаном указывают координаты оси поворота стола или барабана относительно базовой системы координат, а координаты шпинделей задают от центра поворота.

7. Указание о наличии и типе направляющих втулок для кондукторных плит.

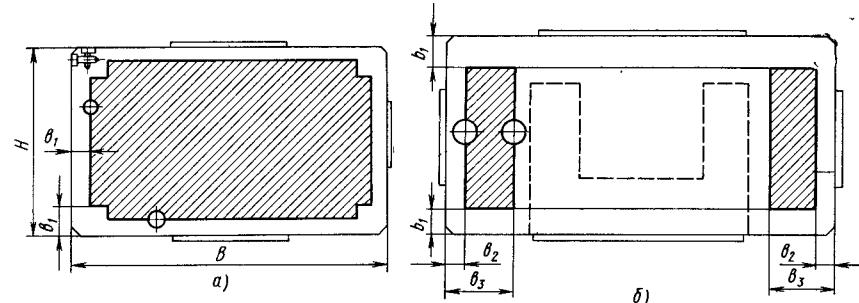


Рис. 27. Зоны размещения направляющих втулок:
а — УНЕ3172; б — УНЕ3173

8. Указание о наличии охлаждения. Оно говорит о необходимости применения дополнительных защитных устройств, так как наличие охлаждения создает опасность попадания СОЖ сквозь лабиринтные уплотнения шпинделей во внутренние полости шпиндельных коробок горизонтального исполнения.

9. Указание о необходимости отверстий на передней стенке коробки для крепления различных устройств. Оно обуславливает применение комплектов литых деталей шпиндельных коробок с двумя задними плитами, так как стенка задней плиты имеет толщину 40 мм, а у передней крышки толщина стенки 20 мм. Это позволяет путем выполнения глухих крепежных отверстий под присоединяемые узлы обеспечить не только герметичность узла, но и восприятие значительных усилий без существенной деформации стенки.

10. Особые требования. Указываются в задании на проектирование шпиндельных узлов нестандартного исполнения или при необходимости нестандартного размещения механизмов, ограничения габаритов узла и других условий.

Приведенные выше требования относятся к заданию на проектирование сверлильных многошпиндельных коробок. Они являются основой и для сверлильно-резьбонарезных и резьбонарезных узлов. Однако в последних случаях задание содержит ряд дополнительных

Таблица 48

Размеры в мм

Габаритные размеры коробки		Габарит упорного уголника		<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>b</i> ₃
<i>H</i>	<i>B</i>					
500		800	3			145
			4			95
560		1000	5			195
			4			130
630		800	5			95
		1000	6	120		195
630			5			130
710		1250	6	100		255
			6			170
		1400				330
						245
800		1000	5			130
			6			255
800			7			170
710		1250	6	80	70	
			7			90
1000		1600	6			170
			7			345
900		1000				245
		1120				170
1000		1250	6			80
			7			70
1120		1250				345
1250		1600	6			245
			7			

Таблица 47

Размеры в мм

Габаритные размеры коробки		<i>b</i> ₁ , min	<i>B</i> ₁ , min			
			Втулка УНЕ3172	Фланец		
<i>H</i>	<i>B</i>			П4706-015	П4706-016	П4706-017
360	400					
400	500	90	80	65	70	75
450						
	630					
500	800					
	630					
560	800					
	1000	100	85	70	75	80
630	800					
	1000					
	800					
710	1000					
	1250					
800	1000	120				
	1250					
	1000					
900	1250		90	75	80	85
	1600					
1000	1250					
	1600					
1120		130				
1250	1250					

Таблица 49

**Применяемость шпиндельных коробок
в зависимости от габаритов упорных угольников**

Шпиндельная коробка			Габарит упорного угольника							Объем масла, л	
H, мм	B, мм	Мас-са, кг	Исполнение коробки							горизон-тальное	верти-кальное
			2	3	4	5	6	7			
360	400	240							4,8	2,0	
400	500	400							6,2	3,0	
450		440							6,2	3,4	
	630	540							8,0	4,4	
	600								7,2	3,6	
500	800	800							9,4	4,7	
	630	670							7,2	4,1	
560	800	830							9,4	4,3	
	1000	1020							1,2	4,6	
630	800	920							9,4	4,1	
	1000	1200							12,0	5,2	
	800	1020							9,4	4,7	
710	1000	1250							12,0	6,0	
	1250	1570							13,5	3,5	
	1400	1873							15,6	5,2	
800	1000	1430							11,0	6,6	
	1250	1850							13,5	5,1	
900	1000	1580							11,0	4,5	
	1250	1950							13,5	5,8	
	1600	2450							18,0	6,2	
1000	1250	2130							13,5	5,4	
	1600	2500							18,0	7,0	
1120	1250	2370							13,5	6,1	
1250		2800							13,5	6,8	

Коробки, повернутые на 90°

400	360	240							4,2	2,0	
500	450	440							5,5	3,4	
630	500	600							5,6	3,6	
	560	670							6,3	4,1	
800	630	920							7,2	4,1	
	710	1020							8,2	4,7	
1000	800	1430							8,5	6,6	
	900	1580							9,6	4,5	
1250	1000	2130							11,0	5,4	
	1120	2370							12,2	6,1	
1250		2800							13,5	6,8	

Таблица 50

Габаритные размеры коробки, мм		Габарит привода					
H	B	2	3	4	5	6	7
		Обозначение упорного угольника					
360	400	УЕ3712	УЕ3713	УЕ3714	УЕ3715	УЕ3716	УЕ3717
400	500						
450	630						
500	800	2(x = 90, y = 710)					
	630						
560	800						
	1000	2; 3 (x = 115; y = 885)					
630	800	2					
	1000	2; 3 (x = 115; y = 885)					
710	800	2					
	1000	2					
	1250	2; 3; 4	2				
800	1000	2; 3					
	1250	2; 3; 4	2				
900	1000	2; 3					
	1250	2; 3					
	1600	2, 3; 4, 5	2, 3				
1000	1250	2; 3; 4, 5	2				
	1600	2; 3; 4, 5	2; 3				
1120	1250	2; 3; 4, 5	2; 3; 4, 5				
1250	1400	2; 3; 4, 5	2; 3 (x = 140); 4 (y = 1260)				

Коробки, повернутые на 90°

400	360						
500	450						
630	500	2					
	560	2					
800	630	2; 3					
	710	2; 3					
1000	800	2, 3					
	900	2, 3					
1250	1000						
	1120						
1250	1250						

Примечания

1. В графах обозначен условный типоразмер привода с тормозом.
2. В скобках указаны координаты (x, y) установки привода с тормозом

сведений — шаг нарезаемой резьбы, рабочий ход метчика, необходимых для кинематической увязки командоаппарата, обеспечивающего контроль цикла резьбонарезания.

В задании на проектирование сверлильно-резьбонарезной коробки указывают мощность и частоту вращения привода с тормозом для шпинделей резьбонарезной группы. При этом надо учитывать, что установка дополнительного привода с тормозом может потребовать применения коробки большего габарита. Поэтому проверяют возможность установки резьбонарезного привода на шпиндельной коробке выбранного габарита с учетом принятого типоразмера упорного угольника (табл. 50).

2. РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

Кинематическая схема шпиндельной сборочной единицы отражает связь каждого шпинделля с приводом, т. е. всю совокупность кинематических элементов, которая обеспечивает необходимую частоту и направление вращения, передачу крутящего момента шпинделю, а также необходимые при этом прочность и долговечность всех элементов. В конструкторской практике такая кинематическая схема называется «раскаткой». В дальнейшем будем пользоваться этим термином.

Анализ проектов и опыт конструирования шпиндельных сборочных единиц позволяют определить объективные показатели, которые характеризуют оптимальный вариант «раскатки». Под понятием оптимального варианта следует подразумевать совокупность унифицированных комплектов шпинделей и валов, размещаемых в унифицированных корпусных деталях и связанных между собой и с приводом зубчатыми колесами таким образом, чтобы были соблюдены все условия, оговоренные техническим заданием на проектирование шпиндельной коробки.

1. Конструктивные условия:

— Все шпинNELи должны вращаться в одну, обычно левую (против часовой стрелки) сторону, если смотреть на коробку со стороны инструмента. Исключение составляют особо оговоренные случаи.

— Передаточные отношения должны быть не менее $\frac{1}{4}$ и не более 2,5. Выполнение первого условия позволяет избежать чрезмерно больших диаметров ведомых зубчатых колес и увеличения радиальных габаритов передачи. Выполнение второго условия необходимо для обеспечения кинематических характеристик узла. Несоблюдение этого условия вызывает повышенный шум при работе передачи.

— Действительные числа оборотов шпинделей не должны отличаться от заданных более чем на 5 %.

— При окружной скорости на зубчатом колесе выше 6 м/с его необходимо изготавливать по 6-й степени точности.

— Частота вращения вала ручного проворота шпинделей должна находиться в интервале 400 ... 600 об/мин.

— Частота вращения вала насоса смазки находится в пределах 450 ... 750 об/мин.

2. Прочностные условия:

— Все детали должны удовлетворять условиям прочности, жесткости и заданной долговечности. Для подшипниковых опор долговечность $L_h = 10\ 000$ ч, для зубчатых колес долговечность $T = 20\ 000$ ч. Прогиб шпинделей под зубчатыми колесами не должен превышать 0,015 мм, валов — 0,03 мм.

— Суммарная потребляемая мощность с учетом мощности холостого хода не должна превышать заданной мощности привода. Если имеют место кратковременные перегрузки, допускается превышение потребляемой мощности над заданной не более чем на 20 %.

— Не допускается использовать шпиндель меньшего типоразмера для передачи вращения шпинделю большего типоразмера.

3. Геометрические условия:

— Расстояние от наружного диаметра любого зубчатого колеса до внутреннего контура литых корпусных деталей должно быть не менее 12 мм. В противном случае необходимо произвести подрезку контура.

— При необходимости подрезки внутреннего контура литых корпусных деталей радиус подрезки принимают на 3 мм больше наружного радиуса колеса.

— Расстояние от наружного необработанного контура литых корпусных деталей до поверхности подрезки должно быть не менее 12 мм, а от обработанного — 5 мм.

— Зазор между наружным диаметром любого зубчатого колеса и поверхностью любой детали (кроме чашки лабиринта шпинделя) комплекта шпинделя или вала должен быть не менее 0,5 мм.

— Зазор между наружным диаметром зубчатого колеса, расположенного в нулевом ряду, и чащей шпинделя должен быть не менее 5 мм (для установки между ними масłoотражательного щитка).

— Толщины перемычек в корпусе между двумя расточками под подшипники зависят от диаметров расточек и должны быть не менее величин, определенных экспериментально для определенных сочетаний шпинделей и валов. В табл. 51 даны минимально допустимые межцентровые расстояния между шпинделем и валом.

— Максимальный наружный диаметр зубчатого колеса, расположенного во внутреннем ряду, должен быть на 10 мм меньше размера наибольшего монтажного окна корпуса заданного габарита.

— Координаты центра привода должны располагаться в зоне, обеспечивающей выполнение условий, при которых крепежные элементы узла привода не выходят за контур литых корпусных деталей, а наружные поверхности привода отстоят от контура упорного угольника не менее чем на 10 мм.

При проектировании «раскатки» и при назначении передаточных чисел следует придерживаться следующих рекомендаций:

— Наиболее важным моментом при выборе способа «раскатки» является этап разделения шпинделей на группы возможного объединения.

Минимально допустимые межцентровые расстояния между шпинделем и валом

Размеры в мм

Шпиндель		Диаметр вала											
		20	25	30	40	50	60	75	Габаритные размеры радиального подшипника				
Диаметр отверстия под оправку инструмента	Габаритные размеры радиального подшипника	20×47×14	25×52×15	25×62×17	30×62×16	30×72×19	40×80×18	50×90×20	50×110×27	60×110×22	60×130×31	75×130×25	75×160×37
		15×28×7	41,5	44	49	49	54,5	58,5	63,5	73,5	74	85,5	85,5
16; (14)	15×32×8	43,5	46	51	51	56,5	60,5	65,5	75,5	76	87,5	87,5	102,5
	15×35×11	45,5	48	53	53	58,5	62,5	67,5	77,5	78	89,5	89,5	104,5
	20×37×9	46,5	49	54	54	59,5	63,5	68,5	78,5	79	90,5	90,5	105,5
20	20×42×12	49	51,5	56,5	56,5	62	66	71	81	81,5	93	93	108
	20×47×14	51,5	54	59	59	64,5	68,5	73,5	83,5	83,5	95,5	95,5	110,5
	25×47×12	51,5	54	59	59	64,5	68,5	73,5	83,5	83,5	95,5	95,5	110,5
25; (26); 28	25×52×15	54,5	57	62	62	67,5	71,5	76,5	86,5	86,5	98,5	98,5	113,5
	30×55×13	55,5	58	63	63	68,5	72,5	77,5	87,5	87,5	99,5	99,5	114,5
	30×62×16	59,5	62	67	67	72,5	76,5	81,5	91,5	91,5	103,5	103,5	118,5
36	35×62×14	59,5	62	67	67	72,5	76,5	81,5	91,5	91,5	103,5	103,5	118,5
	35×72×17	64,5	67	72	72	77,5	81,5	86,5	96,5	96,5	108,5	108,5	123,5
	40×68×15	63	65,5	70,5	70,5	76	80	85	95	95	107	107	122
48; (44)	40×80×18	68,5	71	76	76	81,5	85,5	90,5	100,5	100,5	112,5	112,5	127,5
	45×75×16	65,5	68	73	73	78,5	82,5	87,5	97,5	97,5	109,5	109,5	124,5
	45×85×19	69,5	73	78	78	83,5	87,5	92,5	102,5	102,5	114,5	114,5	129,5
60	50×90×20	75,5	79	84	84	89,5	93,5	98,5	108,5	108,5	120,5	120,5	135,5
	65×120×23	98,5	102	107	107	112,5	116,5	121,5	131,5	131,5	146,5	146,5	158,5
	80×140×26	108,5	112	117	117	122,5	126,5	131,5	141,5	141,5	156,5	156,5	168,5

П р и м е ч а н и е. Размеры в скобках относятся к шпинделям второго ряда применяемости.

нения, который, в основном, определяет многообразие возможных вариантов «раскатки». А так как главной задачей является проектирование «раскатки» с наименьшим числом валов, то следует стремиться связать одним валом как можно большее число шпинделей, учитывая, что нагрузка на групповой вал при этом возрастает.

— При большой мощности привода (7 кВт) желательно отводы мощности производить по нескольким направлениям, что необходимо для уменьшения нагрузок на центральном валу и для сокращения числа валов в цепи.

— Кинематическая цепь шпиндельной коробки должна иметь наименьшее число промежуточных валов.

— При назначении передаточных чисел следует стремиться не только к уменьшению габаритов зубчатых колес, но и к сокраще-

нию их числа. Поэтому, если на валу есть отводы по нескольким ветвям, следует предпринять попытку обеспечить съем мощности в одной плоскости.

— Диаметр вала предварительно надо определять по формуле $d \approx 13 \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$, но при этом его следует принимать не менее большего из предыдущих диаметров в этой цепи, включая и шпинNELи.

— Величина коррекции зубчатого колеса не должна превышать 0,25 модуля.

— Для снижения нагрузок на промежуточные валы и, следовательно, уменьшения металлоемкости узла максимальное снижение частоты вращения следует осуществлять на шпинделе или в непосредственной близости от него.

Желательно выполнять «раскатку» внутренними рядами зубчатых зацеплений. Консольные ряды используют лишь в случаях:
 а) недостаточности рядов расположения зубчатых колес;
 б) пересечения зубчатыми колесами внутренних рядов соседних валов при применении больших передаточных чисел;
 в) необходимости обеспечения изменения частот вращения шпинделей путем замены зубчатых колес в нулевом ряду.

При предварительном назначении модуля зацепления необходимо пользоваться следующим правилом: $m = 3$ мм при диаметре вала меньше 50 мм и $m = 4$ мм при диаметре вала 50 мм и более.

При малых передаваемых мощностях (меньше 3 кВт) и близко расположенных шпинделах нужно использовать модуль $m = 2$ мм, так как он обеспечивает установку колеса большего наружного диаметра во внутреннем ряду. Для более точной оценки работоспособности зубчатого колеса надо пользоваться табл. 52 ... 56. Данные приведены для колес из стали 40Х с термообработкой ТВЧ до $HRC 50 \dots 54$, степени точности 7, с шириной венца $b = 32$ мм.

«Раскатку» начинают с объединения шпинделей в «пучки», т. е. в группы шпинделей, объединенных одним групповым валом. Рассматривая групповые валы как шпинделы, объединяют их, в свою очередь, промежуточными валами, пока промежуточные валы не соединяются с приводом.

Привод может быть расположен в любой точке задней плиты, но при этом должна обеспечиваться его пространственная совместность с другими приводами, с упорным угольником и другими элементами шпиндельной коробки.

В сложных кинематических цепях зубчатые колеса располагаются в нескольких параллельных плоскостях, которые называются рядами. В унифицированной конструкции шпиндельных коробок серии УНЕ зубчатые колеса могут располагаться в четырех рядах.

Проектирование «раскатки» — задача многовариантная, так как нельзя заранее рассчитать число валов и зубчатых колес и объединить шпиндели в «пучки». Требуется многократное прорачивание и поиск наилучшего варианта с учетом вышеприведенных рекомендаций. Однако существуют типовые случаи расположения шпинделей, которые приведены в качестве примеров.

«Пучок» из двух шпинделей

Два шпинделя можно объединить, если:

1. Суммарная мощность на шпинделях меньше 7 кВт и частота вращения каждого шпинделя больше 100 об/мин. В противном случае типоразмер группового вала может оказаться больше максимального вала, предусмотренного стандартным рядом, и его выбору следует уделить особое внимание.

2. Расстояние между объединяемыми шпинделями удовлетворяет условию $L \ll R_{1\max} + R_{2\max} + 2r_c$, где $R_{1\max}$; $R_{2\max}$ и r_c — максимальные радиусы зубчатых колес, которые можно установить на

объединяемых шпинделях и групповом валу (определяются из условия совместности с соседними шпинделями, внутренними стенками литья и применяемостью зубчатых колес при выбранном модуле зацепления; это относится и ко всем последующим случаям, когда будут выбираться R_{\max}).

Шпиндели в «пучке» могут иметь или одинаковые, или различные частоты вращения и мощности. Наиболее общий случай — второй. Рассмотрим его.

Как указывалось выше, максимальное уменьшение частоты вращения следует осуществлять непосредственно у шпинделей. При

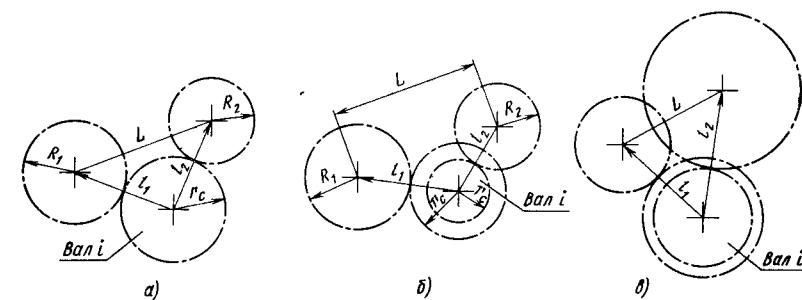


Рис. 28. «Пучок» из двух шпинделей

объединении двух шпинделей одним валом возможны два случая: с применением однорядного (рис. 28, a) и двухрядного зацепления (рис. 28, b, c). Для получения минимальной массы привода желательно, чтобы зацепление было однорядным, так как чем меньше колес, тем меньше масса привода. Для осуществления однорядного зацепления необходимо, чтобы

$$1) R_{2\max} \geq R_2 = \frac{R_{1\max}}{u} \geq R_{\min};$$

$$2) R_{1\max} + R_2 + 2m + 0,5 \geq L,$$

где $R_{1\max}$ и $R_{2\max}$ — максимальные радиусы зубчатых колес соответственно на шпинделях с меньшей и большей частотой вращения, мм; R_{\min} — минимальный радиус колеса, которое можно установить на данный шпиндель (определяется применяемостью зубчатых колес), мм; R_2 — радиус колеса на шпинделе с большей частотой вращения, определенный из условия однорядного зацепления, мм; $u = n_2/n_1$ — передаточное число ($n_2 > n_1$); m — модуль зацепления, мм; 0,5 — минимально допустимый зазор между наружными диаметрами зубчатых колес, мм.

П р и м е ч а н и е. При назначении максимального радиуса зубчатого колеса на шпинделе с меньшей частотой вращения следует учитывать общее передаточное число от привода к шпинделю с тем, чтобы получить рекомендуемую картину частот вращения, т. е. разбить общее передаточное число таким образом, чтобы не вся редукция осуществлялась на шпинделе и на валах, близких к нему.

Таблица 52

Мощность, передаваемая зубчатым зацеплением с модулем $m = 2$ мм, кВт

n , об/мин	Число зубьев колеса																												
	17	20	25	30	35	40	45	50	56	62	70	17	20	25	30	35	40	45	50	17	20	25	30	35	17	20	25		
$u = 1$															$u = 1,41$														
25	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4	0,5	
32	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,3	0,4	0,5	0,6	
40	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	0,4	0,5	0,6	0,8	
50	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	0,5	0,6	0,8	1,0	
63	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	3,0	3,4	3,9	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	0,6	0,8	1,0	1,0	
80	0,6	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,3	5,0	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	0,8	1,0	1,3	1,7	2,1	0,8	1,0	1,3	1,3	
100	0,7	1,0	1,5	2,1	2,6	3,0	3,7	4,2	4,7	5,4	6,2	0,8	1,1	1,6	2,1	2,6	3,0	3,6	4,2	0,9	1,2	1,6	2,1	2,6	1,0	1,2	1,6	1,6	
125	0,8	1,1	1,8	2,6	3,2	3,8	4,6	5,2	5,9	6,7	7,7	1,0	1,3	2,0	2,6	3,2	3,8	4,6	5,2	1,1	1,5	2,0	2,6	3,2	1,3	1,6	2,0	2,0	
160	1,0	1,4	2,1	3,0	4,1	5,0	5,9	6,6	7,5	8,5	9,6	1,1	1,6	2,4	3,3	4,1	5,0	5,9	6,6	1,3	1,8	2,6	3,3	4,1	1,5	2,0	2,6	2,6	
200	1,1	1,5	2,4	3,5	4,7	6,2	7,3	8,2	9,3	10,6	12,1	1,3	1,8	2,8	4,1	5,1	6,2	7,3	8,2	1,5	2,1	3,3	4,2	5,1	1,7	2,4	3,3	3,3	
250	1,3	1,8	2,8	4,0	5,4	7,1	8,9	10,2	11,5	13,0	14,6	1,5	2,1	3,4	4,7	6,4	7,7	8,9	10,2	1,7	2,4	3,7	5,2	5,4	2,0	2,8	4,1	4,1	
315	1,5	2,0	3,2	4,6	6,2	8,1	10,3	12,8	14,3	16,0	18,0	1,7	2,4	3,8	5,4	7,4	9,7	11,3	12,8	2,0	2,8	4,3	6,2	8,0	2,3	3,2	5,0	5,0	
400	1,7	2,4	3,7	5,3	7,2	9,3	11,7	14,3	17,6	20,0	23,0	2,0	2,9	2,8	4,3	6,3	8,5	11,1	14,2	15,8	2,3	3,2	5,0	7,2	9,8	2,7	3,7	5,3	5,3
500	1,9	2,8	4,1	6,0	8,1	10,5	13,2	16,1	19,0	22,0	25,0	2,3	3,2	5,0	7,2	9,7	12,6	15,9	19,5	2,7	3,7	5,8	8,2	11,1	3,1	4,3	6,7	6,7	
630	2,2	3,1	4,6	6,0	8,5	11,0	14,0	16,5	20,0	25,0	29,0	2,7	3,7	5,6	8,1	11,0	14,3	17,8	22,0	3,1	4,3	6,6	9,3	12,7	3,6	5,0	7,7	7,7	
800	2,6	3,6	5,5	7,0	9,6	13,0	15,7	18,4	22,0	28,0	39,0	3,2	4,4	6,7	9,6	13,0	16,7	19,0	23,0	3,7	5,1	7,9	11,1	15,1	4,3	6,0	9,3	9,3	
1000	3,2	4,4	6,0	8,5	11,0	14,4	17,6	21,0	29,0	36,0	—	3,9	5,3	8,0	11,6	14,4	18,5	22,0	27,0	4,5	6,2	9,6	13,4	18,3	5,3	7,3	11,3	11,3	
1250	3,6	4,7	7,0	9,6	13,0	16,0	23,0	27,0	32,0	40,0	—	4,7	6,4	9,8	12,5	16,6	21,0	29,0	35,0	5,5	7,6	11,5	15,0	21,0	6,5	9,0	13,7	13,7	
1600	4,0	6,0	8,0	9,4	16,8	21,0	26,0	30,0	35,0	—	—	5,2	7,0	10,4	14,4	22,0	27,0	34,0	40,0	6,3	8,0	13,0	13,6	26,0	8,1	10,0	15,4	15,4	

Таблица 53

Мощность, передаваемая зубчатым зацеплением с модулем $m = 2,5$ мм, кВт

n , об/мин	Число зубьев колеса																												
	20	24	28	32	36	40	45	50	56	64	72	20	24	28	32	36	40	45	50	20	24	20	24	28	32	36			
$u = 1$															$u = 1,41$														
25	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1			
32	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,2	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	0,6	0,8	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3			
40	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	0,8	1,0	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7			
50	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,4	5,0	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	1,0	1,2	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1			
63	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,5	6,3	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	1,2	1,5	1,9	2,4	2,8	3,3				
80	1,3	1,9	2,4	2,8	3,3	4,0	4,6	5,2	5,9	7,0	8,0	1,5	1,9	2,4	2,8	3,3	4,0	4,6	5,2	1,5	1,9	1,5	1,9	2,4	2,8	3,3			
100	1,5	2,2	2,9	3,6	4,2	4,9	5,7	6,5	7,3	8,7	10,0	1,8	2,4	2,9	3,6	4,2	4,9	5,7	6,5	1,9	2,4	2,9	3,6	4,2	4,9	5,7			
125	1,8	2,6	3,5	4,4	5,2	6,1	7,1	8,1	9,2	10,8	12,3	2,1	3,0	3,7	4,4	5,2	6,1	7,1	8,1	2,4	3,0	2,4	3,0	3,7	4,4	5,2			
160	2,1	3,0	4,1	5,4	6,7	7,8	9,1	10,3	11,7	13,7	15,3	2,4	3,5	4,7	5,7	6,7	7,8	9,1	10,3	3,1	3,9	2,8	3,9	4,7	5,7	6,7			
200	2,4	3,5	4,7	6,2	7,8	9,6	11,3	12,8	14,4	16,6	19,0	2,8	4,1	5,6	7,1	8,3	9,7	11,3	12,8	3,8	4,8	3,2	4,6	5,9	7,1	8,3			
250	2,8	4,0	5,4	7,4	8,9	11,0	13,6	15,8	17,5	21,0	24,0	3,2	4,7	6,4	8,4	10,3	12,1	14,0	15,8	4,3	6,0	3,7	5,4	7,3	8,8	10,3			
315	3,2	4,6	6,2	8,1	10,3	12,6	15,4	19,3	22,0	26,0	29,0	3,8	5,4	7,4	9,7	12,1	15,1	17,5	19,7	5,0	7,0	4,3	6,2	8,4	11,0	12,8			
400	3,7	5,3	7,1	9,4	11,7	14,3	17,7	22,0	27,0	32,0	36,0	4,3	5,3	8,5	11,1	14,1	17,3	21,0	24,0	5,8	8,2	5,0	7,2	9,8	12,8	16,1			
500	4,2	6,0	8,1	10,5	13,2	16,1	20,0	25,0	30,0	36,0	36,0	5,0	7,2	9,7	12,6	15,9	19,5	24,0	30,0	6,7	9,3	5,8	8,2	11,1	14,6	18,2			
630	4,7	6,7	9,1	11,8	14,7	16,7	20,0	25,0	31,0	40,0	—	5,6	8,1	11,0	14,3	17,8	22,0	27,0	31,0	7,7	10,7	6,6	9,3	12,7	16,5	21,0			
800	5,6	7,9	10,5	13,0	15,4	19,0	25,0	28,0	38,0	—	—	6,7	9,6	13,0	16,7	19,0	23,0	28,0	35,0	9,3	12,8	7,9	11,1	15,1	19,7	24,0			
1000	5,0	8,5	12,0	14,0	18,0	21,0	29,0	36,0	44,0	—	—	8,1	11,6	14,7	18,5	23,0	27,0	37,0	45,0	11,3	15,7	9,6	13,4	18,3	22,0	27,0			
1250	7,0	9,6	13,0	16,0	23,0	27,0	32,0	40,0	—	—	—	9,5	12,8	17,0	21,0	29,0	35,0	43,0	—	13,7	17,0	10,7	15,0	20,0	25,0	35,0			
1600	7,7	10,5	17,4	21,0	26,0	30,0	35,0	—	—	—	10,0	14,0	22,0	27,0	34,0	40,0	—	—	15,4	21,0	13,0	18,0	26,0	34,0	41,0				

Мощность, передаваемая зубчатым зацеплением с модулем $m = 3$ мм, кВт

n , об/мин	Число зубьев колеса														$u = 1,41$		
	17	20	23	27	30	33	37	41	47	53	60	67	75	17	20	29	27
$u = 1$																	
25	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,8	0,6	0,7	0,8	1,0
32	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	3,8	4,3	4,9	0,7	0,9	1,1	1,3
40	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,7	5,3	6,1	0,9	1,1	1,3	1,6
50	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,2	3,7	4,4	5,0	5,9	6,7	7,6	1,1	1,4	1,7	2,0
63	1,1	1,6	2,1	2,6	3,0	3,4	4,0	4,7	5,5	6,4	7,4	8,4	9,6	1,3	1,8	2,1	2,6
80	1,3	1,9	2,6	3,2	3,8	4,3	5,1	5,9	7,0	8,1	9,0	10,6	12,0	1,6	2,2	2,7	3,2
100	1,5	2,2	3,0	3,9	4,7	5,4	6,3	7,4	8,7	10	11,6	13,1	15,0	1,8	8,6	3,3	4,0
125	1,8	2,6	3,5	4,6	5,8	6,7	7,9	9,2	10,9	12,5	14,5	16,3	18,5	2,1	3,0	4,1	5,1
160	2,1	3,0	4,1	5,4	6,7	8,3	10,0	11,7	13,7	15,7	18,3	20,0	23,0	2,4	3,5	4,8	6,3
200	2,4	3,5	4,7	6,2	7,8	9,6	11,9	14,6	17,0	19,6	22,0	25,0	29,0	2,8	4,1	5,6	7,9
250	2,8	4,0	5,4	7,1	8,9	11,0	13,6	17,3	21,0	24,0	28,0	31,0	35,0	3,4	4,7	6,4	8,4
315	3,2	4,6	6,2	8,1	10,3	12,6	15,4	19,5	24,0	30,0	35,0	39,0	43,0	3,6	5,4	7,4	9,7
400	3,7	5,3	7,1	9,4	11,7	14,3	17,7	22,0	27,0	36,0	42,0	—	—	4,3	6,3	8,5	11,1
500	4,2	6,0	8,1	10,5	13,2	16,0	20,0	25,0	30,0	40,0	—	—	—	5,0	7,2	9,7	12,6
630	4,7	6,7	9,1	11,8	13,0	16,5	20,0	24,0	31,0	—	—	—	—	5,6	8,1	11,0	14,3
800	5,6	7,9	10,5	12,1	15,5	19,0	23,0	28,0	38,0	—	—	—	—	6,7	9,6	13,0	16,7
1000	6,7	9,4	11,4	14,4	18,0	21,0	29,0	36,0	44,0	—	—	—	—	8,1	11,6	15,6	20,0
1250	7,0	10,0	12,5	16,0	23,0	27,0	32,0	40,0	—	—	—	—	—	9,6	12,3	16,5	20,0
1600	8,0	11,0	16,5	21,0	26,0	30,0	35,0	—	—	—	—	—	—	11,5	14,6	22,0	27,0

n , об/мин	Число зубьев колеса														$u = 3$	
	30	33	37	41	47	53	17	20	23	27	30	33	37	17	20	23
$u = 1,41$																
25	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	0,6	0,7	0,8
32	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	0,7	0,9	1,1
40	1,9	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	0,9	1,1	1,3
50	2,4	2,7	3,2	3,7	4,4	5,0	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,2	1,1	1,4	1,7
63	3,0	3,4	4,0	4,7	5,5	6,4	1,4	1,8	2,1	2,6	2,6	3,4	4,0	1,4	1,8	2,1
80	3,8	4,3	5,1	5,9	7,0	8,1	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,3	5,1	1,8	2,2	2,7
100	4,7	5,4	6,3	7,4	8,7	10,0	2,1	2,8	3,3	4,0	4,7	5,4	6,3	2,3	2,8	3,3
125	5,9	6,7	7,9	9,2	10,9	12,5	2,4	3,4	4,1	5,1	5,9	6,7	7,9	2,8	3,5	4,1
160	7,5	8,6	10,0	11,7	13,7	15,9	2,8	4,0	5,3	6,5	7,5	8,6	10,0	3,3	4,4	5,3
200	9,2	10,6	12,6	14,6	17,0	19,6	3,2	4,6	6,3	8,1	9,4	10,6	12,6	3,8	5,3	6,6
250	10,5	13,0	15,5	18,0	21,0	24,0	3,7	5,4	7,3	9,6	11,7	12,3	15,5	4,9	6,1	8,2
315	12,1	15,0	18,6	22,0	26,0	30,0	4,3	6,2	8,4	11,1	14,0	16,6	20,0	5,0	7,0	9,6
400	14,1	17,3	21,0	26,0	33,0	37,0	5,0	7,8	9,8	12,8	16,0	20,0	24,0	5,8	8,2	11,2
500	15,9	19,5	24,0	29,0	37,0	45,0	5,8	8,2	11,1	14,6	18,2	22,0	28,0	6,7	9,3	12,8
630	17,8	22,0	27,0	33,0	42,0	—	6,6	9,3	12,7	16,5	21,0	26,0	32,0	7,7	10,7	14,6
800	21,0	23,0	29,0	33,0	—	—	7,9	11,1	15,1	19,7	24,0	30,0	37,0	9,3	12,8	17,5
1000	22,0	27,0	37,0	45,0	—	—	9,6	13,4	18,3	24,0	29,0	36,0	45,0	11,3	15,7	21,0
1250	29,0	35,0	43,0	—	—	—	11,6	16,3	22,0	28,0	35,0	43,0	—	13,7	19,0	26,0
1600	34,0	40,0	—	—	—	—	14,0	19,7	26,0	34,0	41,0	—	—	17,0	23,0	31,0

Мощность, передаваемая зубчатым зацеплением с модулем $m = 4$ мм, кВт

n , об/мин	Число зубьев колеса																						
	18	20	23	25	26	31	35	40	45	50	56	62	70	18	20	23	25	28	31	35	40	45	50
	$u = 1$																						
25	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,6	3,2	3,6	4,2	4,8	5,4	5,2	1,1	1,2	1,5	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,6	4,2
32	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3	4,0	4,5	5,4	6,1	6,9	8,0	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3	4,0	4,5	5,4
40	1,6	2,0	2,4	2,6	3,0	3,5	4,2	5,0	5,8	6,7	7,7	8,7	10,0	1,7	2,0	2,4	2,6	3,0	3,5	4,2	5,0	5,8	6,7
50	1,9	2,5	3,0	3,3	3,8	4,4	5,2	6,3	7,2	8,5	9,5	10,8	12,4	2,2	2,5	3,0	3,3	3,8	4,4	5,2	6,3	7,2	8,5
63	2,2	2,9	3,7	4,1	4,8	5,6	6,6	8,0	9,0	10,6	11,9	13,6	15,5	2,6	3,1	3,7	4,1	4,8	5,6	6,6	8,0	9,0	10,6
80	2,6	3,4	4,3	5,2	6,1	7,1	8,2	10,1	11,4	13,4	15,2	17,1	19,5	3,1	4,0	4,7	5,2	6,1	7,1	8,2	10,1	11,4	13,4
100	3,0	3,9	5,0	6,2	7,6	8,8	10,4	12,5	14,2	16,6	19,0	21,0	24,0	3,5	4,5	5,9	6,5	7,6	8,8	10,4	12,5	14,2	16,5
125	3,5	4,6	5,8	7,1	8,8	11,0	13,0	15,6	17,8	20,0	23,0	26,0	30,0	4,1	5,3	6,8	8,1	9,4	11,0	12,9	15,6	17,8	20,0
160	4,1	5,4	6,7	8,3	10,4	13,0	16,5	20,0	22,0	26,0	29,0	33,0	37,0	4,8	6,3	8,0	9,8	12,0	14,0	16,5	20,0	22,0	26,0
200	4,6	6,2	7,8	9,6	11,9	14,9	18,7	24,0	28,0	32,0	37,0	41,0	45,0	5,6	7,3	9,2	11,4	14,2	17,5	20,0	24,0	28,0	32,0
250	5,4	7,1	8,9	11,0	13,6	17,3	21,0	27,0	34,0	40,0	45,0	—	—	6,4	8,4	10,5	13,0	16,3	20,0	25,0	30,0	34,0	40,0
315	6,2	8,1	10,3	12,6	15,4	19,5	24,0	32,0	40,0	—	—	—	—	7,4	9,7	12,1	15,0	18,6	23,0	29,0	37,0	43,0	—
400	7,1	9,4	11,7	14,3	17,7	22,0	27,0	36,0	—	—	—	—	—	8,5	11,1	14,1	17,3	21,0	26,0	39,0	—	—	—
500	8,1	10,5	13,2	16,1	20,0	25,0	30,0	40,0	—	—	—	—	—	9,7	12,6	15,9	19,5	24,0	29,0	37,0	—	—	—
630	9,1	11,8	14,7	16,0	20,0	25,0	31,0	—	—	—	—	—	—	11,0	14,3	17,8	22,0	27,0	33,0	41,0	—	—	—
800	10,5	13,0	15,7	18,0	22,0	27,0	38,0	—	—	—	—	—	—	13,0	16,7	19,0	23,0	29,0	38,0	—	—	—	
1000	12,0	14,0	17,6	21,0	29,0	36,0	44,0	—	—	—	—	—	—	15,6	18,4	22,0	27,0	37,0	45,0	—	—	—	
1250	12,0	16,0	23,0	27,0	38,0	40,0	—	—	—	—	—	—	—	17,0	21,0	29,0	35,0	43,0	—	—	—	—	
1600	16,6	21,0	26,0	20,0	35,0	—	—	—	—	—	—	—	—	22,0	27,0	34,0	40,0	—	—	—	—	—	

Таблица 56

Мощность, передаваемая зубчатым зацеплением с модулем $m = 5$ мм, кВт

n , об/мин	Число зубьев колеса																				
	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	20	22	25	28	32	36	40	20	22	25	28
	$u = 1$																				
25	1,9	2,2	2,6	3,0	3,6	4,2	5,0	5,8	6,6	7,5	1,9	2,2	2,6	3,0	3,6	4,2	5,0	1,9	2,2	2,6	3,0
32	2,5	2,8	3,3	3,8	4,6	5,4	6,3	7,4	8,4	9,5	2,5	2,8	3,3	3,8	4,6	5,4	6,3	2,5	2,8	3,3	3,8
40	3,1	3,5	4,1	4,8	5,7	6,8	7,9	9,3	10,5	12,0	3,1	3,5	4,1	4,8	5,7	6,8	7,9	3,1	3,5	4,1	4,8
50	3,8	4,4	5,1	6,0	7,2	8,4	9,9	11,5	13,1	14,9	3,8	4,4	5,1	6,0	7,2	8,4	10,0	3,8	4,4	5,1	6,0
63	4,6	5,5	6,5	7,5	9,0	10,6	12,4	14,5	16,4	18,7	4,9	5,5	6,5	7,5	9,0	10,6	12,4	4,9	5,5	6,5	7,5
80	5,3	6,6	8,2	9,5	11,4	13,4	15,7	18,3	21,0	23,0	6,2	7,1	8,2	9,5	11,4	13,4	15,7	6,2	7,1	8,2	9,5
100	6,2	7,7	9,7	11,9	14,2	16,8	19,6	23,0	26,0	29,0	7,3	8,8	10,3	11,4	14,2	16,8	19,6	7,3	8,8	10,3	11,9
125	7,1	8,8	11,2	13,9	17,7	21,0	24,0	28,0	32,0	36,0	8,4	10,5	12,8	14,8	17,7	21,0	24,0	9,6	10,9	12,8	14,8
160	8,3	10,4	13,0	16,3	21,0	26,0	31,0	36,0	40,0	41,5	9,8	12,3	15,1	18,9	22,0	26,0	31,0	11,3	14,0	16,3	19,0
200	9,6	11,9	14,9	18,7	24,0	30,0	38,0	44,0	—	—	11,4	14,2	18,3	22,0	28,0	33,0	38,0	13,0	17,2	20,0	23,0
250	11,0	13,6	17,3	21,0	27,0	35,0	43,0	—	—	—	13,0	16,3	20,0	25,0	33,0	40,0	—	15,0	18,7	23,0	29,0
315	12,6	15,4	19,5	24,0	32,0	40,0	—	—	—	—	15,0	18,6	23,0	29,0	37,0	—	—	17,3	21,0	27,0	33,0
400	14,3	17,7	22,0	27,0	36,0	—	—	—	—	—	17,3	21,0	26,0	33,0	43,0	—	—	20,0	24,0	31,0	38,0
500	16,1	20,0	25,0	30,0	40,0	—	—	—	—	—	19,5	24,0	29,0	37,0	—	—	—	22,0	28,0	35,0	44,0
630	16,0	19,0	24,0	34,0	—	—	—	—	—	—	22,0	27,0	33,0	41,0	—	—	—	26,0	32,0	39,0	—
800	17,0	21,0	31,0	38,0	—	—	—	—	—	—	23,0	31,0	38,0	—	—	—	—	30,0	37,0	—	—
1000	19,0	29,0	36,0	44,0	—	—	—	—	—	—	30,0	37,0	45,0	—	—	—	—	36,0	45,0	—	—
1250	27,0	32,0	40,0	—	—	—	—	—	—	—	35,0	43,0	—	—	—	—	—	43,0	—	—	—
1600	30,0	35,0	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 55

18	20	23	25	28	31	35	18	20	23
$u = 2$							$u = 3$		
1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,6	1,1	1,2	1,5
1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3	1,4	1,6	1,9
1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,5	4,2	1,7	2,0	2,4
2,2	2,5	3,0	3,3	3,8	4,4	5,2	2,2	2,5	3,0
2,8	3,1	3,7	4,1	4,8	5,6	6,6	2,8	3,1	3,7
3,4	4,0	4,7	5,2	6,1	7,1	8,2	3,5	4,0	4,7
4,0	4,9	5,9	6,5	7,6	8,8	10,4	4,4	4,9	5,9
4,6	6,1	7,4	8,1	9,4	11,0	12,9	6,3	6,2	7,4
5,5	7,2	9,1	10,5	12,0	14,0	16,5	6,2	7,9	9,5
6,3	8,3	10,5	13,0	15,0	17,5	20,0	7,2	9,5	11,8
7,3	9,6	12,1	15,0	18,7	21,0	25,0	8,3	11,0	13,6
8,4	11,1	14,0	17,3	21,0	27,0	31,0	9,6	12,6	15,6
9,8	12,8	16,0	20,0	24,0	31,0	38,0	11,2	14,6	18,2
11,1	14,6	18,2	22,0	28,0	35,0	44,0	12,8	16,8	21,0
12,7	16,5	21,0	26,0	32,0	39,0	—	14,6	19,1	24,0
15,1	20,0	24,0	29,0	37,0	—	—	16,0	21,0	28,0
17,0	22,0	27,0	33,0	45,0	—	—	19,0	28,0	34,0
20,0	25,0	35,0	43,0	—	—	—	26,0	33,0	41,0
26,0	34,0	41,0	—	—	—	—	31,0	40,0	—

Если условие однорядного зацепления выполняется, то можно определить радиус колеса (r_c) на валу i , как минимальный радиус колеса, которое можно установить на валу данного диаметра с учетом выполнения условий:

$$R_2 + r_c \geq l_{2\min};$$

$$R_1 + r_c \geq l_{1\min};$$

$$R_1 + R_2 + 2r_c \geq L,$$

где $l_{1\min}$, $l_{2\min}$ — минимально допустимые расстояния между двумя валами, определяемые из условия совместности пары подшипников, установленных на этих валах.

Если условие однорядного зацепления не выполняется, возможны следующие варианты:

1. Не выполняется первое условие, т. е.

a) $R_2 > R_{2\max}$, тогда находят R_1 : $R_1 = R_{2\max}$ и повторяют проверку первого условия;

б) $R_2 < R_{2\min}$, тогда следует перейти к проектированию двухрядного зацепления.

2. Не выполняется второе условие, т. е. зубчатые колеса не могут быть расположены в одной плоскости. В этом случае либо уменьшают максимальный радиус зубчатого колеса, либо проектируют двухрядное зацепление.

При проектировании двухрядного зацепления радиусы зубчатых колес на шпинделях и групповом валу выбираются из условий:

$$R_1 + r_1 \geq l_{1\min}; \frac{R_2}{r_2} = \frac{n_1 R_1}{n_2 r_1}; R_2 \text{ и } r_2 \geq R_{\min};$$

$$R_2 + r_2 \geq l_{2\min}; R_1 + R_2 + r_1 + r_2 \geq L.$$

При этом желательно, чтобы $R_1 = R_{\max}$; а $r_2 = R_{\min}$.

Выбор зубчатых колес как для одно-, так и для двухплоскостного объединения пары шпинделей не является окончательным и может быть пересмотрен при объединении «групповых» валов: либо с целью уменьшения расстояния между валами — тогда увеличиваются зубчатые колеса на групповых валах i_1 и i_2 (рис. 29), либо для получения больших передаточных отношений на шпинделях (при одноплоскостном зацеплении) — в этом случае проектируется двухплоскостное зацепление.

При объединении шпинделей, как уже отмечалось выше, следует «раскатку» вести внутренними рядами, оставляя внешний (третий) ряд для привода и объединения групповых валов. Однако в ряде случаев, при близко расположенных шпинделях и больших перепадах частот вращения, когда колесо, установленное на шпиндель с меньшей частотой вращения, пересекает соседний шпиндель и нет возможности его уменьшить, следует перевести это зубчатое колесо в третий ряд, а объединение групповых валов осуществить и по внутреннему ряду. Это замечание относится и ко всем последующим случаям объединения шпинделей в «пучки».

«Пучок» из трех и более шпинделей

Групповой вал находится внутри многоугольника, вершинами которого служат центры шпинделей (рис. 30, а ... и). Общим для таких случаев является то, что радиусы зубчатых колес на шпинделях следует определять с учетом возможности установки колес во внутренних рядах, так как привод группового вала для этих случаев объединения шпинделей, как показывает практика, чаще всего может быть осуществлен по внешнему (третьему) ряду, хотя не исключены и случаи привода вращения группового вала по внутренним рядам. Так как координаты центра группового вала либо определены однозначно (рис. 30, а), либо могут незначительно колебаться при изменении радиусов зубчатых колес (рис. 30, е, ж), то

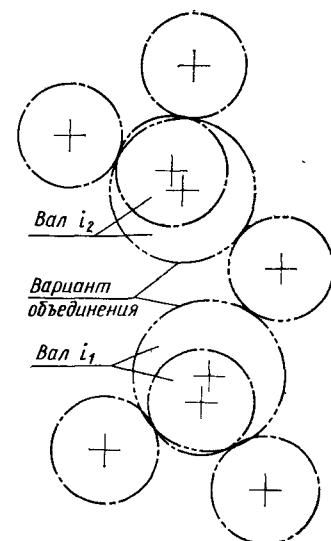


Рис. 29. Варианты объединения в «пучки» двух шпинделей

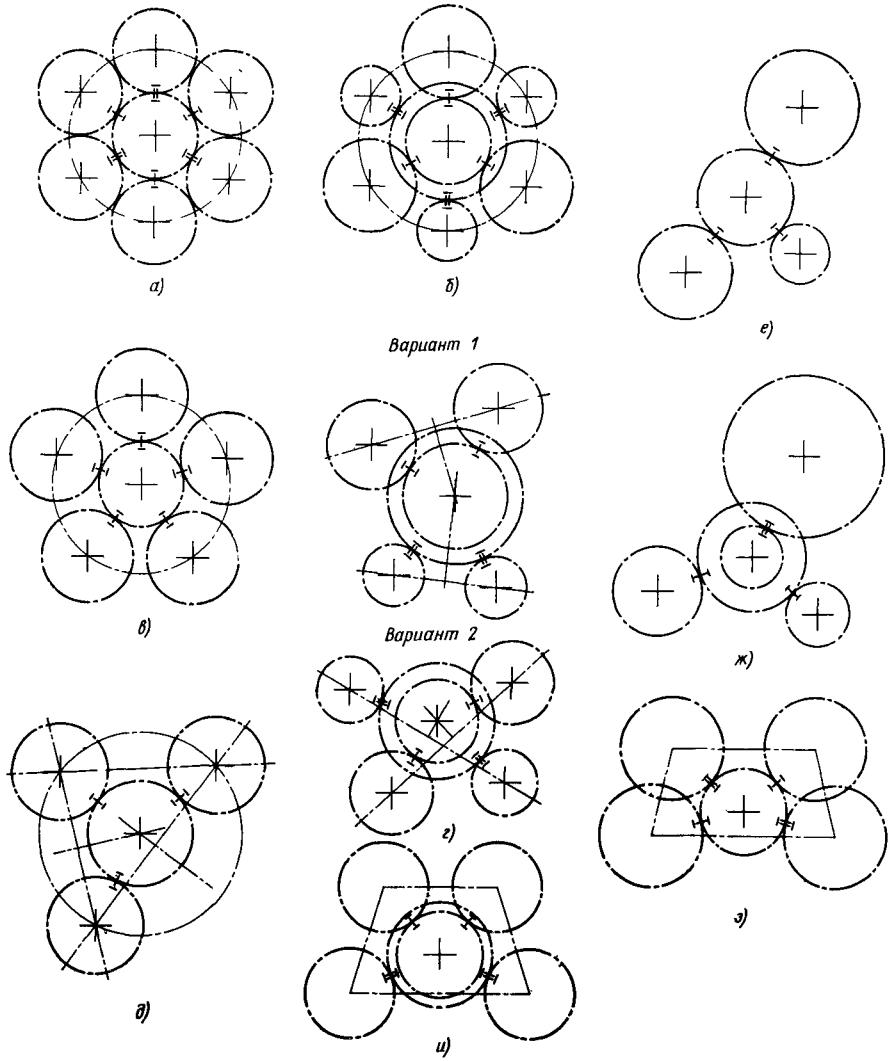


Рис. 30. «Пучки» из трех и более шпинделей

в этих случаях приходится вписывать передачу в определенное межцентровое расстояние, т. е. имеет место корrigированное зацепление. Корригированными могут быть колеса, устанавливаемые как на шпинделе, так и на групповые валы. Это обстоятельство следует учитывать при распределении передаточных отношений, принимая то колесо корригированным, которое не попадает в нормализованный ряд. Такой прием позволяет уменьшить число оригинальных колес.

При выборе радиуса колеса на шпинделе нужно пользоваться приведенными ниже соображениями.

Случай по рис. 30, а: центры шпинделей находятся на одной окружности, число шпинделей четное, частоты вращения одинаковые.

Зубчатое колесо на шпинделе берут максимальным. По имеющемуся межцентровому расстоянию находят колесо на групповом валу и проверяют на R_{min} . Если такое колесо имеется, то необходимо проверить, находится ли полученное передаточное число в допустимых пределах. В том случае, когда радиус колеса на групповом валу меньше R_{min} , следует взять зубчатое колесо с радиусом R_{min} , а радиус зубчатого колеса на шпинделе определить, исходя из этого условия.

Случай по рис. 30, б: центры шпинделей находятся на одной окружности, число шпинделей четное, частоты вращения разные (одинаковые через шпиндель).

Определяют радиусы зубчатых колес для шпинделей с меньшей частотой вращения, как и в случае по рис. 30, а. Затем определяют радиусы зубчатых колес для остальных шпинделей, исходя из того, что частота вращения группового вала уже определена по передаточному числу первой группы шпинделей. После определения радиуса колеса, приводящего во вращение вторую группу шпинделей, его следует проверить на совместимость со втулками первой группы шпинделей, если последние большего типоразмера, чем шпинNELи второй группы. Кроме того, следует проверить зубчатые колеса шпинделей второй группы на R_{min} .

Случай по рис. 30, в: центры шпинделей расположены на одной окружности, число шпинделей нечетное, частоты вращения одинаковые.

В отличие от предыдущих случаев, в которых зубчатые колеса могут находиться в двух плоскостях (при зубчатых колесах с R_{max} на шпинделе), этот случай может существовать только в одноплоскостном варианте, так как нечетное число шпинделей не позволяет разместить колеса с R_{max} в двух плоскостях. Следовательно, радиусы зубчатых колес на шпинделе должны обеспечивать возможность размещения колес в одном ряду. На практике, если не удается выполнить это условие, то прибегают к применению оригинальных (с уменьшенной шириной венца) зубчатых колес (рис. 31). Такое исполнение колес позволяет значительно расширить конструктивные возможности благодаря увеличению возможных рядов зацепления. Этот вариант можно использовать и в других случаях.

Случай по рис. 30, г: четыре произвольно расположенных шпинделя с попарно одинаковыми частотами вращения.

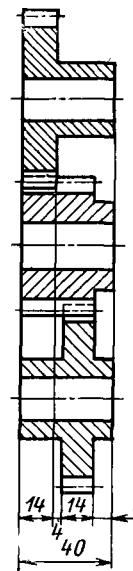


Рис. 31. Вариант выполнения зубчатых колес в одном ряду

Центр группового вала находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к серединам отрезков, соединяющих центры шпинделей с одинаковыми частотами вращения. Определение радиусов колес аналогично случаю по рис. 30, б.

Случай по рис. 30, д: три произвольно расположенных шпинделья, частоты вращения одинаковые.

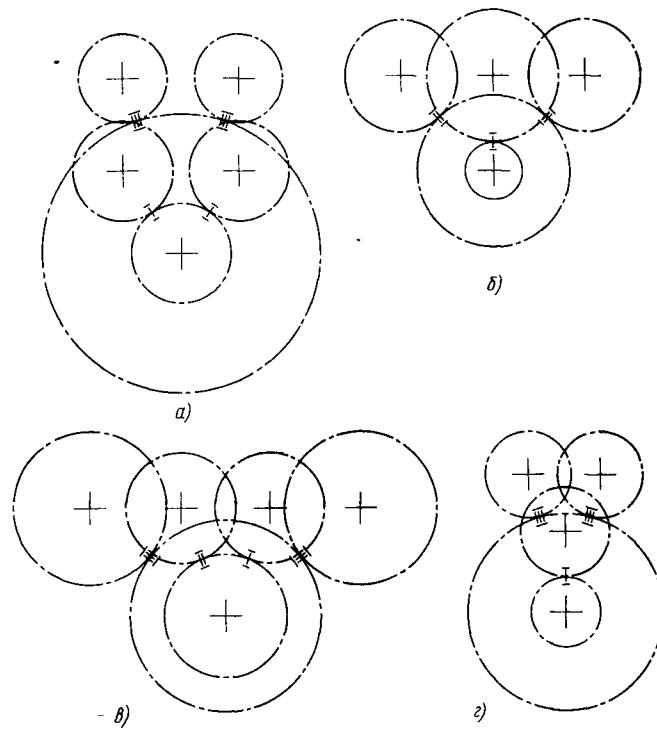


Рис. 32. Варианты объединения шпинделей, когда центр группового вала находится вне «пучка» шпинделей

Центр группового вала находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к серединам отрезков, соединяющих центры шпинделей. Для нахождения радиусов зубчатых колес следует поступать так же, как в случае по рис. 30, а.

Случай по рис. 30, е: три произвольно расположенных шпинделья, частоты вращения разные.

Определяют максимальный радиус зубчатого колеса на шпинделе с меньшей частотой вращения. Радиусы колес на остальных шпинделях находят, исходя из пропорциональной зависимости частот вращения шпинделей, принимая во внимание пространственную совместимость и применяемость колес. Если попытка объединения не удалась (обычно из-за большого перепада частот вращения), следует воспользоваться решением для случая по рис. 30, ж.

Случай по рис. 30, ж: три произвольно расположенных шпинделья, частоты вращения разные.

Выбирают два шпинделья с наиболее близкими частотами вращения и объединяют их одноплоскостной передачей, как в случае объединения двух шпинделей, а передачу к третьему шпинделю проектируют, исходя из полученного расстояния между групповым валом и этим шпинделем и частоты вращения группового вала, определенной принятым передаточным отношением одноплоскостной передачи. Чаще всего не удается решить эту задачу с первой попытки, поэтому процесс проектирования передачи повторяют. При этом изменяют межцентровые расстояния между групповым валом и двумя объединенными шпиндельями до тех пор, пока или удается построить передачу, или приходится отказаться от объединения этой группы шпинделей.

Случай по рис. 30, з: центры шпинделей расположены в вершинах равнобокой трапеции, частоты вращения одинаковые.

Случай аналогичен случаю по рис. 30, а, так как вершины равнобокой трапеции лежат на окружности.

Случай по рис. 30, и: центры шпинделей расположены в вершинах равнобокой трапеции. Частота вращения нижних шпинделей отлична от частоты вращения верхних шпинделей.

Выбирают шпиндель с меньшей частотой вращения и между ними строят одноплоскостную передачу, как для «пучка» из двух шпинделей. В дальнейшем поступают, как в случае по рис. 30, ж.

Центр группового вала находится вне «пучка» шпинделей. В таких случаях из группы шпинделей выбирают два шпинделья, которые объединяют одноплоскостной передачей. Условия выбора не имеют однозначного характера. Это могут быть одинаковые частоты вращения шпинделей, их взаимное расположение, расположение их относительно других шпинделей и т. д.

Передачи к другим шпинделем проектируют, исходя из уже известного центра группового вала (см. случай по рис. 30, ж). На рис. 32, а ... г приведены наиболее характерные случаи вышеописанного объединения шпинделей.

При формировании шпинделей в типовые «пучки» учитывают, что этим же групповым валом можно привести во вращение находящиеся рядом другие шпинNELи. Поэтому на групповом валу использу-

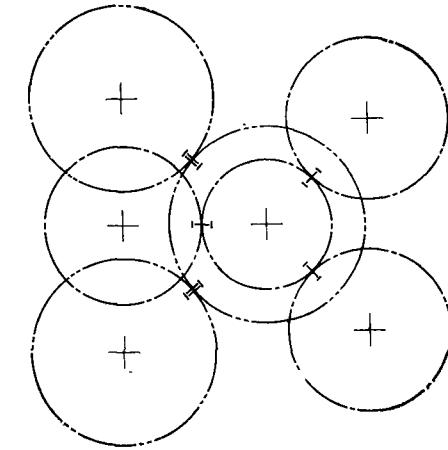


Рис. 33. Вариант объединения шпинделей, не входящих в типовую схему

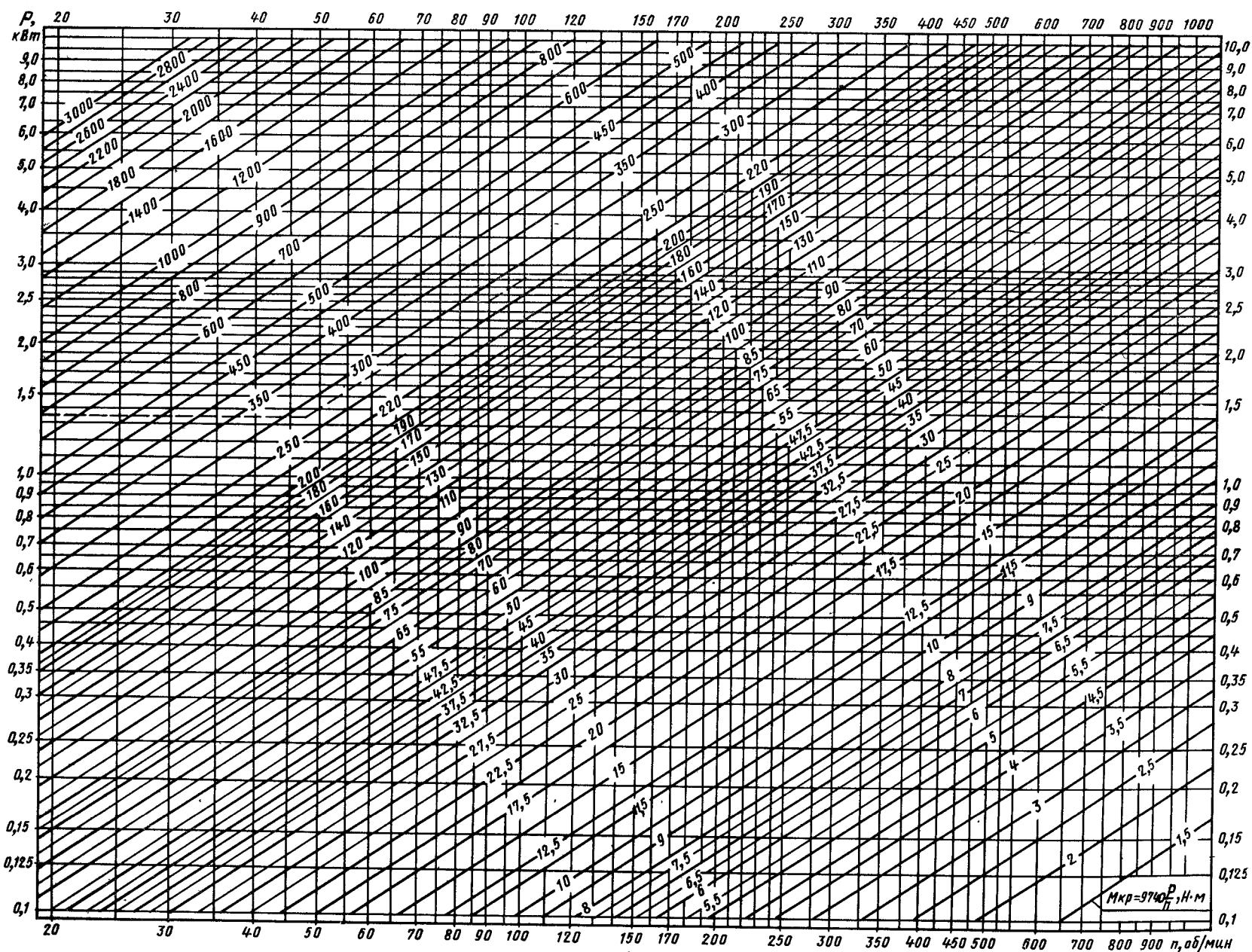


Рис. 34. Графики для определения крутящего момента

зуют минимум рядов зацепления и обеспечивают ему ту частоту вращения, которая позволит привести во вращение шпиндель, не вошедший в типовой «пучок» (рис. 33).

При проектировании передачи в «пучке» необходимо постоянное выполнение условий пространственной совместности как конструктивных элементов этого «пучка», так и всех конструктивных элементов, находящихся в непосредственной близости с ним.

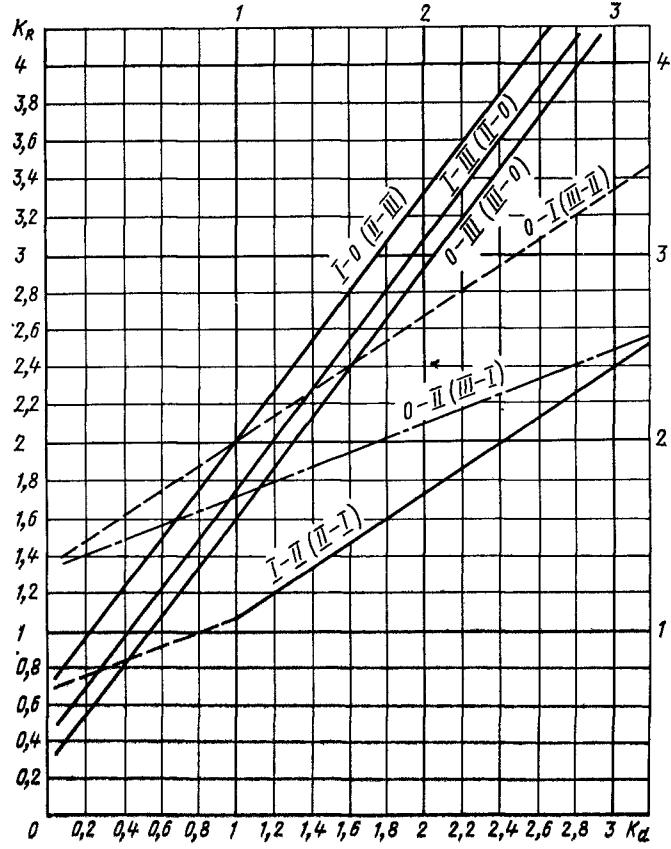


Рис. 35. Графики для определения коэффициента реакции

В процессе проектирования производят проверочные расчеты наиболее нагруженных валов. Принимая во внимание, что в шпиндельных коробках серии УНЕ в качестве опор промежуточных валов служат шарикоподшипники легкой и средней серий, для ориентировочных расчетов достаточно производить расчет опор валов, пользуясь графиками, представленными на рис. 34 и 36.

На рис. 34 приведены графики для определения крутящего момента (в Н·м) по частоте вращения вала и передаваемой мощности.

На рис. 35 приведены графики для определения коэффициента реакции K_R . Каждая линия на графике обозначена двумя римскими цифрами: первая цифра — ряд, по которому вал приводится во вращение; вторая цифра — ряд, по которому отводится максимальная мощность. На оси абсцисс отложены значения отношений диа-

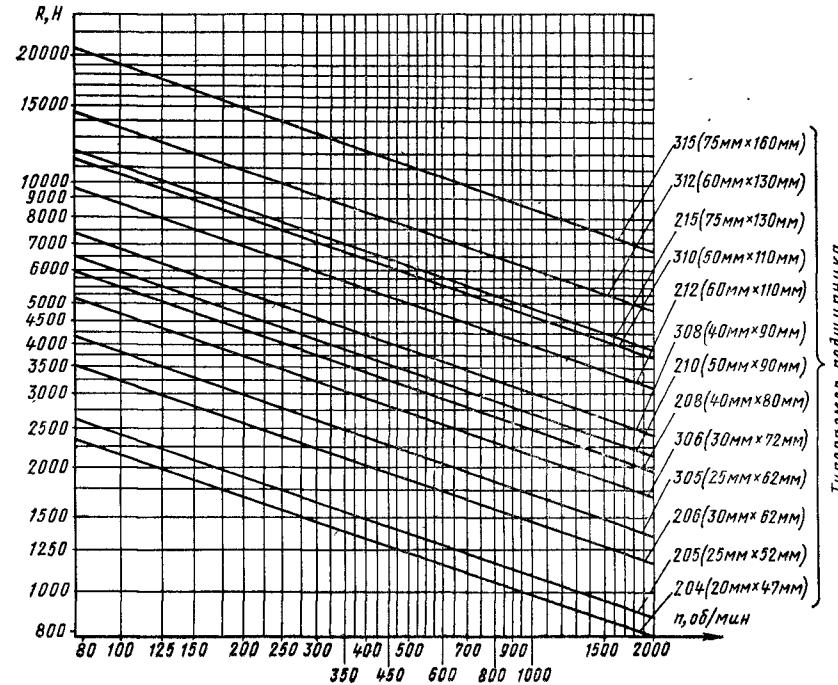


Рис. 36. Графики для выбора радиального подшипника

метров зубчатых колес, расположенных соответственно в плоскостях привода и отвода мощности:

$$K_d = \frac{D_{\text{пр}}}{D_{\text{отвода}}}.$$

Если привод и отвод мощности осуществляются в одной плоскости («паразитный вал»), то коэффициенты реакции имеют вполне определенные значения, не зависящие от диаметра колеса:

$$K_{R0} = 2,7; K_{R1} = 1,32; K_{R11} = 1,32; K_{R111} = 2,7.$$

Реакцию в опоре вала находят по формуле

$$R = \frac{2M_{\text{кр}}}{D_{\text{пр}}} K_R,$$

где $M_{\text{кр}}$ — крутящий момент, Н·м; $D_{\text{пр}}$ — диаметр зубчатого колеса в плоскости привода, м.

По найденному значению реакции в опоре и частоте вращения вала по графику на рис. 36 определяют необходимый типоразмер подшипника.

3. РАСЧЕТ КООРДИНАТ

По заданию на проектирование шпиндельной коробки и по данному «раскатки» в плоскости, представляющей собой фронтальную проекцию шпиндельной коробки, рассчитывают координаты центров шпинделей и промежуточных валов. Взаимное расположение осей шпинделей и промежуточных валов должно быть весьма точным, так как от этого зависит точность обработки на агрегатных станках, работоспособность зубчатых передач и кондукторных втулок. Все промежуточные расчеты ведут с точностью до шести знаков после запятой, а конечные результаты вносят в документацию с точностью до микрометра.

По условиям обработки корпусных деталей шпиндельных коробок на металлорежущих станках все координаты проставляют на рабочем чертеже в правосторонней системе координат от единой базы. Координаты центров шпинделей, промежуточных валов и вспомогательных точек могут быть заданы любым из способов задания точки на плоскости и, следовательно, задачу можно свести к нахождению координат искомых точек во вспомогательных системах и приведению их к единой системе отсчета.

Классификация и анализ наиболее характерных способов задания точек в шпиндельных коробках показали, что в них используются далеко не все способы задания точки на плоскости. Были выделены наиболее характерные схемы (рис. 37) задания точек в шпиндельных коробках, решающие общую задачу более чем на 99 %, что вполне достаточно для практической работы.

Схема 1: точка i задана декартовыми координатами во вспомогательной системе, оси которой параллельны осям основной системы, а координаты начальной точки N_1 заданы в основной системе.

Координаты искомой точки находят по формулам:

$$x_i = x_{N_1} + x';$$

$$y_i = y_{N_1} + y';$$

Схема 2: точка i задана декартовыми координатами во вспомогательной системе, оси которой повернуты по отношению к осям основной системы на некоторый угол φ . Координаты начальной точки N_1 вспомогательной системы заданы в основной системе.

Условимся, что в расчетах будем использовать угол поворота φ (только острый) со знаком плюс, если оси вспомогательной системы нужно повернуть до совмещения с направлением осей основной системы по часовой стрелке, и со знаком минус, если систему нужно повернуть против часовой стрелки. Тогда формулы пересчета коор-

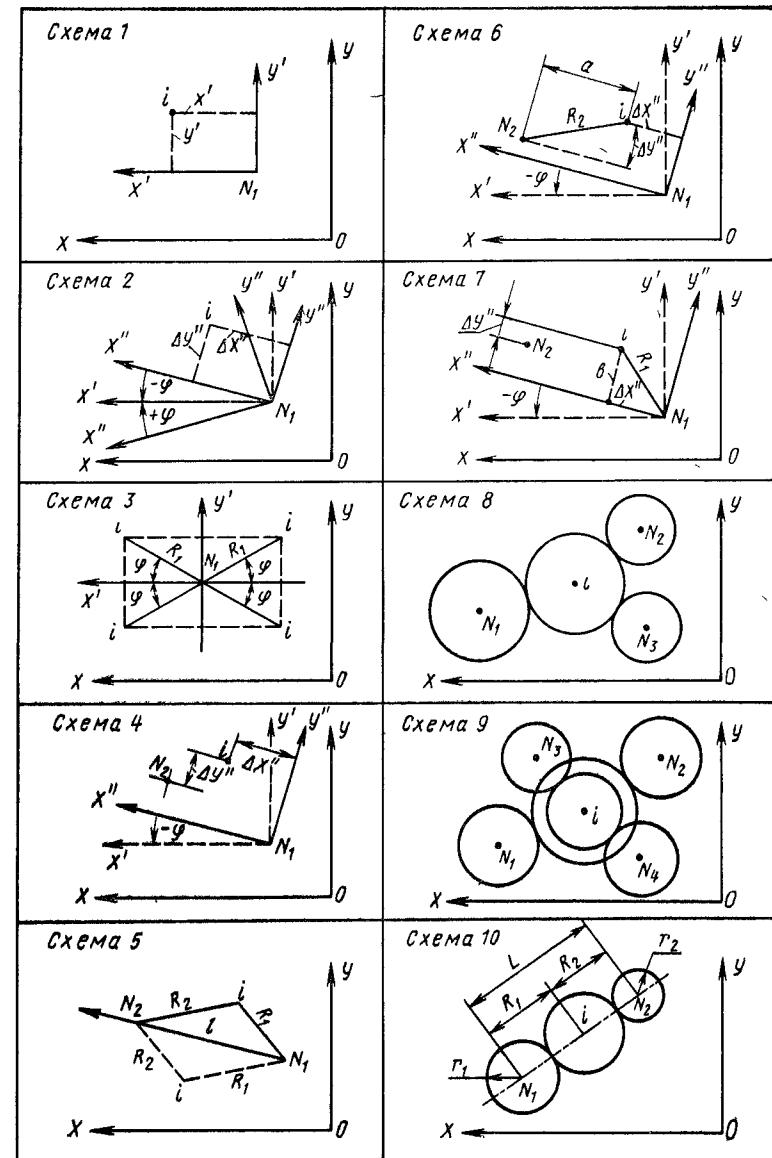


Рис. 37. Схемы расчета координат

динат из вспомогательной системы $x''N_1y''$ во вспомогательную систему $x'N_1y'$ будут выглядеть следующим образом:

$$x_1 = \Delta x'' \cos \varphi + \Delta y'' \sin \varphi;$$

$$y_1 = \Delta y'' \cos \varphi + \Delta x'' \sin \varphi.$$

Таким образом, решение по схеме 2 сводится к решению по схеме 1.

Схема 3: точка i задана полярными координатами во вспомогательной системе, оси которой параллельны осям основной системы, от точки N_1 , заданной в основной системе.

Координаты искомой точки во вспомогательной системе находят по формулам:

$$x' = R_1 \cos \varphi;$$

$$y' = R_1 \sin \varphi.$$

Таким образом, решение по схеме 3 сводится к решению по схеме 1.

Схема 4: точка i задана декартовыми координатами во вспомогательной системе, оси которой повернуты по отношению к осям основной системы на некоторый угол φ , от двух других точек N_1 и N_2 , заданных в основной системе координат. Для того чтобы решение по этой схеме свести к решению по схеме 2, необходимо определить разность ординат точек i и N_2 в системе $x''N_1y''$:

$$\Delta y'' = (y_{N_2} - y_{N_1}) \cos \varphi + (x_{N_2} - x_{N_1}) \sin \varphi + \Delta y.$$

Схема 5: точка i задана двумя радиусами R_1 и R_2 от двух других точек N_1 и N_2 , заданных в основной системе координат. Построим вспомогательную систему $x''N_1y''$ таким образом, чтобы ось N_1x'' проходила через известные точки N_1 и N_2 от N_1 к N_2 , причем направление вектора N_1x'' должно быть таким, чтобы искомая точка i находилась по правую сторону при движении от точки N_1 к точке N_2 . Отрезок N_1N_2 обозначим через l . Тогда координаты точки i во вспомогательной системе $x''N_1y''$ выражаются следующим образом:

$$\Delta x'' = \frac{R_1^2 + l^2 - R_2^2}{2l}; \quad \sin \varphi = \frac{y_{N_1} - y_{N_2}}{l};$$

$$\Delta y'' = \sqrt{R_1^2 - (\Delta x'')^2}; \quad \cos \varphi = \frac{x_{N_1} - x_{N_2}}{l}; \quad l^2 = (x_{N_1} - x_{N_2})^2 + (y_{N_1} - y_{N_2})^2.$$

Решение по схеме 5 свелось к решению по схеме 2.

Схема 6: точка i задана разностью абсцисс с точкой N_1 и радиусом R_2 от точки N_2 во вспомогательной системе, оси которой повернуты по отношению к осям основной системы на некоторый угол φ . Координаты точек N_1 и N_2 заданы в основной системе. Этот случай можно привести к решению по схеме 4. Для этого необходимо определить разность ординат точек i и N_2 ($\Delta y''$) в системе $x''N_1y''$. Разность абсцисс точек N_2 и i в системе $x''N_1y''$ обозначим a , тогда

$$\Delta y'' = \pm \sqrt{R_2^2 - a^2},$$

где

$$a = (x_{N_2} - x_{N_1}) \cos \varphi - (y_{N_2} - y_{N_1}) \sin \varphi - \Delta x''.$$

Схема 7: точка i задана разностью ординат с точкой N_2 и радиусом R_1 от точки N_1 во вспомогательной системе, оси которой повернуты по отношению к осям основной системы на некоторый угол φ . Координаты точек N_1 и N_2 заданы в основной системе. Этот случай

можно привести к решению по схеме 4. Для этого необходимо определить разность абсцисс точек N_1 и i ($\Delta x''$) в системе $x''N_1y''$. Разность ординат точек N_1 и i в системе $x''N_1y''$ обозначим b , тогда

$$\Delta x'' = \pm \sqrt{R_1^2 - b^2},$$

где

$$b = (y_{N_2} - y_{N_1}) \cos \varphi + (x_{N_2} - x_{N_1}) \sin \varphi + \Delta y''.$$

Схема 8: точка i задана от трех других точек, заданных в базовой системе. Рассматриваются два возможных случая:

А. Известен радиус зубчатого колеса точки i , радиусы колес базовых точек не заданы, но известно, что они одинаковы.

Б. Радиус колеса точки i не задан, но известны радиусы колес базовых точек.

Введем обозначения:

$$k = x_{N_3} - x_{N_1}; \quad n = y_{N_3} - y_{N_1}; \quad m = y_{N_2} - y_{N_1}; \quad l = x_{N_2} - x_{N_1}.$$

Тогда

$$a' = n^2 + k^2; \quad b' = l^2 + m^2; \quad c = km - nl.$$

Найдем координаты точки i во вспомогательной системе $x'N_1y'$. Для случая А:

$$x' = \frac{ma' - nb'}{2c}; \quad y' = \frac{kb' - al}{2c}.$$

Для случая Б:

$$a = a' + r_1^2 - r_3^2; \quad b = b' + r_1^2 - r_2^2;$$

$$A = \frac{kb - la}{2c}; \quad B = \frac{ma - nb}{2c};$$

$$D = \frac{k(r_1 - r_3) - l(r_1 - r_2)}{c};$$

$$E = \frac{m(r_1 - r_3) - n(r_1 - r_2)}{c}; \quad N = 1 - D^2 - E^2;$$

$$M = r_1 - AD - BE; \quad F = A^2 + B^2 - r_1^2;$$

$$R = \frac{\sqrt{M^2 + NF - M}}{N}; \quad x' = B + ER; \quad y' = A + DR.$$

Координаты x' и y' рассчитаны от точки N_1 в системе координат $x'N_1y'$, оси которой параллельны осям базовой системы.

Схема 9: точка i попарно связана с двумя парами других точек.

Введем обозначения:

$$A1x = x_1 + x_2; \quad A1y = y_1 + y_2; \quad B1x = x_2 - x_1; \quad B1y = y_2 - y_1;$$

$$A2x = x_3 + x_4; \quad A2y = y_3 + y_4; \quad B2x = x_4 - x_3; \quad B2y = y_4 - y_3;$$

$$ZH = B2x_c \cdot B1y - B1x_c \cdot B2y.$$

Тогда

$$x_i = \frac{B1y \cdot B2y (A2y - A1y) - A1x \cdot B1x \cdot B2y + A2x \cdot B2x \cdot B1y}{2ZH}.$$

Если $B1y \neq 0$, то $y_i = \frac{A1y}{2} - \frac{B1x}{B1y} \left(x - \frac{A1x}{2} \right)$;

если $B1y = 0$, то $y_i = \frac{A2y}{2} - \frac{B2x}{B2y} \left(x - \frac{A2x}{2} \right)$.

Схема 10: точка i лежит на одной прямой между двумя другими точками N_1 и N_2 .

Так как $r_1 = \frac{z_1 + 2\xi_1}{2} m_1$; $r_2 = \frac{z_2 + 2\xi_2}{2} m_2$;

$$L = \sqrt{(x_{N_1} - x_{N_2})^2 + (y_{N_1} - y_{N_2})^2};$$

$$R_1 = \frac{L + r_1 - r_2}{2}; \quad R_2 = \frac{L + r_2 - r_1}{2},$$

где ξ_1 и ξ_2 — коэффициенты коррекции зубчатых колес, то решение свелось к решению по схеме 5.

При расчете координат встречаются случаи, когда невозможно рассчитать расстояния (радиусы) от базовых точек вследствие того, что они определяются по корrigированным колесам. Параметры этих колес определяются при расчете координат, когда становятся известны координаты ведомого и ведущего валов, на одном из которых установлено корrigированное колесо. Расчет параметров производят по следующим зависимостям:

$$L = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2};$$

$$z' = \frac{2L}{m_j} - (z_j + 2\xi_j); \quad z_i = (z'_i + 0,5).$$

От полученного значения z_i берут целую часть:

$$\xi_i = \frac{z'_i - z_i}{2}.$$

В этих зависимостях: L — межцентровое расстояние между ведомой и ведущей точками, мм; z' — число зубьев корrigированного колеса с дробной частью; z_i ; x_i ; y_i ; ξ_i для вала, на котором определяются параметры корrigированного колеса, соответственно — число зубьев колеса, координаты (в мм), коэффициент коррекции; z_j ; m_j ; ξ_j ; x_j ; y_j для сопряженного вала соответственно — число зубьев колеса, модуль зацепления, коэффициент коррекции, координаты точки.

В том случае, когда величина коэффициента коррекции не превышает 0,005 мм, корректирование колеса производить не следует.

Радиусы в расчетных схемах, значения которых определяются зубчатым зацеплением, находят по формуле

$$R = 0,5m(z_i + z_j + 2\xi_i + 2\xi_j).$$

4. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ШПИНДЕЛЬНЫХ КОРОБОК

1. По нормам расчетное число оборотов шпинделей, указанное в задании на проектирование шпиндельной коробки, не должно отличаться от номинала более чем на 5 %. Поэтому необходимо сравнить действительное число оборотов с расчетным, что является одновременно и контролем правильности «раскатки»:

$$\left| 1 - \frac{n_{di}}{n_{pi}} \right| \leq 0,05,$$

где n_{di} ; n_{pi} — соответственно действительная и расчетная частоты вращения;

$$n_{di} = -n_j \frac{z_j}{z_i},$$

где n_j — частота вращения ведущего вала; z_j ; z_i — соответственно числа зубьев ведущего и ведомого колес

2. Расчет мощности холостого хода кинематической цепи производится с целью определения действительных нагрузок, действующих на нагруженные элементы шпиндельной коробки. Пренебрежение этим расчетом может привести к серьезным ошибкам, так как большая насыщенность шпиндельной коробки валами, опорами и зубчатыми парами предполагает довольно большие потери мощности, доходящие в некоторых случаях до 30...40 % от мощности установленного электродвигателя.

Потери мощности в приводе шпиндельной коробки в основном слагаются из:

1) потерь на трение рабочих поверхностей кинематических пар — подшипников и зубчатых передач;

2) потерь на разбрзгивание и размешивание масла.

Кроме того, потери мощности можно разделить на:

a) постоянные потери или потери холостого хода, практически не зависящие от полезной нагрузки и определяемые для данного привода в основном частотой вращения вала, вязкостью масла и массой вращающихся частей;

б) переменные или нагрузочные потери, вызываемые полезной нагрузкой (силами резания) и примерно пропорциональные ей в диапазоне допустимых нагрузок.

Как известно, КПД привода может быть определен как произведение КПД его элементов при их последовательном соединении, которое мы имеем в шпиндельной коробке, т. е.

$$\eta = \eta_{zp}^a \eta_{pk}^b,$$

где η_{zp} ; η_{pk} — соответственно КПД зубчатой передачи и подшипника; a ; b — соответственно число зубчатых передач и число подшипников качения.

Потери мощности при холостом вращении привода, слагающиеся из постоянных и нагрузочных потерь в подшипниках и передачах

от нагружения их весом вращающихся частей и моментами трения последующих валов (в направлении от привода к шпинделю), можно определить по следующей полуэмпирической формуле (дана для расчета мощности одного вала, мощность холостого хода всего привода определяется как сумма мощностей холостых ходов валов и шпинделей, входящих в кинематическую цепь):

$$P_x = \frac{kd}{10^6} n,$$

где k — коэффициент, равный для валов 3...5, причем меньшее значение принимают при совершенной системе смазки, высоком качестве сборки, хорошей приработке (принимаем $k = 4$); d — диаметр вала или шпинделя, мм; n — частота вращения вала или шпинделя, об/мин.

При расчете мощности на шпинделе следует учесть то обстоятельство, что действительная частота вращения шпинделей может отличаться от номинальной в пределах $\pm 5\%$. Поэтому в первую очередь следует пересчитать номинальную мощность на шпинделе $P_d = \frac{P_p n_d}{n_p}$, затем вычислить мощность холостого хода на шпинделе P_x . Тогда расчетная мощность на шпинделе определится по формуле

$$P = \frac{P_d + P_x}{\eta_{\text{зп}} \eta_{\text{пп}}^5}.$$

Степень 5 при $\eta_{\text{пп}}$ указывает на число пар подшипников в унифицированной сборочной единице шпинделя.

Если вал кинематической цепи имеет более двух контактов, т. е. имеет место разветвленная кинематическая цепь, то расчет передаваемой мощности обладает некоторыми особенностями. Рассмотрим следующий пример: допустим вал 4 (рис. 38, а) является ведущим для валов 1, 2, 3 и сам приводится от вала 5 по III ряду. Тогда мощность, передаваемую валом 4, можно определить следующим образом:

$$P_4^{\text{III}} = \frac{P_1^{\text{III}} + P_2^{\text{I}} + P_3^{\text{II}} + P_{x4}}{\eta_{\text{зп}} \eta_{\text{пп}}^2}$$

где P_1^{III} ; P_2^{I} ; P_3^{II} — мощности соответственно на валах 1, 2, 3 с учетом мощности холостого хода на них. Индексы I, II, III при мощностях показывают ряд приложения мощности; P_{x4} — мощность холостого хода вала 4.

В общем виде это можно выразить следующим образом: мощность, передаваемая промежуточным валом, находится в плоскости ряда, по которому вал приводится во вращение, и равна отношению суммы мощностей на ведомых валах к произведению средних значений $\eta_{\text{зп}}$ и $\eta_{\text{пп}}$. В расчетах средние значения КПД приняты: $\eta_{\text{зп}} = 0,993$; $\eta_{\text{пп}} = 0,999$.

3. Расчет на прочность, жесткость и долговечность шпинделя, вала и их опор, а также шпоночных соединений основан на работах [1; 8; 9].

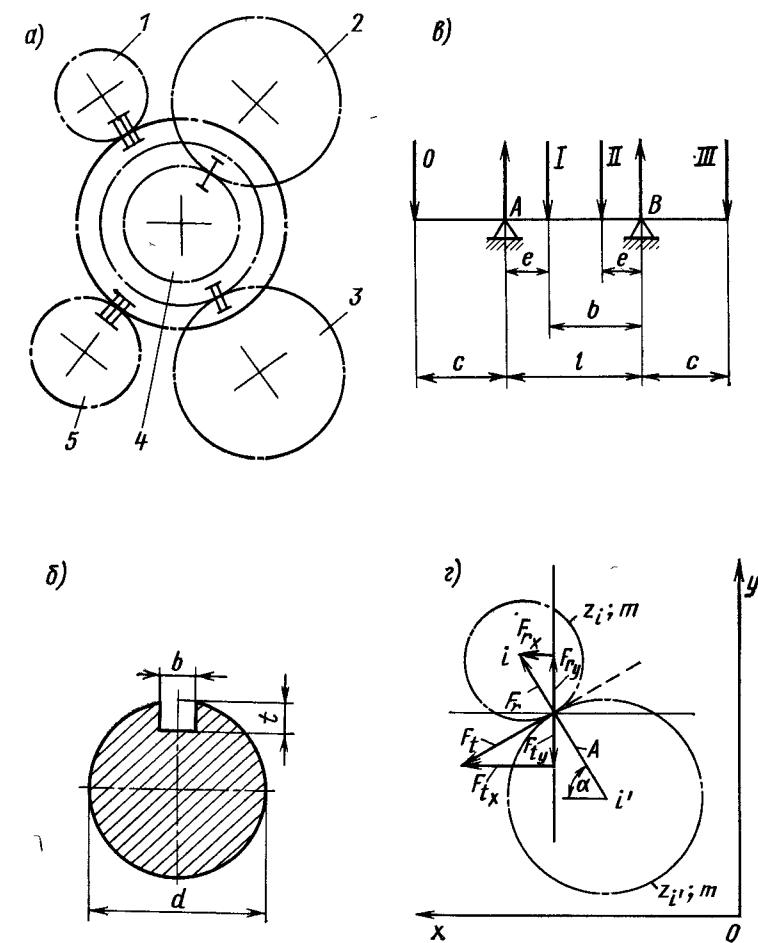


Рис. 38. Данные к силовому расчету:
а — схема вала, имеющего несколько контактов; б — расчетное поперечное сечение вала;
в — общий случай нагружения вала, г — схема действия сил в зубчатом зацеплении

Проверку диаметра вала (шпинделя) на прочность производим по формулам:

$$[\sigma_u] < \sigma; \quad \sigma = \frac{M_E}{W},$$

где $[\sigma_u]$ — допускаемое напряжение изгиба, Н/мм². Так как расчет ведется по номинальным моментам без учета коэффициентов перегрузки, но с заниженным значением допускаемого напряжения, то

для стали 40Х, закаленной до HRC 40...45, допускаемое напряжение можно принять 80 Н/мм²; M_E — эквивалентный момент, Н·м. По теории прочности максимальных касательных напряжений $M_E = \sqrt{M^2 + T^2}$ — момент сопротивления поперечного сечения вала (рис. 38, б), мм³, определяется по формуле

$$W = \frac{\pi d^3}{32} - \left[\frac{bt^3}{6d} + \frac{bt(d-t)^2}{2d} \right].$$

Так как диаметры валов и шпинделей унифицированы, то значения момента сопротивления можно рассчитать заранее:

$d, \text{мм}$	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75
$W, \text{мм}^3$	267	639	1245	2283	3353	5347	7586	10717	18201	36780

Если расчет не удовлетворяет условию $[\sigma_n] \ll \sigma$, то следует произвести проверку вала на выносливость. Но так как мы не преследуем цели полного использования ресурсов вала, то уточненный расчет на выносливость не производим, а по известному номинальному напряжению в опасном сечении отсеиваем случаи, в которых условия выносливости заведомо удовлетворяются, т. е.

$$\sigma_n \leq \frac{\varepsilon \sigma_{-1}}{k_\sigma n},$$

где ε — масштабный фактор; σ_{-1} — предел выносливости материала на изгиб при знакопеременном симметричном цикле, Н/мм² (для стали 40Х равен 550 Н/мм²); k_σ — эффективный коэффициент концентрации напряжений (для вала со шпоночным пазом $k_\sigma = 2,3$); $n = 2$ — коэффициент запаса прочности по усталости.

Если не удовлетворяется это условие, то расчет диаметра вала производят по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_E}{3,14 [\sigma]}}.$$

Для осуществления контроля вала по условию $[\sigma_n] \ll \sigma$ необходимо определить изгибающие и крутящие моменты в плоскостях действия сил или иначе — в плоскостях расположения зубчатых колес и в местах приложения опорных реакций. Рассмотрим общий случай нагружения вала (рис. 38, в) и определим опорные реакции и изгибающие моменты: опорная реакция ближней к нулевому ряду опоры определяется из следующей зависимости:

$$A = \frac{F_0(l+c) + F_1b + F_2e - F_3c}{l},$$

где F_0, F_1, F_2, F_3 — усилия, действующие на вал в рядах 0; I; II и III соответственно.

Величина реакции опоры B :

$$B = -(F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + A).$$

Изгибающие моменты в плоскостях расположения первого и второго рядов, а также в опорах определяются по следующим зависимостям:

$$M_A = F_0c; M_B = F_3c;$$

$$M_1 = F_0(e+c) + Ae; M_2 = F_3(e+c) + Be.$$

Так как силы, приложенные к валу, могут быть расположены в различных плоскостях (причем все четыре силы могут располагаться в четырех различных плоскостях, наклоненных друг относительно друга под различными углами), то для приведения их к общей схеме нагружения необходимо все силы разложить на две взаимно перпендикулярные плоскости, т. е. определить их проекции на эти плоскости. Систему координат выбирают в плоскости расположения или зубчатого колеса, или опоры в зависимости от того, какую силу рассматривают, и параллельно базовой системе координат. Для вывода формул определения проекций сил, действующих на вал, воспользуемся рис. 38, г. В зубчатом зацеплении действуют две силы:

а) окружное усилие F , которое определяется зависимостью

$$F = \frac{T}{r},$$

где T — крутящий момент на валу, Н·мм, определяемый по формуле

$$T = 9743000 \frac{P}{n},$$

где P — мощность, кВт; n — частота вращения вала, об/мин; r — радиус зубчатого колеса, мм, определяемый по формуле

$$r = \frac{mz_k}{2},$$

в которой m ; z_k — соответственно модуль и число зубьев колеса;

б) тангенциальное усилие, значение которого при угле зацепления $\alpha = 20^\circ$ определяется зависимостью

$$F_r = F_t \operatorname{tg} 20^\circ.$$

Тогда проекции окружного и тангенциального усилий на оси x и y можно выразить следующим образом:

$$F_{r_x} = F_r \cos \gamma; F_{t_x} = F_t \sin \gamma;$$

$$F_{r_y} = F_r \sin \gamma; F_{t_y} = F_t \cos \gamma.$$

В свою очередь

$$\cos \gamma = \frac{x_i - x_{i'}}{a}; \sin \gamma = \frac{y_i - y_{i'}}{a},$$

где a — межцентровое расстояние, мм:

$$a = m \left(\frac{z_i + z_{i'}}{2} \right),$$

где $z_i; z_{i'}$ — числа зубьев зубчатых колес, находящихся в контакте.

Предположим, что вал i является ведущим по отношению к валу i' , тогда силы F_t и F_r для вала i примут направление, показанное на рис. 38, g (вал вращается против часовой стрелки). Проекции Q от сил F_t и F_r можно определить по следующей обобщенной зависимости для ведущих валов:

$$Q_x = \left| \frac{F}{a} \right| [0,36397(x_i - x_{i'}) \pm (y_i - y_{i'})];$$

$$Q_y = \left| \frac{F}{a} \right| [0,36397(y_i - y_{i'}) \pm (x_i - x_{i'})].$$

Знак «+» в формулах берут, если вал вращается против часовой стрелки, «—» — по часовой стрелке.

Суммарные проекции усилий и реакций от всех сил, действующих на вал, определяют последовательным сложением проекций от сил, действующих в зацеплениях, по принципу независимости действия сил.

Прежде чем перейти к нахождению крутящих моментов, действующих на вал, необходимо определить единичные крутящие моменты от нагрузки, приложенной к зубчатому колесу (T'). Они определяются по зависимости $T = 9743000 \frac{P}{n}$, но значение мощности, входящей в эту формулу, для ведомого колеса может отличаться от определенной на нем ранее мощности и находится по зависимости

$$P_i = P - \sum P'_i,$$

где P — мощность на ведомом колесе (полная мощность на валу), кВт; $\sum P'_i$ — сумма мощностей всех отводов, лежащих в плоскости ведомого колеса.

Крутящие моменты, действующие на консолях и в опорах вала, определяются по следующим зависимостям:

$$T_A = T_0 = T'_0; T_B = T_{III} = T'_{III}.$$

Крутящие моменты, действующие в плоскости первого или второго рядов, зависят от того, по какому ряду приводится вал во вращение:

— вал приводится по нулевому ряду: $T_1 = T'_1, T_{II} = T'_{II} + T'_{III}$;

— вал приводится по I ряду: $T_1 = T'_0 + T'_1, T_{II} = T'_{II} + T'_{III}$;

— вал приводится по II ряду: $T_1 = T'_0 + T'_1, T_{II} = T'_{II}$;

— вал приводится по III ряду: $T_1 = T'_0 + T'_1, T_{II} = T'_0 + T'_1 + T'_{III}$.

Для удовлетворительной работы узла необходимо осуществить проверку валов и шпинделей на жесткость. Максимально допустимый прогиб шпинделей определяется, в основном, допустимым биением торца шпинделя и для шпиндельных коробок может быть принят $[y] = 0,015$ мм. Максимально допустимый прогиб вала определяется влиянием прогиба на работоспособность зубчатых колес и может быть принят $[y] = 0,01m$ (m — модуль зацепления) или усредненно $[y] = 0,025$ мм.

По методу начальных параметров запишем уравнения прогибов в общем виде (рис. 38, e):

$$EJy = EJy_0 + \sum J\theta_0 x + \sum \frac{Q(x - l_0)^3}{6},$$

где y — прогиб под текущей координатой x , мм; y_0 , θ_0 — прогиб, мм, и угол поворота, град, сечения в начале координат (левый конец вала); x — текущая координата, мм; l_0 — расстояние от начала отсчета до места приложения силы, мм; E — модуль упругости, равный $2,1 \times 10^5$ Н/мм²; J — момент инерции сечения вала, мм⁴, определяемый по формуле

$$J = \frac{3,14d^4}{64},$$

в которой d — диаметр вала, мм.

Начальные параметры y_0 и θ_0 определяются из условия, что прогибы на опорах равны нулю. Решив это уравнение для общей схемы нагружения вала, получим следующие зависимости:

— прогиб под нулевым рядом

$$y_0 = \frac{F_0 c^2 (l + c)}{3EJ} - \frac{F_1 ebc (l + b)}{6EJl} - \frac{F_2 ebc (l + e)}{6EJl} + \frac{F_3 c^2 l}{6EJ},$$

— прогиб под I рядом

$$y_1 = \frac{F_0 ebc (l + b)}{6EJ} + \frac{F_1 e^2 b^2}{3EJl} + \frac{F_2 e^2 (b^2 + 2ab - e^2)}{6EJl} - \frac{F_3 e c (l^2 - e^2)}{6EJl},$$

— прогиб под II рядом

$$y_{II} = -\frac{F_0 e c (l^2 - e^2)}{6EJl} + \frac{F_1 e^2 (b^2 + 2eb - e^2)}{6EJl} + \frac{F_2 e^2 b^2}{3EJl} - \frac{F_3 ebc (l + c)}{6EJl},$$

— прогиб под III рядом

$$y_{III} = \frac{F_0 l c^2}{6EJ} - \frac{F_1 ebc (l + e)}{6EJl} - \frac{F_2 ebc (l + b)}{6EJl} + \frac{F_3 c^2 (l + c)}{3EJ}.$$

Из полученных значений прогибов следует выбрать большее и проверить, удовлетворяет ли оно условию:

$$y \ll [y].$$

Если это условие не выдерживается, то необходимо определить диаметр вала, исходя из того, чтобы максимальный прогиб вала был равен допустимому.

4. Расчет на контактную выносливость и выносливость при изгибе зубьев некорригированных прямозубых зубчатых колес (ГОСТ 21354—75).

Расчетное контактное напряжение в полюсе зацепления σ_H , Н/мм², определяется по формуле

$$\sigma_H = \frac{1873500}{d_w} \sqrt{\frac{P}{b_{w\eta}} K_{H\beta} K_{H\nu}}$$

и должно удовлетворять условию $\sigma_H \ll \sigma_{HP}$ (σ_{HP} — допускаемое контактное напряжение, Н/мм²). Здесь d_w — начальный диаметр шестерни, мм ($d_w = mz$, где m — модуль зацепления, мм, z — число зубьев шестерни); P — передаваемая колесом мощность, кВт; n — частота вращения шестерни, об/мин; b_w — рабочая ширина венца, мм; $K_{H\beta}$ — коэффициент неравномерности распределения нагрузки между зубьями. Для колес, расположенных на консолях,

$$K_{H\beta} = 1 + 1,1 \frac{b_w}{d_w}; \text{ для колес, расположенных между опорами, } K_{H\beta} = 1 + 0,3 \frac{b_w}{d_w}; K_{Hv}$$

— коэффициент динамической нагрузки, возникающей в зацеплении:

$$K_{Hv} = 1 + \frac{w_{Hv} b_w}{F_t K_{H\beta}},$$

где F_t — исходная расчетная окружная сила, Н; w_{Hv} — удельная окружная динамическая сила, Н/мм:

$$w_{Hv} = 0,07v \sqrt{\frac{a}{u}}.$$

Здесь v — окружная скорость на колесе, м/с:

$$v = \frac{\pi d_w n}{60000};$$

a — делительное межосевое расстояние; u — передаточное число.

Для зубчатых колес из стали 40Х с поверхностью закалкой зубьев до твердости HRC 45..50 с учетом принятого числа часов работы зубчатого колеса (20 000 ч) и условий работы шпиндельных узлов допускаемое контактное напряжение (σ_{HP}) может быть принято равным 1000 Н/мм².

Расчетное напряжение изгиба зубьев σ_F , Н/мм², определяется по формуле

$$\sigma_r = \frac{1,95 \cdot 10^7 P K_{F\beta} K_{Fv} Y_F}{nb_w d_w m}$$

и должно удовлетворять условию $\sigma_F \ll \sigma_{FP}$ (σ_{FP} — допускаемое напряжение изгиба зубьев, Н/мм²). Здесь $K_{F\beta}$ — коэффициент неравномерности распределения нагрузки по длине контактных линий.

Для колес, расположенных на консолях, $K_{F\beta} = 1 + 1,75 \frac{b_w}{d_w}$; для колес, расположенных между опорами, $K_{F\beta} = 1 + 0,5 \frac{b_w}{d_w}$; K_{Fv} — коэффициент динамической нагрузки, возникающей в зацеплении

$$K_{Fv} = 1 + \frac{w_{Fv} b_w}{K_{F\beta} F_t},$$

где w_{Fv} — удельная окружная динамическая сила:

$$w_{Fv} = 0,08v \sqrt{\frac{a}{u}},$$

Y_F — коэффициент, учитывающий форму зуба:

$$Y_F = \frac{130 - \sqrt{194z' - (z')^2 - 2520}}{68} + 2,9,$$

где $z' = (\lg z - 1) 100$.

По условиям работы шпиндельных коробок допускаемое напряжение изгиба зубьев σ_{FP} может быть принято равным 400 Н/мм².

При расчете зубчатых колес шпиндельных коробок нет необходимости рассчитывать абсолютно все колеса, входящие в данную коробку. Можно ограничиться лишь проверкой колес, являющихся ведущими. Действительно, как правило, ведущее колесо меньше ведомого и находится под большей или равной нагрузкой. Может возникнуть сомнение, будет ли справедливо это рассуждение в том случае, когда ведомое колесо имеет больше контактов при равной нагрузке? Но тогда, естественно, это колесо является ведущим по отношению к другим колесам и, следовательно, будет рассчитано.

5. Рассчет шпоночного соединения. Шпонка вала проверяется на смятие по крутящему моменту, действующему в проверяемом сечении:

$$T \ll [T]; [T] = 0,5dkl [\sigma],$$

где k — высота шпонки, работающая на смятие, мм; l — длина шпонки, мм; $[\sigma]$ — допускаемое напряжение смятия, равное 200 Н/мм².

Так как элементы шпоночного соединения стандартизированы, то можно заранее вычислить значения допускаемых крутящих моментов для стандартного ряда диаметров валов.

6. Рассчет подшипников на долговечность. Динамическая нагрузка на подшипники определяется следующей зависимостью:

$$P = R k_b k_t,$$

где R — реакция на наиболее нагруженной опоре; k_b — динамический коэффициент, коэффициент безопасности, учитывающий влияние динамических условий работы на долговечность подшипника; по условиям работы подшипников в шпиндельной коробке может быть принят равным 1,2; k_t — коэффициент, учитывающий влияние на долговечность подшипника температурного режима работы; принимаем $k_t = 1,05$.

Номинальная долговечность подшипника

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3,$$

где C — динамическая грузоподъемность подшипника. Долговечность подшипника в часах

$$L_h = \frac{10^6 L}{60n},$$

где n — частота вращения внутреннего кольца подшипника, об/мин.

5. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ШПИНДЕЛЬНОЙ КОРОБКИ

Чертеж общего вида (лист 60) представляет собой фронтальную проекцию шпиндельной коробки с нанесенной на ней кинематической схемой. Центры осей шпинделей и валов имеют порядковую нумерацию. На чертеже указывают числа зубьев, модули и плоскости расположения зубчатых колес, наносят изображения маслоприборов (насоса, маслораспределителя, пробки слива, угольника для залива и глазка уровня масла), труб маслопроводов. Условно показывают щитки, ограждающие зубчатые колеса, расположенные в нулевом ряду. Щитки располагают так, чтобы исключить попадание разбрасываемого колесами масла на шпинNELи. В коробках горизонтального исполнения на фронтальной проекции показывают лотки, установленные в корпусе и предназначенные для смазывания зубчатых колес, расположенных в I и II рядах, а также лотки, устанавливаемые над упорными подшипниками шпинделей и предназначенные для их смазывания.

Разводка маслопроводных труб на чертеже не показывается и производится по месту при сборке. На сборочном чертеже показывают часть трубы в месте подвода смазки и ставят ее порядковый номер, соответствующий номеру трубы, выходящей из маслораспределителя. При большом числе точек смазывания устанавливают промежуточные маслораспределители.

В шпиндельных коробках вертикального исполнения указывают переливные отверстия в корпусе, которые располагают таким образом, чтобы стекающее через них масло попадало на зубчатые колеса в I и II рядах.

В шпиндельных коробках горизонтального исполнения для сообщения между собой внутренних полостей в корпусе выполняют несколько сквозных отверстий диаметром 40 мм, которые располагают в зоне окна нижней стенки корпуса.

Для разводки маслопроводных труб и облегчения монтажа маслораспределителя на уровне его оси и на расстоянии 150...300 мм от боковой стенки, на которой он установлен, выполняют сквозное отверстие диаметром 60 мм. Если насос установлен на передней стенке корпуса, то в стенке передней крышки выполняют отверстие диаметром 130 мм, центр которого находится на оси нагнетающего патрубка насоса имещен относительно центра насоса на 20 мм в сторону патрубка. Отверстие закрывается крышкой и служит для демонтажа насоса при его ремонте.

При наличии в шпиндельной коробке направляющих втулок и кронштейнов для штанг кондукторных плит их изображение наносят на фронтальной проекции. Их центры, а также центры отверстий, не относящихся к кинематике, обозначают порядковыми номерами.

В сверлильно-резьбонарезных и резьбонарезных коробках изображают счетный механизм и приводящий его во вращение червяч-

ный вал. В резьбонарезных коробках, кроме того, чертят фронтальную проекцию резьбонарезной приставки.

Для упрощения графики при вычерчивании общего вида используются условные изображения комплектующих элементов. Так, например, шпиндель изображается двумя концентрическими окружностями; вал проворота — шестигранником, вписанным в окружность; привод — прямоугольником; зубчатое колесо — делительной окружностью и т. д. При этом видимые элементы изображаются сплошной контурной линией, а невидимые — сплошной тонкой линией, делительные окружности — штрихпунктирной линией.

На чертеже общего вида помещают также боковой вид шпиндельной коробки, на котором показывают габаритные размеры привода и размеры корпусных деталей, помещают таблицу (лист 60, табл. 1) механической обработки корпусных деталей под узлы, устанавливаемые на боковых сторонах шпиндельной коробки, а также таблицу частот вращения шпинделей приводов, насоса и вала проворота (лист 60, табл. 2).

На втором листе чертежа общего вида помещают таблицу механической обработки корпусных деталей с техническими требованиями, таблицу состава комплектов шпинделей и валов и технические условия (примеры оформления таблиц приведены ниже).

Из приведенных примеров видно, что в таблице обработки корпусных деталей указывают координаты центров отверстий, номера которых нанесены на фронтальной проекции шпиндельной коробки. В графах таблицы для каждого отверстия корпуса, передней крышки и задней плиты указывают типы и параметры механической обработки. Так как шпиндельная коробка состоит из унифицированных элементов, то и обрабатываемые поверхности могут быть унифицированы и сведены в таблицу типов обработки, которая служит дополнением к проекту шпиндельной коробки. Каждому типу обработки присвоен порядковый номер (листы 61 и 62), который заносят в таблицу механической обработки корпусных деталей.

В таблицу состава комплектов шпинделей и валов заносят индексы комплектов шпинделей и валов, индексы и ряды расположения установленных на них зубчатых колес, индексы деталей шпинделей, валов, подшипников, входящих в данный комплект. Кроме того, указывают присоединительные размеры шпинделей — их внутренний диаметр и вылет.

Общий вид шпиндельной коробки является одновременно и чертежом механической обработки. Поэтому технические условия содержат требования к обработке и сборке. Ниже приведены технические условия для шпиндельной коробки, представленной на листе 60.

1. Расточки и подрезки по 1УМ3500.
2. Обработку в корпусных деталях резьбовых отверстий М6 — 6 шт., М8 — 10 шт., М20 — 4 шт. производить по типу 46 и отверстий \varnothing 2 мм — 20 шт. по типу 41 1УМ3500.

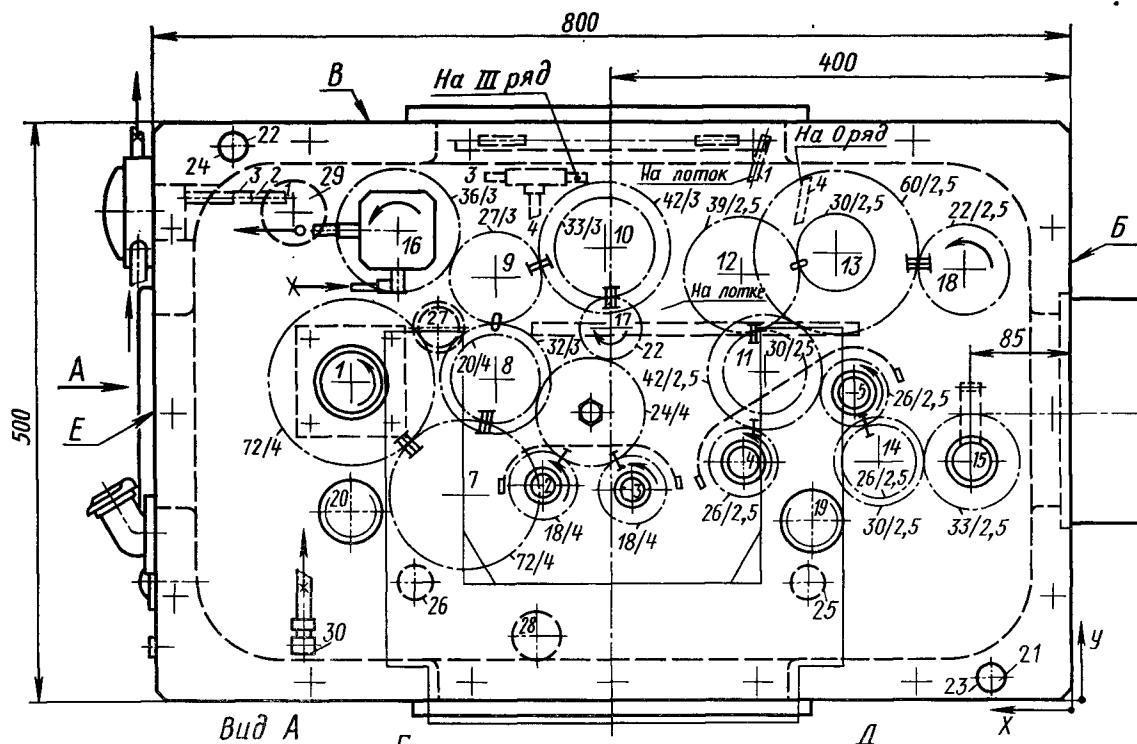
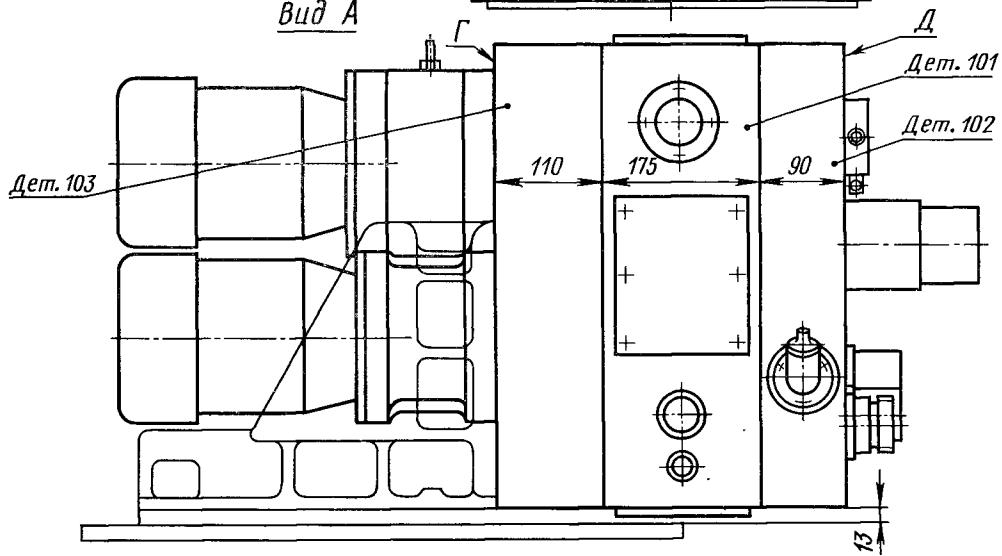


Таблица 2

Nº элемента (точки)	Частота вращения, об/мин
1	230
2	920
3	920
4	545
5	545
16	740
17	950
18	920

Таблица 1
Механическая обработка корпусных деталей

Деталь	Тип обработки	Размеры, мм			Сторона обрабатываемой детали	Установливаемые узлы или деталь
		у	L ₁	L ₂		
101	14	45			Б	Пробка слива
	13	100				Маслоуказатель
	12	420				Маслораспределитель
	22		140	200		Счетный механизм
102	18	50	200		В	Лоток
	37	140			Е	Угольник залива масла
103	23				Г	Угольник упорный УЕ3714

Пример оформления таблицы обработки корпусных деталей

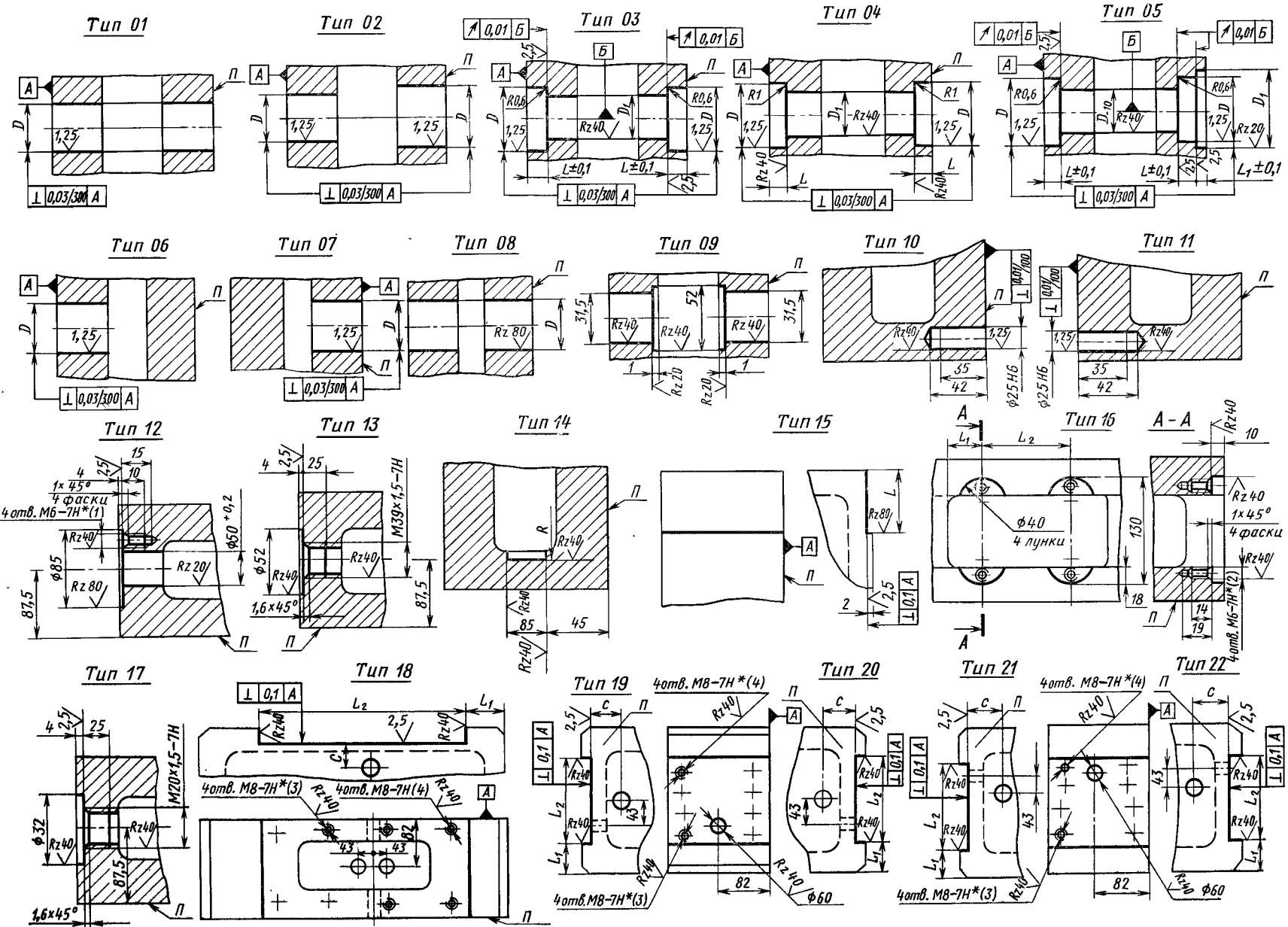
Размеры в мм

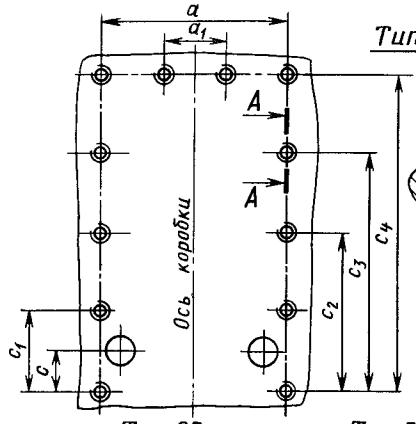
№ элемента	Координаты осей отверстий		Ось <i>j</i>	Расстояние <i>L</i> до оси <i>j</i>	Корпус дет. 101 Заготовка УНЕ3112-106						Крышка дет. 102 Заготовка УНЕ3112-306				Плита дет. 103 Заготовка УНЕ3112-206					
					Расточки					Подрезки 15	Расточки			Подрезки 45	Расточки			Подрезки 45		
	x	y			Тип	D	Пред. откл.	D ₁	L		Тип	D	D ₁	R	Тип	D	D ₁	R		
1	628,000	272,000	7	288,00	02	200H7		185H7			225H9									
2	460,000	184,000	6	84,00																
3	380,000	180,000	6	84,00																
4	234,000	204,000	11	85,00																
5	188,000	264,000	11	85,00																
6	420,000	252,000	8	84,00																
7	528,000	176,000	8	184,00																
8	500,000	276,000	9	90,00																
9	500,000	366,000	10	103,50	01	371J _s 6	+0,007 --0,004				24	36H9								
10	405,000	392,000	17	96,00		62	±0,01					45H9								
11	268,000	284,000	12	86,25		81J _s 7														
12	288,000	368,000	13	86,25		90J _s 7	±0,012													
13	204,000	388,000	18			80J _s 7	±0,01													
14	165,700	208,000	5	70,00		110J _s 7	±0,012													
15	87,000	208,000	14	78,75		52J _s 7	±0,01												80	
16	584,000	408,000	9	90,00		47	±0,008													
17	400,000	320,000				52	±0,01			60	29	45H7	90					24	230H7	
18	92,000	372,000																32	130H7	
19	224,000	156,000			02	80H7	±0,035	62H7			26	90H9								
20	628,000	160,000																		

№ элемента	Координаты осей отверстий	Ось <i>j</i>	Расстояние <i>L</i> до оси <i>j</i>	Корпус дет. 101 Заготовка УНЕ3112-106					Крышка дет. 102 Заготовка УНЕ3112-306				Плита дет. 103 Заготовка УНЕ3112-206						
				Расточки					Под- резки 15	Расточки			Под- резки 45	Расточки			Под- резки 45		
				Тип	<i>D</i>	Пред- откл.	<i>D</i> ₁	<i>L</i>		Тип	<i>D</i>	<i>D</i> ₁	<i>R</i>	Тип	<i>D</i>	<i>D</i> ₁	<i>R</i>		
21	70,000	18,000		10						35									
22	730,000	482,000		11										35					
23	70,000	18,000																	
24	730,000	482,000												33					
25	177,500	87,000																	
26	622,500	87,000																	
27	552,000	324,000		09	31,5		52	15											
28	468,000	60,000		08	40														
29	720,000	348,000			60														
30	668,000	50,000								42									
Предельные отклонения координат осей отверстий				№ элемента			Пред. откл.			№ элемента	Пред. откл.		№ элемента	Пред. откл.		№ элемента	Пред. откл.		
				1 ... 5			$\pm 0,007$			1 ... 6; 19; 20	$\pm 0,05$		17; 18; 23; 24	$\pm 0,01$					
				6 ... 16; 19 ... 24			$\pm 0,01$			16; 21; 22	$\pm 0,01$								
Овальность и конусообразность отверстий				1 ... 5			не более $1/4$ допуска на диаметр												
				6 ... 16			не более $1/2$ допуска на диаметр												
Взаимная непараллельность осей отверстий в горизонтальной и вертикальной плоскости на длине 300 мм				1 ... 5			0,025												
				6 ... 16			0,05												
Несоосность осей отверстий относительно общей оси				1 ... 5			не более 0,005												
				6 ... 16			не более 0,01												
Остальную обработку см табл. ... лист ...																			
После механической обработки маркировать				IAM0020-021.101						IAM0020-021.102				IAM0020-021.103					

Пример оформления таблицы состава комплектов шпинделей и валов

№ элемента	Индекс комплекта	Зубчатые колеса ряда				№ детали шпинделья или вала	Подшипники	Шпиндель	
		0	1	11	111			Внутренний диаметр	Вылет
1	1AM0020-21.1				301 4,0—72—80			60	275
2; 3	УНЕ3151-08		УНЕ3181.401-18 4,0—18—20				5-1000904 6-8104	20	135
4; 5	УНЕ3151-08		УНЕ3182.251-26 2,5—26—25				5-1000904 6-8104	20	135
6	УНЕ3163-21		УНЕ3183.401-24 4,0—24—30			УНЕ3191.423-01	50206		
7	УНЕ3165-03				УНЕ3185.401-72 4,0—72—40	УНЕ3191.415-02	50208		
8	УНЕ3165-17	УНЕ3185.301-32 3,0—32—40	УНЕ3185.401-20 40—20—40		УНЕ3185.401-20 4,0—20—40	УНЕ3191.415-03	50308		
9	УНЕ3165-04	УНЕ3185.301-27 3,0—27—40	УНЕ3185.301-27 3,0—27—40			УНЕ3191.415-02	50208		
10	УНЕ3167-04			УНЕ3187.301-42 3,0—42—50	УНЕ3187.301-33 3,0—33—50	УНЕ3191.417-02	50310		
11	УНЕ3162-02		УНЕ3182.251-42 2,5—42—25	УНЕ3182.251-30 2,5—30—25		УНЕ3191.412-01	50205		
12	УНЕ3162-04	УНЕ3182.251-39 2,5—39—25		УНЕ3182.251-39 2,5—39—25		УНЕ3191.412-02	50205		
13	УНЕ3162-06	УНЕ3182.251-30 2,5—30—25			УНЕ3182.251-60 2,5—60—25	УНЕ3191.412-03	50205		
14	УНЕ3162-02		УНЕ3182.251-28 2,5—26—25	УНЕ3182.251-30 2,5—30—25		УНЕ3191.412-01	50205		
15	УМ3119-01			1УМ3590.012-03 2,5—33—20		1УМ3590.012	50204		
16	УНЕ3176-11			УНЕ3182.301-36 3,0—36—25		УНЕ3178.031-01	50205		
17	Угольник упорный УЕ3714	Привод УНЕ3171-14 $P = 4$ кВт; $n = 950$ об/мин							
18	1УМ3530-01	Привод с электротормозом $P = 0,75$ кВт; $n = 920$ об/мин							
19; 20	УНЕ3172-01	Втулка направляющая							
27	УНЕ3174-031	Стяжка							
—	УНЕ3112-03	Литье шпиндельной коробки							
—	1УМ3501-02	Комплект изделий к шпиндельной коробке							
—	1УМ3503-21	Комплект смазочной системы							
—	1УМ3535	Счетный механизм							

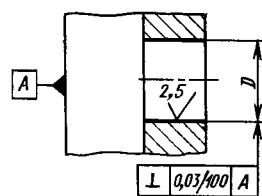




A-A

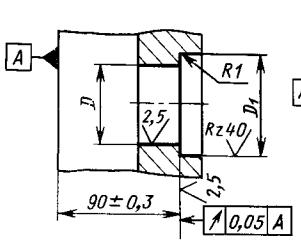
Обозначение угольника	<i>a</i> Номин	<i>a₁</i> Пред. откл.	<i>c</i> Номин	<i>c₁</i> Пред. откл.	<i>c₂</i> Номин	<i>c₃</i> Пред. откл.	<i>c₄</i> Номин	<i>d-7H</i> Пред. откл.	<i>t</i>	<i>t₁</i>	<i>c₅</i>
УЕ3711	250			40	88			164	M10	17	23
УЕ3712	280			50	90			180			1,6
УЕ3713	360			40	120			240	M12	22	29
УЕ3714	460	$\pm 0,25$		40	$\pm 0,25$	215	$\pm 0,25$	320	$\pm 0,25$		
УЕ3715	580		440	85	105	$\pm 0,25$		400	M16	32	40
УЕ3716	750		500	85	130	270		530		27	35
УЕ3717	950		640	85	175	355		700	M20	37	47
					175	350	525				2,5

Тип 24

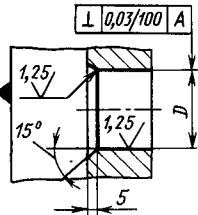


Тип 25

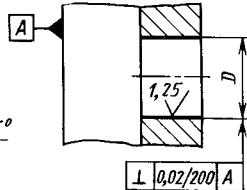
Тип 26



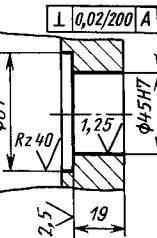
Тип 27



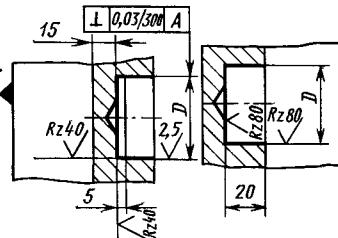
Тип 28



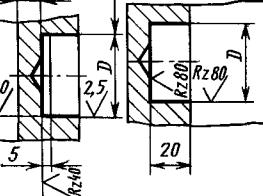
Тип 29



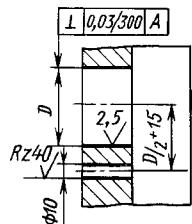
Тип 30



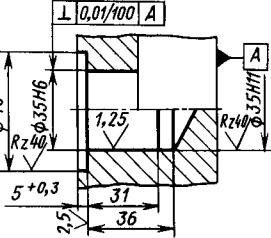
Тип 31



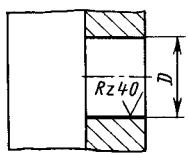
Тип 32



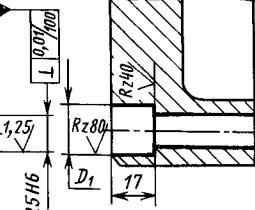
Тип 33



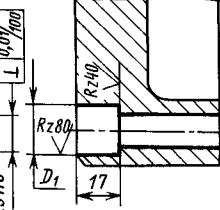
Тип 34



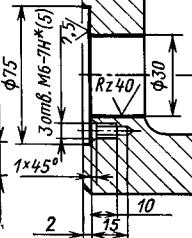
Тип 35



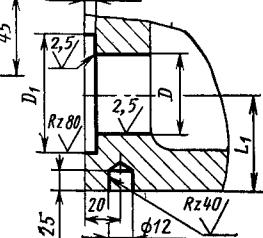
Тип 36



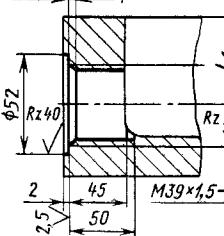
Тип 37



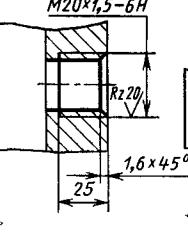
Тип 38



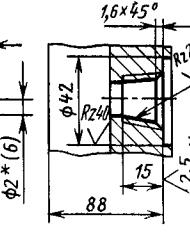
Тип 39



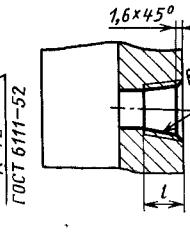
Тип 40



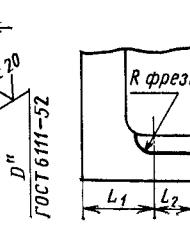
Тип 41



Тип 42



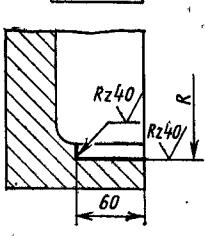
Тип 43



Тип 44



Тип 45



3. Сборку комплектов шпинделей и валов производить по документации комплекта (см. в таблице состава комплектов графу «Индекс комплекта») или по РМ3210.24—76.
4. При сборке шпинделей и вала проворота стаканы установить отверстием вниз.
5. Крышку дет. 102 после установки стаканов проверить на течь.
6. Разводку маслопроводных труб уточнить по месту.
7. Винты дет. УНЕ3192—101 для крепления оправки в шпинделях должны быть направлены в одну сторону в каждой группе шпинделей, имеющих одинаковую частоту вращения.

8. Технические условия на сборку и приемку сборочной единицы по ТУ2-24-Е—75.
9. Торцы шпинделей 2...5 должны лежать в одной плоскости, предельное отклонение $\pm 0,08$ мм.
10. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — $H14$, валов $h14$, остальных $\pm \frac{IT^{14}}{2}$,
11. Изменение частоты вращения шпинделей 2...5 осуществляется заменой зубчатых колес нулевого ряда на валах 8, 9, 12, 13.
12. Смазочный материал — масло индустриальное: И30А — зимой, И40А — летом. Объем 12л.

Глава X. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

1. СХЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Производство автоматических линий и агрегатных станков по своей природе является единичным, индивидуальным, поскольку единица такого оборудования предназначена для обработки конкретной детали. Поэтому выпуск такого оборудования характеризуется высокими трудозатратами как в сфере проектирования, так и изготовления.

Анализ современных методов и технических средств ведения проектных работ показывает, что такими традиционными методами, как унификация, стандартизация, специализация конструкторского труда и т. д., и применяемыми в настоящее время чертежно-графическими средствами невозможно обеспечить резкое снижение трудоемкости проектных работ. Опыт показывает, что наиболее перспективными являются механизация и автоматизация процесса проектирования с применением средств электронно-вычислительной техники.

Автоматизация труда конструкторов с помощью ЭВМ не только повышает производительность труда и сокращает цикл производства, но также позволяет эффективно использовать в единичном производстве станки с числовым программным управлением благодаря автоматизированной подготовке управляющих программ на ЭВМ в процессе автоматизированного проектирования. Таким образом, создаются предпосылки для комплексной автоматизации производственного цикла, сокращения сроков создания специального оборудования и обеспечения ускоренного технического прогресса. Разработка комплексных систем автоматизации, обеспечивающих непрерывный цикл конструкторского и технологического проектирования, подготовки управляющих программ, нормирования операций и планирования производства, т. е. систем, в которых результаты, полученные на одном этапе, автоматически передаются на следующий, позволяет избежать потерь и дополнительных ошибок, связанных с кодированием исходной информации и выдачей промежуточных результатов, повышает качество продукции и сокращает организационные потери.

Решение этих задач осуществляется в отечественном станкостроении системой автоматизированного проектирования шпиндельных узлов, созданной творческим содружеством Московского СКБ автоматических линий и агрегатных станков и Минского СКБ автоматических линий.

Автоматические линии и станки, выпускаемые московским производственным объединением «Станкостроительный завод» имени Серго Орджоникидзе и минским заводом автоматических линий имени П. М. Машерова, в последние годы комплектуются шпиндельными узлами, спроектированными только автоматизированным методом.

Система автоматизированного проектирования обеспечивает получение всей проектной документации сборочной единицы и производит необходимые инженерно-технические расчеты. Она предназначена для автоматизированного проектирования одно- и многошпиндельных коробок агрегатных станков и автоматических линий, компонуемых на базе унифицированных узлов и деталей.

Машинный процесс проектирования узлов, состоящих из унифицированных узлов и деталей с известными связями между ними, можно разделить на два последовательно выполняемых этапа: эскизное и рабочее проектирование.

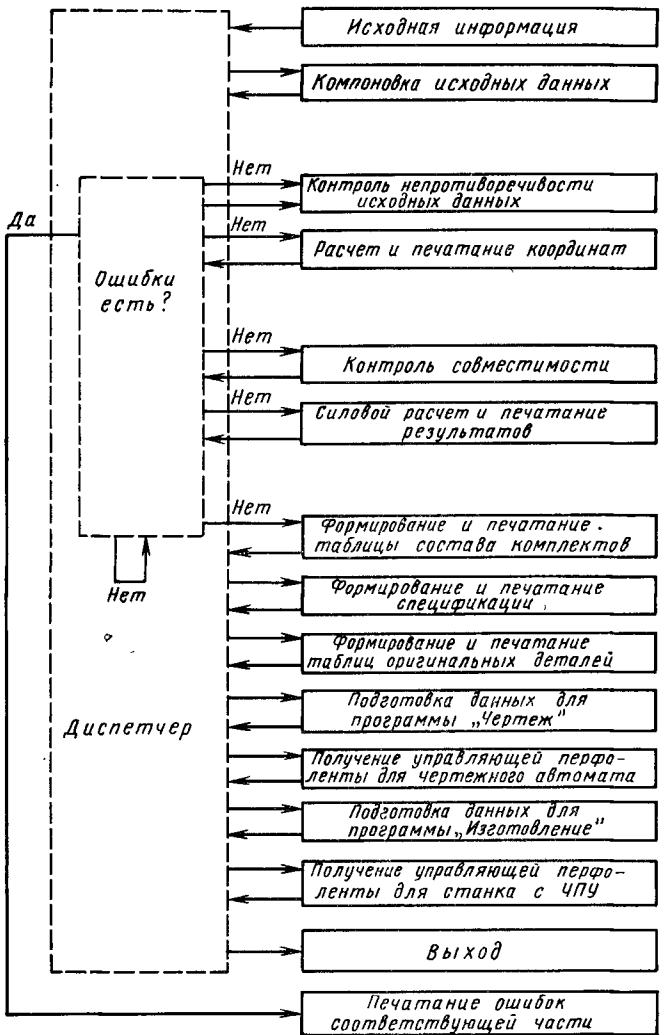
В эскизном проектировании определяется число унифицированных узлов, их связи, типоразмеры и относительное положение в пространстве, выполняется ряд проектных технических расчетов. К рабочему проектированию относятся различные проверочные технические расчеты, определение точного пространственного положения узлов и деталей, контроль пространственной совместности всех компонующих элементов, а также формирование графической и алфавитно-цифровой проектной документации.

Таким образом, в начальной стадии автоматизации этап эскизного проектирования выполняется конструктором вручную. Данные эскизного проектирования заносятся в бланк исходной информации для рабочего проектирования на ЭВМ.

Этап рабочего проектирования разделяется на ряд последовательно выполняемых операций:

- расчет координат;
 - контроль совместности всех узлов и деталей, комплектующих шпиндельную коробку;
 - контроль частот вращений и правильности выбора привода;
 - проверочный силовой расчет элементов шпиндельной коробки.
- Эти операции машинного проектирования проверяют правильность выполнения эскизного проекта. Работы по выполнению документации, необходимой для изготовления узла, следующие:
- составление таблицы состава комплектов шпинделей и валов;
 - вычерчивание общего вида шпиндельной коробки;
 - выполнение документации по оригинальным деталям;

**Принципиальная схема работы
программ „Автоматизированное проектирование“**



2. СОДЕРЖАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ КОРОБОК

Исходные данные заносятся конструктором в бланк исходной информации после составления им эскизного проекта шпиндельной коробки. Заполненный бланк передается на перфорацию.

Компоновка исходных данных. Исходная информация сортируется и персылается в отведенное место магнитной памяти (МОЗУ) ЭВМ. Это место организуется в виде матрицы, причем длина каждого столбца рассчитана на максимально допустимое число точек — 150. Таким образом, все первые значения в столбцах матрицы принадлежат первой точке, все вторые значения — второй точке и т. д. Такое распределение информации значительно облегчает построение циклов, экономит память и позволяет по мере необходимости заводить новые массивы (столбцы в матрице) или использовать старые, не нужные для дальнейшего счета.

Проверка исходной информации на непротиворечивость заключается в определении и выдаче сообщений на АЦПУ ЭВМ об ошибках, которые были допущены при заполнении бланка в процессе его перфорации. Речь идет, конечно, об ошибках не числового характера, а об ошибках смысловых, которые можно разделить на две группы. К первой группе относятся ошибки, характеризующие недостаточность исходных сведений. Ко второй группе относятся ошибки, характеризующие противоречивость исходных данных.

Расчет координат. Программа рассчитывает координаты шпинделей, промежуточных валов и вспомогательных точек в базовой системе отсчета и выдает результаты расчета на печать. Кроме того, рассматриваются параметры корректированных и оригинальных зубчатых колес, которые затем используются программой, осуществляющей их проектирование.

Совместимость узлов и деталей. Программа условно разделяется на подпрограмму предварительного выбора комплекта шпинделя, которая, осуществив предварительный выбор шпинделя, определяет возможность его применения по силовым характеристикам, и подпрограмму проверки совместимости узлов и деталей между собой.

В задании на проектирование шпиндельной коробки для выбора комплекта шпинделя указываются геометрические и силовые параметры: внутренний диаметр шпинделя, мощность на шпинделе, осевое усилие.

Ряд диаметров инструментальных оправок, применяемых для установки режущего инструмента в шпинделе, определил минимальный ряд хвостовиков шпинделей — 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 и 75 мм, обеспечивающий возможность обработки широкого диапазона деталей на агрегатных станках и автоматических линиях. Принятый ряд комплектов шпинделей характеризуется тем, что каждому внутреннему диаметру шпинделя соответствует свой диаметр хвостовика и каждый хвостовик шпинделя монтируется на шарикоподшипниках нескольких типоразмеров. В зависимости от

Рис. 39. Принципиальная схема работы программ «Автоматизированное проектирование шпиндельных коробок»

— составление спецификации узла и сопроводительной документации.

На рис. 39 представлена принципиальная схема работы программ автоматизированного проектирования.

типоразмера подшипников, установленных в опорах, комплекты шпинделей условно разделены на «легкие», предназначенные для установки при малых межцентровых расстояниях между обрабатываемыми отверстиями, и «тяжелые», применяемые для остальных случаев и составляющие предпочтительный ряд. Предпочтительность убывает с «облегчением» комплекта.

Предварительный выбор комплекта шпинделя осуществляется из предпочтительного ряда.

Так как диаметр и характер обработки определяют внутренний диаметр шпинделя, а конструкция шпинделя выполнена таким образом, что диаметр хвостовика зависит от внутреннего диаметра и, как правило, радиальные подшипники не лимитируют выбора комплекта, то при выборе можно ограничиться проверкой упорного подшипника комплекта шпинделя по осевому усилию.

Таким образом можно осуществить лишь предварительный выбор комплекта шпинделя. Конструкция шпиндельной коробки предусматривает возможность установки шпинделей при малых межцентровых расстояниях между двумя обрабатываемыми отверстиями, что требует установки комплектов с «легкими» наборами подшипников. Поэтому в дальнейшем при проверке узлов и деталей шпиндельной коробки на совместимость комплект шпинделя уточняют, т. е. если есть необходимость и возможность, выбирают (в программе совместимости) комплект с более «легким» набором подшипников. Для определения возможности такой замены в программе «выбор комплекта шпинделя» организуется массив меток для шпинделей.

Проверка диаметра хвостовика по условию прочности и расчет работоспособности радиального подшипника выбранного комплекта шпинделя осуществляется в программе «Силовой расчет».

При выборе комплекта шпинделя может оказаться, что расчетный коэффициент работоспособности упорного подшипника превышает заданный для «тяжелого» комплекта. Это происходит тогда, когда неверно определен внутренний диаметр шпинделя или требуется оригинальное исполнение комплекта. В этом случае печатается сообщение о том, что действительное число часов работы подшипника меньше допустимого. Располагая этими сведениями, а также сведениями о цикле работы станка, характере обработки, принимают решение или об изменении внутреннего диаметра шпинделя, а следовательно, о повторении расчета, или об использовании выданной документации.

Совместимость узлов и деталей между собой. Эта подпрограмма осуществляет контроль условий совместимости узлов и деталей, комплектующих шпиндельную коробку. Так как эта задача пространственная, то совместимость деталей проверяется в пяти плоскостях: четырех плоскостях расположения зубчатых колес и плоскости расположения подшипников. Таким образом, эту подпрограмму можно условно разделить на проверку совместимости зубчатых колес с деталями шпиндельной коробки

и между собой и контроль совместимости подшипников, вернее, расточек под подшипники.

Работа подпрограммы строится следующим образом: проверяется совместимость первой точки со всеми остальными точками; затем второй точки — со всеми, кроме первой; третьей точки — со всеми, кроме первой и второй и т. д. При реализации этого цикла радиусы двух проверяемых точек можно хранить в рабочих ячейках, причем радиусы второй, текущей точки каждый раз определять заново. Можно поступить и по-другому, т. е. заранее в одном цикле определить все радиусы для всех точек и сохранять их на протяжении всего времени работы программы, выбирая их по мере надобности из отведенного для них массива. Во втором случае объем программы значительно возрастает из-за большого числа рабочих ячеек для массива радиусов, что, однако, оправдывается весьма существенным сокращением времени работы программы. Поэтому в основу алгоритма, реализующего контроль совместимости деталей, был заложен именно этот принцип.

Как уже отмечалось выше, контроль совместимости ведется в пяти плоскостях. Если учесть тот факт, что большинство точек в шпиндельной коробке находятся на значительных расстояниях друг от друга, а следовательно, не могут быть антагонистичны, контроль всех точек в пяти плоскостях становится бессмысленной тратой машинного времени. Для сокращения времени работы программы вводится дополнительная, вспомогательная, шестая плоскость, в которой размещается максимальный из имеющихся на точке радиус. Контроль совместимости вначале осуществляется только по максимальным радиусам. Переход к контролю в пяти плоскостях происходит тогда, когда мало расстояние между двумя максимальными радиусами на проверяемых точках. Причем с той же целью сокращения времени этот переход осуществляется как бы в три этапа: проверяется сумма максимальных радиусов на двух точках, которая должна быть меньше расстояния по оси абсцисс между этими точками; если это условие не удовлетворяется, то производится аналогичная проверка по оси ординат, и только в том случае, когда не удовлетворено и это условие, вычисляется расстояние между точками и контролируется совместимость по этому расстоянию.

В случае несовместимости зубчатого колеса с втулкой (между наружным диаметром колеса и втулкой должен оставаться зазор не менее 0,5 мм) делается попытка спроектировать оригинальную втулку по формулам:

$$c = A - (R + 0,5d + 0,5) \geqslant 1;$$

$$d_{vt} = d + 2c,$$

где c — толщина стенки втулки, мм; A — расстояние между проверяемыми точками, мм; R — наружный радиус колеса, мм; d — диаметр вала, на который устанавливается втулка, мм.

Если эта попытка удалась, т. е. толщина стенки втулки больше или равна 1 мм, то диаметр втулки и ряд, в котором она находится, заносятся в массив оригинальных втулок, а на АЦПУ печатается соответствующее сообщение. В противном случае печатается сообщение и готовится информация для программы-диспетчера о необходимости прекращения автоматического цикла работы комплекса программ. Это же относится ко всем остальным случаям, когда не удовлетворяются заданные критерии совместимости деталей шпиндельной коробки.

Кроме того, подпрограмма уточняет выбранный ранее комплект шпинделя, т. е. если по условию совместимости необходимо уменьшить комплект шпинделя, то программа автоматически заменит комплект шпинделя на меньший и проверит работоспособность вновь выбранного упорного подшипника.

Совместимость узлов и деталей с корпусами и деталями шпиндельной коробки. Производится контроль совместимости с внутренним контуром литых деталей (определяется необходимость подрезок) и контроль совместимости по наружному контуру или определение возможности установки той или иной детали в корпусных деталях шпиндельной коробки заданного габарита.

Внешний и внутренний контуры описываются в виде последовательного ряда контрольных точек, с которыми будет в дальнейшем проводиться контроль совместимости. Причем координаты этих точек для сокращения объема исходной информации даны только для одной половины корпусных деталей, так как эти детали симметричны. Исключением являются лишь координаты отверстий под контрольные штифты, что учитывается в алгоритме контроля совместимости.

Так как рассматриваемая задача должна решаться в трехмерном пространстве, то весь объем шпиндельной коробки разбивается на семь параллельных друг другу плоскостей, в которых и осуществляется контроль совместимости. В первой, второй, третьей и четвертой плоскостях находятся наружные радиусы зубчатых колес, в пятой — радиусы опор шпинделей и валов или расточки под штанги в корпусе, в шестой и седьмой — выступающие части опор шпинделей, валов, насоса и штанг, соответственно, в полости передней крышки и задней плиты.

Для сокращения времени работы программы выбирается наибольший из семи радиусов и определяются условия его совместимости с наиболее выступающими контрольными точками внутреннего контура. В случае несовместимости максимального радиуса с контрольными точками определяется зона контроля, т. е. устанавливается, совместимость с чем имеет смысл контролировать: с верхними, нижними или боковыми контрольными точками литья. После этого программа проверяет критерии совместимости проверяемой точки по всем семи плоскостям в установленной зоне. В том случае, когда принятые критерии совместимости с наружным контуром литья не

удовлетворяются, результаты контроля выводятся на печать, и программа готовит информацию для программы-диспетчера о прекращении дальнейшего автоматического цикла работы остальных программ. Если же речь идет о несовместимости с отверстиями под крепеж в передней крышке или задней плите, то программа автоматически сдвигает это отверстие и пересчитанные координаты его будут выведены на печать, а также пересланы в массив смещенных отверстий под крепеж, который используется программой «Таблица расточек». Это же относится и к тем случаям, когда не удовлетворяются критерии совместимости с контрольными точками внутреннего контура литья. В этом случае организуется семимерный массив радиусов подрезок, используемых программой «Таблица расточек».

Силовой расчет. Программа осуществляет расчет и контроль частот вращений шпинделей, насоса, счетного механизма, расчет мощности холостого хода кинематики и контроль правильности выбора привода главного движения, производит расчеты на прочность, жесткость и долговечность деталей шпиндельной коробки (шпинделей, валов, зубчатых колес, подшипников). Результаты расчетов выводятся на печать.

Таблица состава комплектов. Программа по данным, занесенным в бланк исходной информации, и по результатам работы программ «Выбор комплекта шпинделя», «Совместимость узлов и деталей» формирует индексы унифицированных узлов и деталей (комплектов валов, шпинделей, зубчатых колес и т. п.), а также индексы оригинальных зубчатых колес и шпинделей и выводит их на печать в виде таблиц.

Таблица состава комплектов включает номер точки кинематической цепи или вспомогательного элемента (шпинделя, вала, направляющей втулки, точек крепления резьбонарезной приставки и т. д.), индексы комплекта шпинделя, вала и т. д., индексы зубчатых колес, деталей шпинделя или вала, индексы подшипников и т. д. Большинство сформированных индексов затем используются при составлении спецификации, поэтому они сохраняются для работы программы «Спецификация», чтобы не повторять формирование индексов. Такое построение алгоритма сокращает время работы программы, но значительно увеличивает их объем. Это увеличение будет оправданным, если индексы узлов и деталей запоминать в виде таблиц, ограниченных в соответствии с применимостью. Предварительно составляется ряд таблиц с перечнем применяемых узлов и деталей шпиндельных коробок, в которых имеются индекс узла (детали), масса узла (детали) и ячейка, где фиксируется число таких узлов, примененных в данной коробке. Работа с таблицами строится таким образом: по определенным правилам формируется индекс узла (детали), затем он отыскивается в таблицах, и в ячейку числа этих узлов прибавляется единица. Если индекса в таблицах нет, то или формируется номер оригинальной детали, или останавливается работа программы (эти условия задаются).

Индексы в составленных таблицах записаны в порядке, который оговорен ГОСТами и нормами на составление спецификаций. В этом случае не потребуется много времени для упорядочения индексов при составлении спецификаций. Применение ограничительных таблиц позволяет также достаточно просто решить вопрос составления сводной спецификации на шпиндельные коробки, входящие в компоновку агрегатного станка (станка автоматической линии).

Программа «Таблица состава комплектов» также организует массив оригинальных деталей (зубчатых колес и шпинделей, не входящих в таблицы применяемости), который используется программой «Спецификация», выводящей индексы и число этих деталей на печать, и программой «Оригинальные детали», рассчитывающей параметры зубчатых колес и допускаемые отклонения на них.

Спецификация. При формировании всех частей программы «Спецификация» используются ограничительные таблицы, заполненные при формировании индексов унифицированных узлов и деталей в программе «Таблица состава комплектов». Индексы и числа узлов, хранящиеся в этих таблицах, в определенных форме и порядке, оговоренных нормами, выводятся на печать. Масса узлов и деталей используется для подсчета общей массы.

Программой «Спецификация» формируются и выводятся на печать индексы деталей и узлов, не входящие в ограничительные таблицы. К ним относятся индексы оригинальных корпусных деталей, индекс счетного механизма, наименования оригинальных деталей, смазочных материалов и т. п. Программой рассчитываются и выводятся на печать массы корпусных деталей.

Ведомость подшипников. Программа выдает на печать таблицу подшипников, входящих в унифицированные комплекты валов, шпинделей и приводов.

Зубчатые колеса. Программа рассчитывает и выводит на печать в виде таблицы данные для изготовления зубчатых колес.

Модули, числа зубьев и коэффициенты коррекции оригинальных зубчатых колес были найдены в процессе расчета координат. Указанные сведения хранятся в массиве, организованном программой «Таблица состава комплектов».

Механическая обработка корпусных деталей. Программа формирует и выводит на печать в виде таблицы стандартной формы типы и параметры обработок под узлы, расположенные на боковых сторонах шпиндельной коробки.

Таблица расточек и подрезок в корпусных деталях. Программа формирует и выводит на печать в виде таблиц сведения, необходимые для процесса механической обработки корпусных деталей шпиндельной коробки. К ним относятся координаты, типы и диаметры обрабатываемых отверстий и подрезок в корпусе, передней крышке и задней плите, технические условия на обработку этих отверстий.

Все отверстия, выполняемые в корпусных деталях шпиндельных коробок, условно разделяются на несколько описанных ниже типов.

Классные расточки под опоры шпинделей и промежуточных валов и отверстия под направляющие втулки кондукторных плит с формированием под них подрезок в корпусных деталях производятся с использованием результатов работы программ: «Совместимость узлов и деталей» — для формирования подрезок; «Совместимость узлов и деталей» и данных бланка исходной информации — для определения параметров обрабатываемого отверстия по типоразмеру опоры, установленной в рассматриваемой точке; «Расчет координат» — для печати координат обрабатываемого отверстия.

Классные расточки под контрольные штифты в литых деталях и упорном угольнике формируются по данным бланка исходной информации.

Координаты и тип свободных отверстий под смещенные крепежные детали в передней крышке и задней плите определяются по результатам работы программы «Совместимость узлов и деталей».

Свободные отверстия для смазки, отверстия под пробку слива и люк для насоса смазки определяются по данным бланка исходной информации и программы «Расчет координат».

3. ЧЕРТЕЖ ШПИНДЕЛЬНОЙ КОРОБКИ

Машиностроительный чертеж является привычной формой технической документации и на этапах автоматического проектирования, как правило, остается таким же необходимым, как и при обычном проектировании. Существующие технические средства позволяют получать различные виды технической документации, содержащие значительный объем алфавитно-цифровой и графической информации, обеспечивая требуемую точность изображения. Программы вычерчивания шпиндельных коробок предназначены для получения управляющей перфоленты для программно-управляемого чертежно-графического автомата серии ИТЕКАН (рис. 40) и обеспечивают вычерчивание общих видов всех типоразмеров шпиндельных коробок агрегатных станков.

Исходными данными для вычерчивания шпиндельных коробок являются результаты предыдущих этапов проектирования, включая «раскатку» шпиндельной коробки. Программы вычерчивания шпиндельных коробок включают:

- программы формирования чертежа «раскатки»;
- программы формирования изображений корпусных деталей шпиндельных коробок в собранном виде;
- программы оформления рамки и штампа чертежа;
- компоновку чертежа общего вида из отдельных типовых изображений;
- выбор рационального масштаба изображения и формата чертежа.

Перечисленные программы формируют изображение общего вида чертежа шпиндельной коробки в единой системе координат с началом в левом нижнем углу наружной рамки чертежа. Чертеж формируется в виде массивов параметров (координат) линий чертежа и характеристик этих линий (отрезок, окружность, толстая линия, тонкая, штриховая и т. д.) на входном языке базового программного обеспечения чертежно-графического автомата, осуществляющего формирование и вывод управляющей перфоленты.

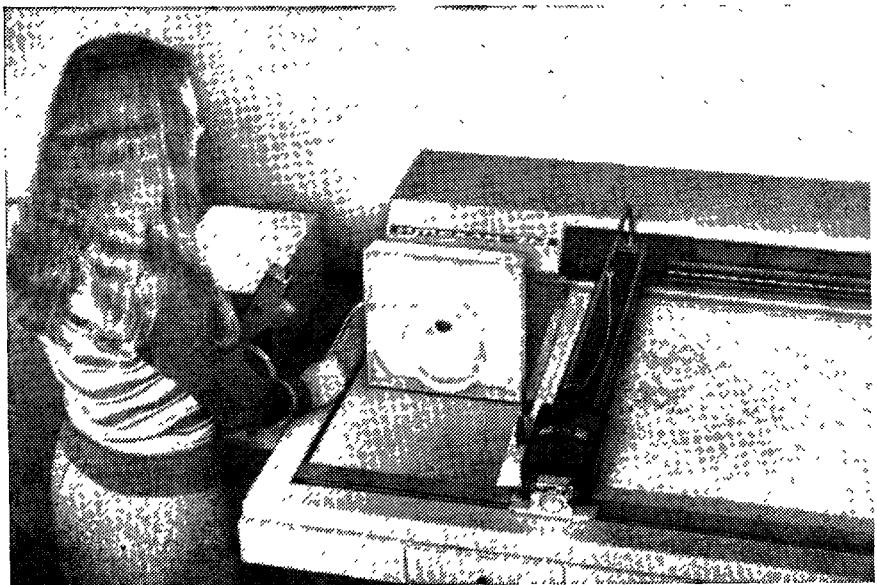


Рис. 40. Вычерчивание общего узла на чертежном автомате ИТЕКАН

На чертеже общего вида шпиндельной коробки в отличие от произвольно проецируемых объектов, в основном, имеются изображения, графический вид которых заранее определен. Часть этих изображений имеет несколько типоразмеров (например, 24 типоразмера комплектов корпусных деталей шпиндельной коробки). Этим изображениям соответствуют программы их формирования на основании параметров, хранящихся в виде таблиц на магнитной ленте. Такая организация программы позволяет легко менять или корректировать эти изображения, изменяя соответствующие исходные параметры в таблицах, не вмешиваясь в программы формирования изображений.

Компоновка основных изображений (корпусных деталей, разрезов) на поле чертежа, выбор масштаба изображения и формата чертежа определены заранее для всех типоразмеров шпиндельных коробок и хранятся в виде табличных данных на магнитной ленте,

Программы вычерчивания стыкуются с программами проектирования и получения управляющей перфоленты таким образом, что весь счет на ЭВМ происходит автоматически, начиная с программ проектирования и заканчивая получением готовой перфоленты.

Для среднего чертежа общего вида шпиндельной коробки получаемая перфолента содержит 25 000 символов и ее прочерчивание на чертежно-графическом автомате ИТЕКАН-2М осуществляется за 30...40 мин.

4. ПЕРФОЛЕНТА ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

Вопросам автоматизации инженерного и управляемого труда уделяется большое внимание. В СССР и ряде других стран разработаны системы автоматизированной подготовки управляющих программ на ЭВМ с использованием специальных языков и табличных методов ввода исходной информации, выполнено большое число работ по использованию математических методов при конструкторском и технологическом проектировании, предложены методы кодирования в цифровом виде графической информации. Однако автоматизация отдельных областей умственной деятельности человека хотя и повышает производительность труда в этих областях, но не позволяет добиться максимального эффекта. Так, например, при разработке управляющих программ к станкам с ЧПУ на ЭВМ производительность труда программиста возрастает в несколько раз по сравнению с ручным методом, но кодирование, т. е. подготовка исходной информации, в подавляющем большинстве случаев занимает гораздо больше времени, чем обработка этой же детали на станке, что совершенно непригодно при единичном изготовлении деталей. Ручное кодирование является основным тормозом в повышении производительности всех систем автоматизации инженерного и управляемого труда.

Эффективное использование на различных машиностроительных заводах нашей страны и за рубежом частных систем автоматизации инженерного и управляемого труда, решают отдельные задачи конструкторского и технологического проектирования, а также подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ позволяет надеяться на успех при создании комплексных специализированных систем автоматического проектирования и изготовления изделий в единичном и мелкосерийном производстве. Наиболее реальными возможностями обладают те предприятия, у которых накоплен опыт проектирования изделий на базе широкой унификации и стандартизации, позволяющих создавать изделие как совокупность известных элементов, связанных функционально и геометрически таким образом, что эта совокупность выполняет поставленную задачу с наименьшими затратами.

Успешное использование агрегатно-табличного метода проектирования с помощью ЭВМ позволило начать разработку автоматизированной системы «проектирование — изготовление», охватывающей

ющей, кроме автоматизированного проектирования, автоматическую подготовку управляющих программ и нормирование операций на ЭВМ, а также предварительную обработку координатных отверстий в корпусных деталях на многооперационном станке с ЧПУ. Полученная с ЭВМ после конструкторского проектирования геометрическая информация о корпусных деталях, ряд постоянных данных о заготовке и общие технические требования обеспечивают весь объем исходных данных о деталях для автоматической разработки управляющих программ.

Основным производственным показателем эффективности автоматизированной системы является величина минимальных приведенных затрат на изготовление изделия, определяемых в конечном счете капитальными затратами, стечением временем обработки деталей и машинным временем разработки управляющих программ. При этом количественной оценкой оптимальности системы является степень минимизации компонентов приведенных затрат.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы опытным путем определить оптимальные элементы производственного цикла (методы обработки, технологические возможности оборудования, режущий инструмент, режимы резания, межоперационные припуски и т. д.), обеспечивающие максимальную производительность обработки при минимальных капитальных затратах, а на их основе определить функциональные зависимости, представляющие собой математическую модель Системы автоматической разработки управляющих программ (САРУП).

Созданы специальные станки типа «обрабатывающий центр» с многоинструментальными магазинами, обеспечивающие автоматическое выполнение максимального числа операций в любом комплексе корпусных деталей.

Производственно-технические параметры и технические характеристики станков служат исходной информацией для создания САРУП.

При разработке САРУП приняты основные принципы функционирования системы, удовлетворяющие различным экономическим и эксплуатационным требованиям:

I. Работа системы без вмешательства человека.

II. Минимальные затраты машинного времени для получения управляющих перфолент.

III. Структурная автономия системы.

Реализация принципа I осуществляется путем статистического анализа типов отверстий в корпусных деталях и разработки методики смыслового кодирования любого возможного типа обрабатываемой поверхности в виде ряда цифр, определяющего совокупность элементарных поверхностей в данном типе и порядке технологических воздействий (операций) при обработке.

Такой подход обеспечивает автоматический выбор технологического процесса при любом сочетании элементарных поверхностей.

Выполнение принципа II обеспечивает экономическую эффективность работы системы.

С этой целью разрабатываются технические решения, позволяющие повысить производительность обработки, значительно сократить входную и выходную информацию, а также процессор САРУП.

К ним относятся применение высокопроизводительных инструментов типа трепанирующих сверл для обработки отверстий большого диаметра в сплошном металле, сменных расточных головок с автоматической установкой резцовой державки на диаметр обработки; введение в схему управления станком системы постоянных циклов (переход на рабочую подачу при касании инструмента поверхности детали, цикл обработки в двух стенках, цикл обратной расточки и др.); использование системы кодирования инструментов; использование постоянных табличных зависимостей (элементарная поверхность — инструмент — режимы резания — цикл обработки и др.); замена поиска глобального оптимума точными математическими методами, определением рационального варианта приближенными эвристическими методами.

Принцип III структурной автономии означает, что система должна быть построена так, чтобы любое изменение в конструкциях обрабатываемых деталей и методах их обработки вызывало только локальные преобразования отдельных частей САРУП, не затрагиваая ее общую структуру. Этот принцип реализуется путем широкого использования унифицированных процедур при выполнении логических и вычислительных действий для всех обрабатываемых деталей.

Выполнение последовательности операций для каждой конкретной детали осуществляется программой-диспетчером, вызывающей в определенном порядке унифицированные процедуры, информацию об обрабатываемой детали и данные, характеризующие станок, инструмент и условия обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейзельман Р. Д., Цыпкин Б. В., Перель Л. Я. Подшипники качения: Справочник. 5-е изд., испр. и доп. — М.: Машиностроение, 1967. 564 с.
2. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. — М.: Госиздат технико-теоретической литературы, 1958. 856 с.
3. Вороничев Н. М., Тартаковский Ж. Э., Генин В. Б. Автоматические линии из агрегатных станков. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1979. 488 с.
4. Кудянов А. В., Марголин Н. У. Эффективность агрегатирования при производстве агрегатных станков и автоматических линий. — Промышленность Белоруссии, 1978, № 9, с. 65—67.
5. Машинное проектирование узлов агрегатных станков/С. С. Гиндин, В. М. Марков, Г. И. Плашай, Е. С. Тукаев — М.: НИИМАШ, 1974. 94 с.
6. Меламед Г. И., Цветков В. Д., Айзман Д. С. Агрегатные станки. — М.: Машиностроение, 1964. 424 с.
7. Многошпиндельные узлы агрегатных станков и автоматических линий/С. С. Гиндин, Н. У. Марголин, В. М. Марков и др. — М.: НИИМАШ, 1977. 39 с.
8. Решетов Д. Н. Детали машин: Учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп.— М.: Машиностроение, 1974. 656 с.
9. Серенсен С. В., Шнейдерович Р. М., Громан М. Б. Валы и оси. Расчет и конструирование. — М.: Машгиз, 1959. 255 с.
10. Справочник по наладке агрегатных станков и автоматических линий/А. И. Конюх, Г. И. Плашай, Н. У. Марголин, М. М. Израильский — Минск: Беларусь, 1977. 286 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие Введение 1. Общие сведения 2. Классификация шпиндельных узлов 3. Функциональные и конструктивные особенности шпиндельных узлов Г л а в а I. Корпусные детали 1. Общие сведения 2. Корпусные детали шпиндельных коробок 3. Корпусные детали фрезерных бабок 4. Корпусные детали специальных шпиндельных узлов 5. Упорные угольники	2 3 3 3 4 Г л а в а II. Шпинделы и валы 1. Общие сведения 2. Комплекты сверлильных шпинделей 3. Валы 4. Наборы расточных шпинделей	70 70 72 72 72 6 6 10 10 17 20 20 21 25 31 36 36 44 46 46 48 51 51 51 52 58 62 65 67	Г л а в а V. Смазочные системы шпиндельных узлов 1. Общие сведения 2. Смазочные устройства 3. Контрольные устройства 4. Уплотнительные устройства 5. Смазочная система	70 70 72 72 72 Г л а в а VI. Конструкции многошпиндельных коробок 1. Сверлильные шпиндельные коробки серии УНЕ 2. Сверлильно-резьбонарезные шпиндельные коробки 3. Резьбонарезные шпиндельные коробки 4. Защита шпиндельных коробок от попадания смазочно-охлаждающей жидкости 5. Нормы точности	75 75 77 77 77 Г л а в а VII. Конструкции расточных и фрезерных узлов 1. Расточные и подрезно-расточные узлы 2. Фрезерные бабки серии УН с пинолью	80 Г л а в а VIII. Шпиндельные узлы специальной конструкции Г л а в а IX. Расчет и конструирование шпиндельных сборочных единиц 1. Задание на проектирование 2. Разработка кинематических схем 3. Расчет координат 4. Силовой расчет элементов шпиндельных коробок 5. Рабочая документация шпиндельной коробки	82 Г л а в а X. Автоматизированное проектирование шпиндельных узлов 1. Схема автоматизированного проектирования 2. Содержание системы автоматизированного проектирования многошпиндельных коробок 3. Чертеж шпиндельной коробки 4. Перфолента для станка с ЧПУ	100 138 138 145 156 158 163 171 171 172 175 176 178
				Список литературы	178			

*Вороничев Николай Максимович, Плашай Григорий Ильич,
Гиндин Самуил Соломонович и др.*

ШПИНДЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ
АЛЬБОМ

Редактор *И. Г. Калашникова*
Художественный редактор *А. С. Вершинкин*
Технический редактор *В. И. Орешкина*
Корректор *Л. Е. Хохлова*
Обложка художника *В. П. Григорьева*

Сдано в набор 10.03.83. Подписано в печать 25.10.83. Т-17459.
Формат 60×90^{1/8}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 22,5. Усл. кр.-отт. 23,0. Уч.-изд. л. 24,31. Тираж 9000 экз
Заказ 165. Цена 2 р.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Стромынский пер., 4

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ШПИНДЕЛЬНЫЕ
УЗЛЫ
агрегатных станков