

Рецензент
кафедра "Технология машиностроения"
Донского государственного технического университета
(г. Ростов-на-Дону)

436655 ат

Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г.

Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. –
М.: Машиностроение, 2005. 304 с.
ISBN 5-217-03242-1

Приведены вопросы и ответы о технологической оснастке: станочных, сборочных, вспомогательных приспособлениях, схватах промышленных роботов, устройствах для контроля; расчет сил необходимых для закрепления заготовок и параметров силовых приводов. Изложены погрешности, возникающие при использовании технологической оснастки, описаны устройства управления элементами оснастки.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; полезно инженерно-техническим работникам.



УДК 621.753(075)
ББК 34.5

SBN 5-217-03242-1

© Издательство "Машиностроение", 2005

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Технологическая оснастка – это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

К ним относятся станочные, контрольные и сборочные приспособления, а также приспособления для установки и закрепления инструмента, схваты промышленных роботов и т.д. От степени использования технологической оснастки зависит экономическая эффективность обработки деталей.

Оснащение станков приспособлениями, расширяющими их технологические возможности, дает особенно большой эффект в условиях индивидуального и серийного производства, компенсирует отсутствие тех или иных видов оборудования, устраняет лишние передачи деталей от станка к станку, а также недогрузку отдельных видов станков.

В общей доле технологической оснастки станочные приспособления составляют 80 %, так как их используют при выполнении каждой операции для установки и закрепления исходной заготовки. Применение станочных приспособлений позволяет надежно базировать и закреплять обрабатываемую заготовку с сохранением ее жесткости в процессе обработки, стабильно обеспечивать высокое качество получаемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего. Автоматизация и механизация приспособлений повышает производительность и облегчает условия труда рабочего, расширяет технологические возможности используемого оборудования.

В учебном пособии большое внимание уделено основам конструирования и расчета технологической оснастки, выбору и обоснованию принятых решений.

При написании учебного пособия авторы учитывали опыт передовых заводов станкостроения, сельхозмашиностроения и свой многолетний опыт проектирования оснастки, накопленный при практической работе на производстве и преподавании курсов "Основы конструирования приспособлений", "Технология автоматизированного машиностроения", "Проектирование технологической оснастки".

Материал пособия рассчитан на студентов, освоивших курсы "Материаловедение. Технология конструкционных материалов", "Механика", "Метрология, стандартизация и сертификация", "Резание материалов", "Режущий инструмент", "Основы технологии машиностроения", "Металлорежущие станки".

Изложение материала в виде вопросов и ответов позволяет использовать пособие при подготовке к экзаменам, выполнении курсовых и дипломных работ.

1. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК И ЭЛЕМЕНТЫ ОСНАСТКИ

Принципы установки (базирования) заготовок оказывают влияние на точность механической обработки и сборки. Установочные элементы обеспечивают определенное положение заготовки по отношению к режущему инструменту. Положение заготовки при обработке характеризуется шестью степенями свободы: перемещением и поворотом заготовки относительно трех координатных осей (X, Y, Z). Возможна полная или частичная ориентация заготовки относительно режущего инструмента или принятой системы координат, т.е. лишение ее трех, четырех, пяти или шести степеней свободы.

Для установки заготовок используют установочные элементы различной конструкции, которые жестко крепят к корпусу или в корпусе оснастки. Для повышения устойчивости и жесткости заготовок и противодействия силам резания часто применяют дополнительные опоры.

ВОПРОСЫ

Вопрос 1.1. Что такое базирование заготовок и база?

Вопрос 1.2. Конструкция, материал, термообработка, сопряжение постоянных опор и опорных пластин.

Вопрос 1.3. Самоустанавливающиеся опоры: назначение и конструкция.

Вопрос 1.4. Назначение подводимых опор и их конструкция.

Вопрос 1.5. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.1.

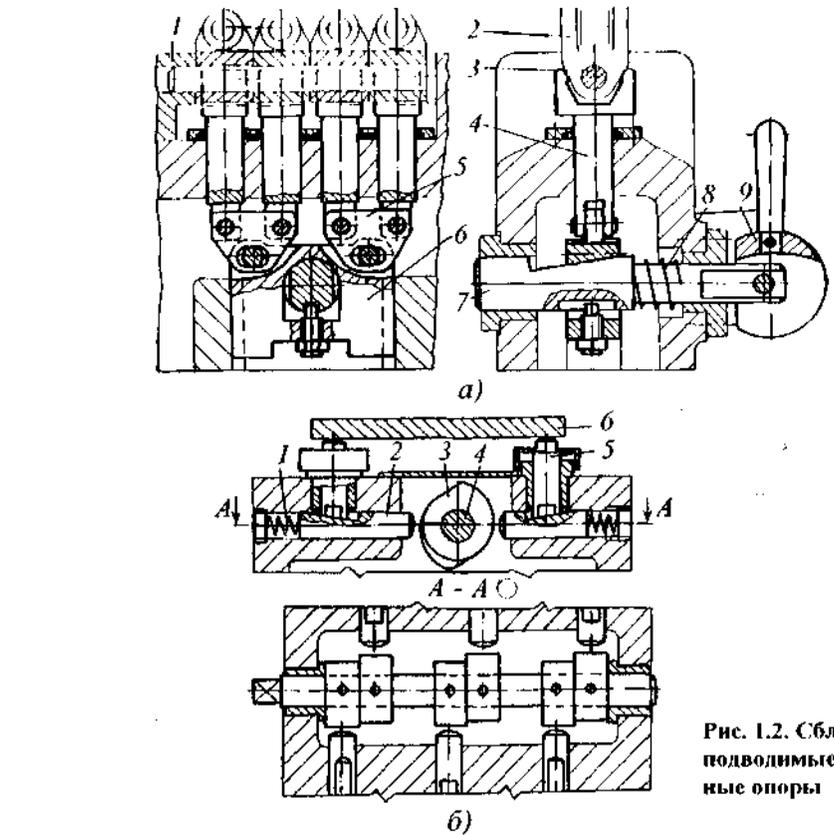
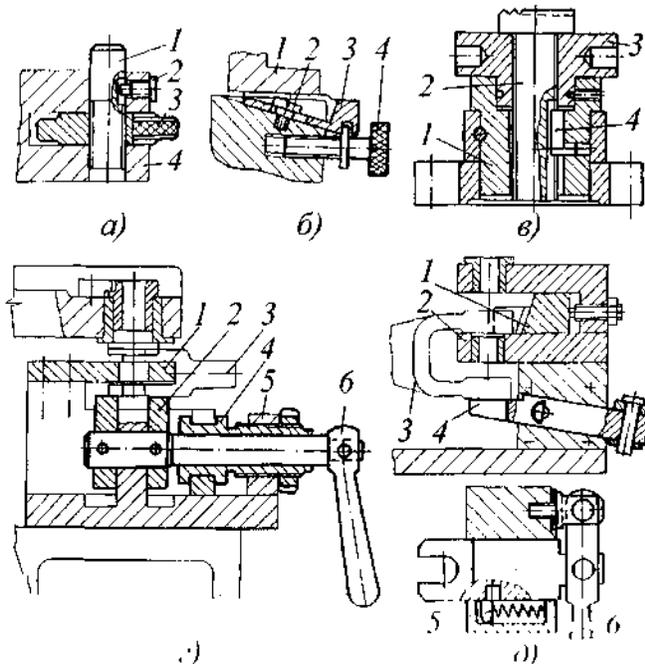


Рис. 1.2. Сблокированные подводимые дополнительные опоры

Вопрос 1.6. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.2.

Вопрос 1.7. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.3.

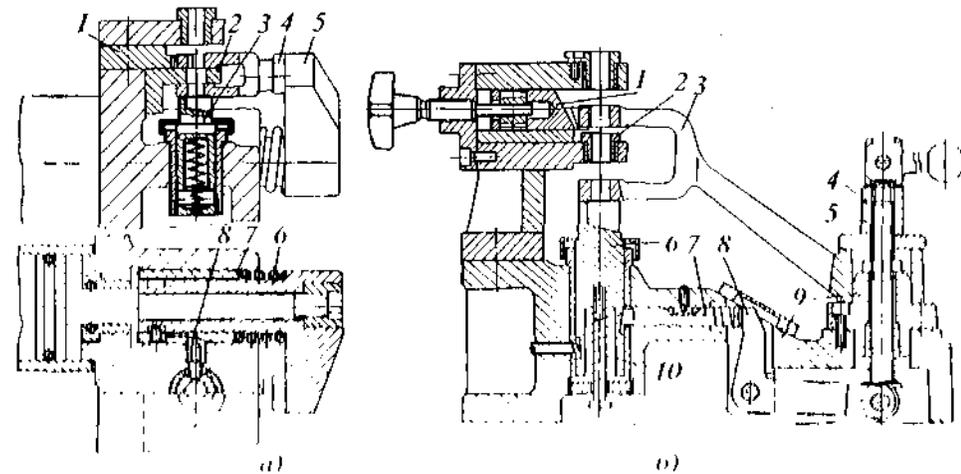


Рис. 1.3. Подводимые опоры, управляемые рычажными механизмами

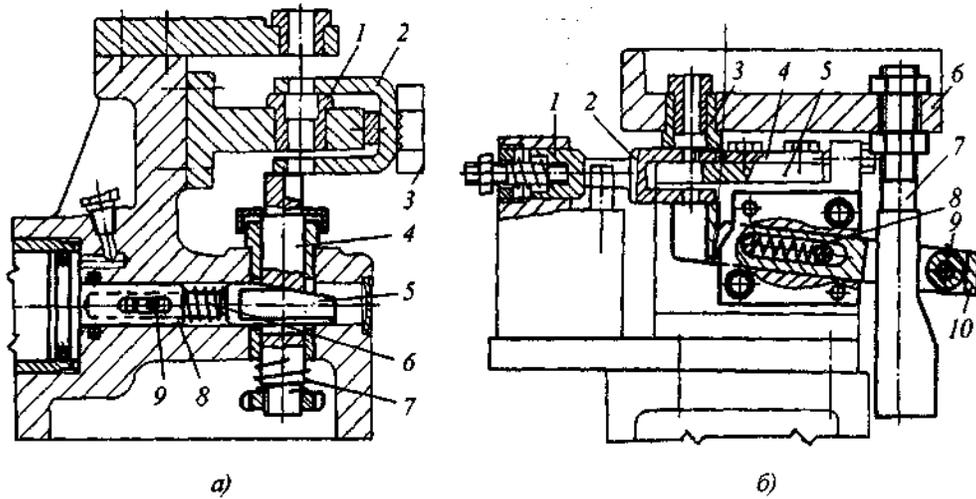


Рис. 1.4. Одиночные подводимые дополнительные опоры

Вопрос 1.8. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.4.

Вопрос 1.9. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.5.

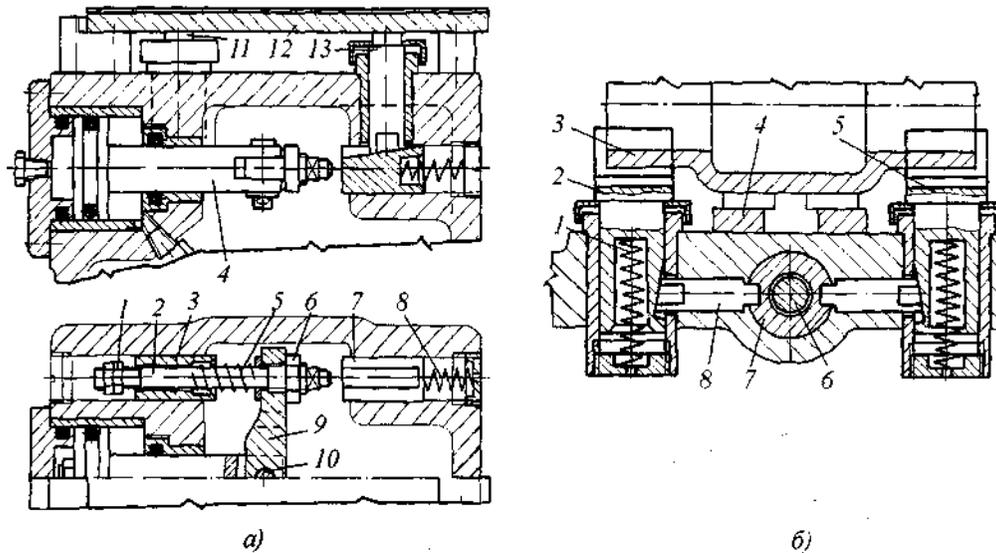


Рис. 1.5. Сблокированные опоры с управлением от пневмопривода

Вопрос
рис. 1.6
Вопрос
рис. 1.7

1.3.1

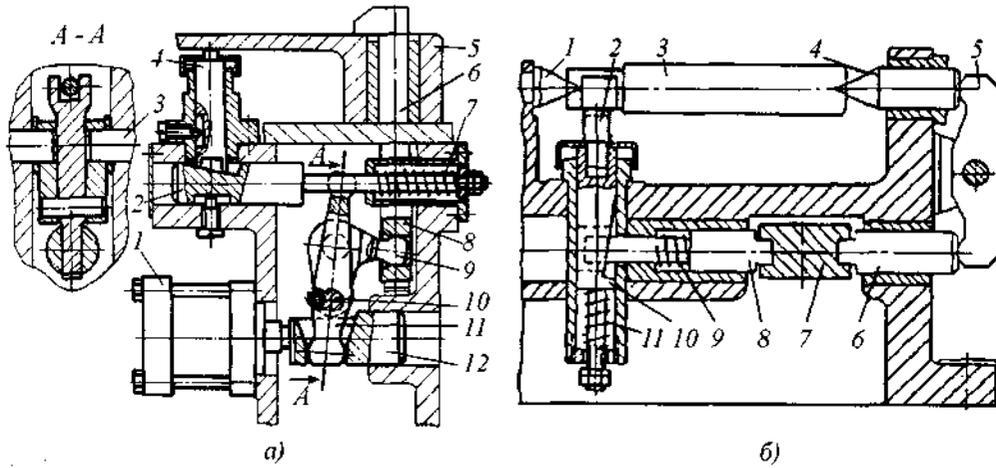


Рис. 1.6. Дополнительные подводимые опоры, заблокированные с работой зажимных механизмов

Вопрос 1.10. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.6.

Вопрос 1.11. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.7.

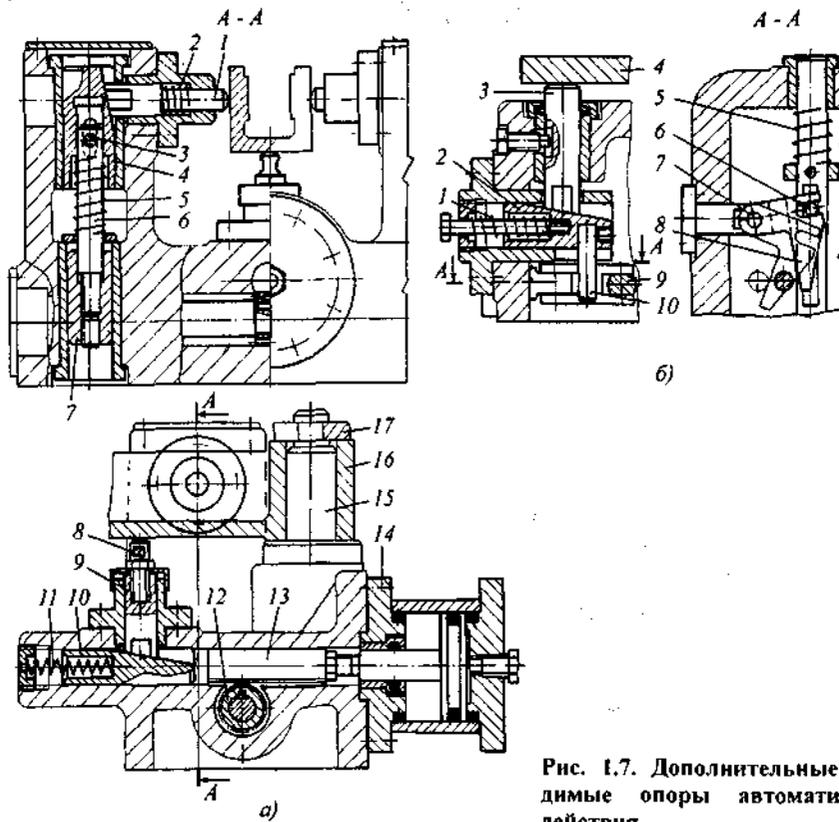


Рис. 1.7. Дополнительные подводимые опоры автоматического действия

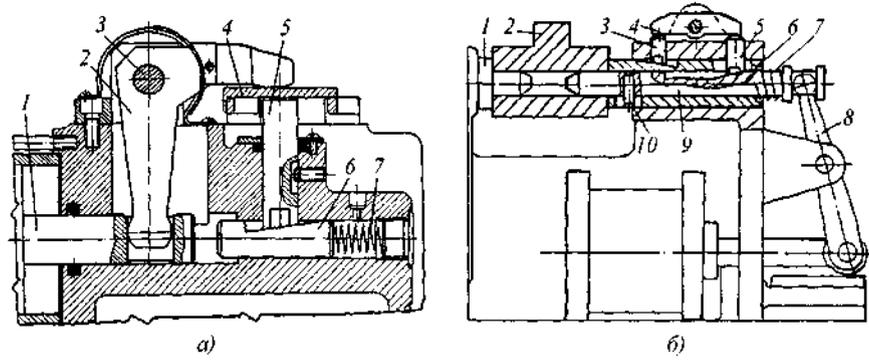


Рис. 1.8. Дополнительная подводимая опора заблокирована с работой зажимного механизма

Вопрос 1.12. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.8.

Вопрос 1.13. Опишите работу подводимых дополнительных опор, приведенных на рис. 1.9.

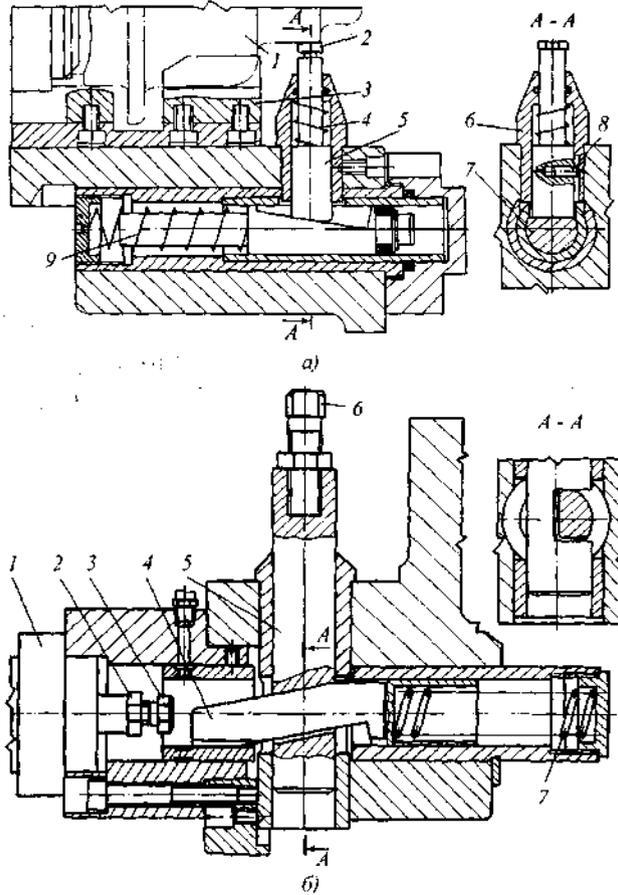


Рис. 1.9. Дополнительная подводимая опора, управляемая гидроцилиндром

Вопрос 1.14. Конструкция, материал, термообработка, сопряжения установочных цилиндрических и срезанных пальцев для установки заготовок отверстием и плоскостью или на два отверстия и плоскость.

Вопрос 1.15. Конструкция призм для установки заготовок наружной цилиндрической поверхностью.

Вопрос 1.16. Скольких степеней свободы лишают установочные элементы: длинный цилиндрический палец ($D < l$); длинный срезанный (ромбический) палец ($D < l$); короткий цилиндрический палец ($D > l$); короткий срезанный (ромбический) ($D > l$); длинная призма ($D < L$); короткая призма ($D > L$); длинная качающаяся призма; короткая качающаяся призма?

ОТВЕТЫ

Ответ 1.1. Базирование заготовок – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат или траектории движения инструмента.

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Ответ 1.2. Конструкция постоянных опор приведена на рис. 1.10, а опорных пластин – на рис. 1.11.

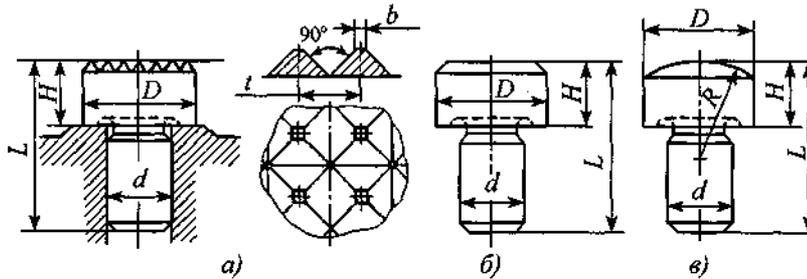


Рис. 1.10. Опоры постоянные:

a – с насеченной головкой по ГОСТ 13442–68; *b* – с плоской головкой по ГОСТ 13440–68; *c* – со сферической головкой по ГОСТ 13441–68:
 $D = 5 \dots 40$ мм, $d = 3 \dots 25$ мм, $H = 7 \dots 92$ мм, $h = 3 \dots 60$ мм, $R = 5 \dots 40$ мм

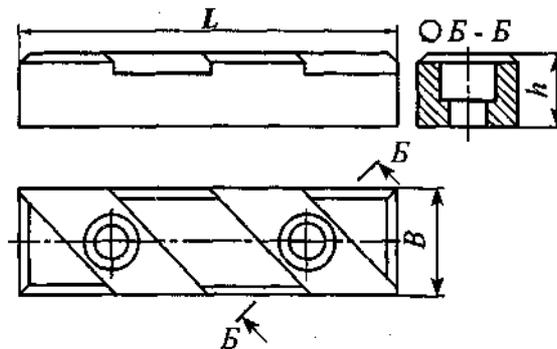


Рис. 1.11. Пластина опорная по ГОСТ 4743–68:

$L = 25 \dots 220$ мм, $B = 10 \dots 40$ мм,
 $h = 5 \dots 25$ мм

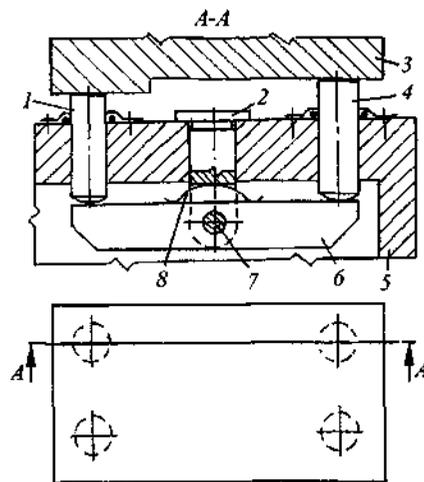


Рис. 1.12. Самоустанавливающаяся опора:

1, 4 – опорные штыри; 2 – серьга;
3 – заготовка; 5 – корпус; 6 – коромысло;
7 – ось; 8 – пружина

Опоры с плоской головкой применяют для установки на них небольших заготовок с обработанными базовыми поверхностями, а со сферической головкой – с необработанными поверхностями. Опоры с насеченной головкой служат для установки небольших заготовок в тех случаях, когда требуется преодолевать большие силы резания.

Материал всех опор диаметром $D \leq 12$ мм – сталь У7А, $D > 12$ мм – сталь 20Х. Сопряжение диаметра d опор с отверстиями корпуса по посадке Н7/г6 или Н7/н6.

Опорные пластины используют в оснастке для установки средних и крупных заготовок обработанными плоскими поверхностями.

Ответ 1.3. На рис. 1.12, 1.13 приведены конструкции самоустанавливающихся опор, применяемых для увеличения жесткости или устойчивости заготовки в приспособлении. Иногда их используют для установки деформированных заготовок.

Для защиты самоустанавливающихся опор от мелкой стружки и пыли иногда используют резиновые манжеты.

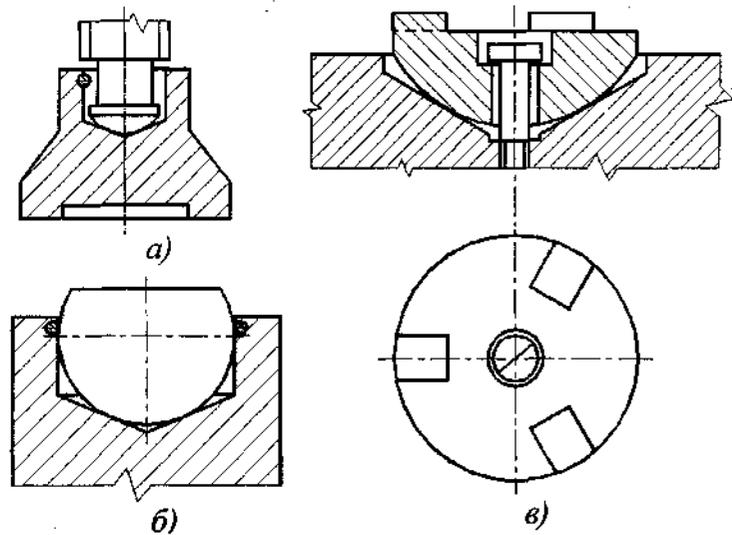


Рис. 1.13. Виды самоустанавливающихся опор:
а – с винтом; б – системы FBS для установки деформированных заготовок;
в – в конической расточке

Ответ 1.4. При обработке недостаточно жестких заготовок, для предотвращения их прогиба, необходимо использовать кроме основных установочных элементов дополнительные подводимые опоры. Эти опоры повышают жесткость и виброустойчивость заготовки в процессе ее обработки, а также препятствуют деформации или прогибу заготовки от действия сил зажимов и сил резания.

При использовании дополнительных опор необходимо помнить, что нормальная работа приспособления возможна только в том случае, когда заготовка своей массой легко перемещает дополнительные опоры до их соприкосновения с основными опорами.

В некоторых конструкциях это условие обеспечивается принудительным отводом дополнительных опор перед установкой заготовок, в других — использованием достаточно слабых пружин. Нельзя использовать конструкции дополнительных опор с жесткими пружинами, если рабочему требуется прижимать заготовку рукой для ее установки на постоянные опоры.

Целесообразность использования той или иной конструкции дополнительных опор во многом зависит от серийности производства. В индивидуальном или мелкосерийном производствах чаще применяют одиночные дополнительные опоры с ручным управлением; в серийном — опоры, управление которыми заблокировано между собой или с работой прихватов; в крупносерийном и автоматизированном — опоры, управляемые от гидроцилиндра, пневмоцилиндра или подвижной части станка.

На рис. 1.14, 1.15 приведены конструкция подводимой (дополнительной) опоры и схема приспособления с двумя подводимыми опорами. Перед установкой заготовки 6 (см. рис. 1.14) на основные опоры подводимая опора 7 опущена вниз. Это осуществляется перемещением клина 3 влево штырем 9. После установки и закрепления заготовки 6 штырь 9 отводят, при этом клин 3 перемещается пружиной 2 вправо и поднимает опору 7 до контакта с заготовкой. От засорения опору защищают втулка 4 и колпачок 5. Перемещая гайку 1 в корпусе 8, регулируют силу пружины 2.

Количество подводимых опор зависит от необходимой жесткости заготовки. На рис. 1.15 показана схема приспособления с двумя подводимыми опорами.

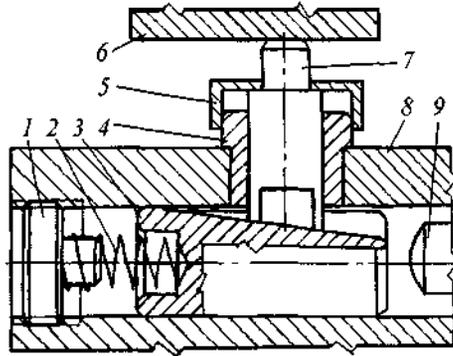


Рис. 1.14. Подводимая опора:
1 — гайка; 2 — пружина; 3 — клин; 4 — втулка;
5 — колпачок; 6 — заготовка; 7 — опора;
8 — корпус; 9 — штырь

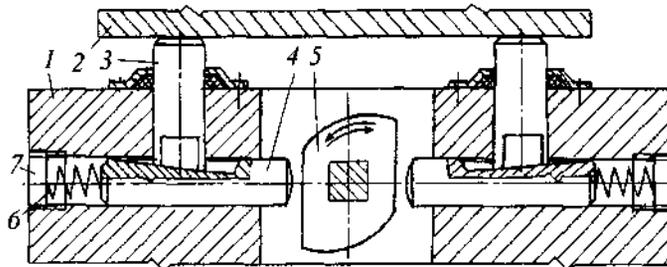


Рис. 1.15. Приспособление с двумя подводимыми опорами:
1 — корпус; 2 — заготовка; 3 — подводимая опора; 4 — штырь; 5 — эксцентрик;
6 — пружина; 7 — гайка

Ответ 1.5. Подводимые дополнительные опоры с ручным управлением используют в мелкосерийном производстве при обработке недостаточно жестких заготовок.

Рис. 1.1, а. Опору 1 подводят и отводят поворотом гайки 3. Для предотвращения поворота опоры предусмотрен винт 2, закрепленный в корпусе 4.

Рис. 1.1, б. Опорная планка 3 подводится к заготовке 1 винтом 4. Планка 3 перемещается в пазу корпуса приспособления и удерживается от выпадения винтом 2.

Рис. 1.1, в. Опора 2 перемещается вверх и вниз поворотом гайки 3. От вращения опоры 2 удерживает шпонка 4, установленная в корпусе 1.

Рис. 1.1, г. После установки вилки 3 верхним лепестком на опору 1, центрирования и крепления ее призмой, закрепленной на кондукторной плите скальчатого кондуктора, подводят две опоры 2, выполненные в виде эксцентрика. Подвод опор 2 осуществляют поворотом рукоятки 6. Втулкой 4 регулируют положение опор 2 относительно неподвижных направляющих 5.

Рис. 1.1, д. Перед установкой заготовки 3 на постоянную опору 2 рукояткой 6 отводят дополнительную опору 4. После установки заготовки до упора в призму 1 отпускают рукоятку 6 и опора 4 подводится пружиной 5.

Ответ 1.6. На рис. 1.2 приведены конструкции дополнительных подводимых опор, управляемых одной рукояткой.

Заготовки 2 (см. рис. 1.2, а) устанавливают на штырь 3 и перед креплением их ползуном 1 центрируют дополнительными опорами 4. Подвод опор к заготовкам осуществляется с помощью пружины 8, а отвод – вручную перемещением валика 7 эксцентриком 9. Для блокировки работы опор предусмотрены коромысла 5 и ползун 6.

Перед установкой заготовки 6 (см. рис. 1.2, б) на постоянные опоры и ее креплением отводят шесть дополнительных опор 5 перемещением плунжеров 2 в направлении от оси валика 4. Это осуществляют вручную поворотом валика 4 и совместно с ним шести эксцентриков 3. После установки и крепления заготовки эксцентрики возвращают в положение, показанное на рисунке. При этом пружины 1 перемещают плунжеры 2 и подводят опоры 5 к заготовке.

Ответ 1.7. Дополнительная опора 3 отводится массой заготовки 4 (см. рис. 1.3, а) при ее установке на опору 2. Стопорение опоры 3 при закреплении заготовки прихватом 5 осуществляет плунжер 8 при перемещении гильзы 7 под действием пружины 6.

Во время установки заготовки 3 (см. рис. 1.3, б) на штырь 9, опору 2 и призму 1 дополнительная опора 6 опускается, преодолевая сопротивление пружины 10. Стопорение опоры 6 осуществляется плунжером 7, который перемещается при закреплении заготовки гайкой 4. Сила закрепления на плунжер 7 передается от винта 5 через рычаг 8.

Ответ 1.8. Перед установкой заготовки 2 (см. рис. 1.4, а) клин 5, соединенный штифтом 9 со штоком 8, отведен влево, а опора 4 под действием пружины 7 опущена на опору вниз. После установки заготовки на опору 1 и ее закрепления прихватом 3, шток 8 перемещается в положение, показанное на рисунке. Благодаря прорези на штоке штифт 9 перемещается и пружина 6 сдвигает клин вправо, и опора 4 поднимается до упора в заготовку.

Во время установки заготовки 2 на опору 5 и в призму 4 плита 6 скальчатого кондуктора находится в верхнем крайнем положении (см. рис. 1.4, б), а опора 10 отведена клином 7. Во время крепления заготовки втулкой 3 плита 6 опускается, при этом клин 7 освобождает ролик 9 и опора 10 подводится к заготовке пружиной 8. При установке заготовка досылается в призму 4 подпружиненной втулкой 1.

Ответ 1.9. Подвод четырех дополнительных опор 11 и 13 производится одним пневмоцилиндром (см. рис. 1.5, а). После установки заготовки 12 на постоянные опоры

и ее крепления подается сжатый воздух в правую полость пневмоцилиндра и шток 4 занимает положение, показанное на рисунке. При этом дополнительные опоры 11 и 13 подводятся к заготовке плунжерами 7 и 3, так как на них воздействуют пружины 5 и 8. Во время раскрепления заготовки сжатый воздух подается в левую полость пневмоцилиндра. Шток 4 перемещается вправо, одновременно коромыслом 9, качающимся на оси 10, и винтами 2 перемещаются вправо плунжеры 7 и 3, сжимая пружины 5 и 8. Гайками 1 и 6 регулируют положение винтов 2.

Две дополнительные опоры 2 и 5, выполненные в виде призм, работают от одного пневмоцилиндра (см. рис. 1.5, б). При установке заготовки 3 на постоянные опоры 4 дополнительные опоры 2 и 5 опускаются под воздействием массы заготовки, преодолевая сопротивление пружин 1, стопорят опоры плунжерами 8, которые перемещают шток 6 пневмоцилиндром через гильзу 7, имеющую пазы под углом $7 \dots 10^\circ$.

Ответ 1.10. Дополнительная опора 4 (см. рис. 1.6, а) подводится к заготовке 5 пружиной 7 в то время, когда шток 12 пневмоцилиндра 1, перемещаясь влево, рычагом 9, качающимся на оси 3, и коромыслом 8 опускает два Г-образных прихвата 6, осуществляя крепление заготовки 5. Вниз опора 4 перемещается под воздействием своей массы при раскреплении заготовки. В это время (одновременно) шток 12, перемещаясь вправо, поворачивает рычаг 11 на оси 10 против часовой стрелки, преодолевая сопротивление пружины 7, и отводит скалку 2 влево.

При установке заготовки 3 (см. рис. 1.6, б) на центры 1 и 4 дополнительная опора 2 под воздействием силы тяжести заготовки опускается, преодолевая сопротивление пружины 11. В это время плунжер 8 отведен вправо пружиной 9. Стопорение опоры 2 с плунжером 10 осуществляет срезанный плунжер 8 в момент закрепления заготовки рычагом 5, поворачиваемым качающимся клином 7 через плунжер 6.

Ответ 1.11. Две дополнительные опоры 1 и одна дополнительная опора 8 работают от одного пневмоцилиндра 14 (см. рис. 1.7, а). После установки заготовки 16 на палец 15 и ее крепления быстросъемной шайбой 17 подводятся дополнительные опоры 1 и 8. Для этого рейка 13, перемещаясь вправо, освобождает плунжер 10, который под действием пружины 11 сдвигается и поднимает палец 9 совместно с опорой 8. Одновременно шестерни 12 поднимают две скалки-рейки 7 совместно со шпильками 6 вверх, а пружины 5 перемещают втулки 4. Последние своими скосами под углом $7 \dots 10^\circ$ подводят дополнительные опоры 1. При обратном ходе рейки 13 плунжер 10 перемещается влево и опора 8 опускается. Одновременно шестерни 12 опускают скалки-рейки 7 и штифтами 3 опускают втулки 4. При этом пружины 2 отводят опоры 1.

Дополнительные опоры 3 (см. рис. 1.7, б) работают от скалки 9, которая перемещается пневмоцилиндром. Подводятся опоры 3 к заготовке 4 пружинами 1 и перемещающимися вправо втулками 2, имеющими пазы под углом $7 \dots 10^\circ$. Отводятся опоры, когда скалка 9 перемещается пневмоцилиндром или пружиной 5 вниз (см. разрез А-А). При этом штифты 6 поворачивают рычаги 8 на осях 7 и упираются в штифты 10. Втулка 2 при этом перемещается влево.

Ответ 1.12. Дополнительная опора 5 опускается вниз во время раскрепления заготовки 4 (см. рис. 1.8, а). При этом плунжер 1 перемещает скалку 6 вправо, поворачивая прихват 2 на оси 3 против часовой стрелки. Подвод опоры 5 к заготовке осуществляется пружиной 7, когда плунжер 1 пневмоцилиндра перемещается влево.

Заготовку 2 устанавливают на штыри 1 и 9 (см. рис. 1.8, б). Дополнительную опору 6 перемещают к заготовке пружиной 7, одновременно с перемещением штыря 9 влево рычагом 8. Стопорится дополнительная опора 6 в конце хода штыря 9 через плунжеры 3 и 5 и коромысло 4. Отводится опора 6 штифтом 10 при ходе штыря 9 вправо.

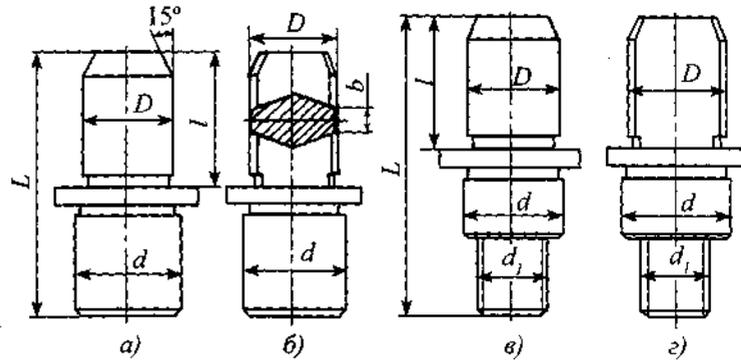


Рис. 1.16. Конструкции установочных пальцев:

a – цилиндрические постоянные по ГОСТ 12209–66; *б* – срезанные постоянные по ГОСТ 12210–66; *в* – цилиндрические сменные по ГОСТ 12211–66; *з* – срезанные сменные по ГОСТ 12212–66. Размеры, мм: для постоянных пальцев $D = 1,6 \dots 50$; $b = 0,6 \dots 5,0$; $d = 2,5 \dots 32$; $L = 10 \dots 70$; $l = 4 \dots 36$; для сменных пальцев $D = 1,6 \dots 50$; $d = 2,5 \dots 32$; $d_1 = M2 \dots M20$; $L = 14 \dots 85$; $l = 4 \dots 36$; $b = 0,6 \dots 5,0$

Ответ 1.13. После установки заготовки *1* на опоры *3* (см. рис. 1.9, *a*) пружиной *9* и шток-клином *7* подводится опора *5*. Для отвода опоры *5* предусмотрена пружина *4* и гидроцилиндр (на рисунке не показан). Втулка *б* и штифт *8* направляют опору *5*. Винтом *2* регулируют высоту опоры.

Перед установкой заготовки опоры *5* (см. рис. 1.9, *б*) отводят вниз перемещением клина *4* вправо штоком гидроцилиндра *1*. После установки и закрепления заготовки шток с винтом *3* отводят влево, а клин *4* под действием пружины *7* подводит опору *5* к заготовке. Для отладки работы опоры предусмотрены винты *3*, *б* и гайка *2*.

Ответ 1.14. На рис. 1.16 приведены конструкции установочных цилиндрических и срезанных (ромбических) пальцев.

Размеры пальцев приведены в [12]. Так, диаметры для установки заготовок (D) приняты от 1,6 до 50 мм с полем допуска по g_6 или f_7 ; посадочные диаметры для соединения с корпусом оснастки (d) от 2,5 до 32 мм с полем допуска по h_6 ; ширина посадочного диаметра для заготовок срезанных пальцев принята от 0,6 до 5 мм. Материал пальцев диаметром (D) до 16 мм – сталь У8А, диаметром свыше 16 мм – сталь 20Х, твердость 56 ... 61 HRC. Пальцы из стали 20Х цементируют на глубину 0,8 ... 1,2 мм.

Ответ 1.15. Установку заготовок наружной цилиндрической поверхностью осуществляют в патроны кулачковые и цанговые, во втулки, призмы и др. Стандартные призмы приведены на рис. 1.17.

В справочнике [12] приведены стандартные призмы для установки заготовок, имеющих цилиндрические поверхности диаметром $D = 5 \dots 150$ мм, с углом 90° . Подвижные и установочные призмы монтируют в П-образных направляющих колодках по ГОСТ 12198–66 (рис. 1.18) по посадке H7/f7.

Неподвижные призмы и направляющие колодки крепят к корпусу оснастки с помощью двух штифтов и двух или четырех винтов.

Иногда для уменьшения числа лишаящих заготовку степеней свободы используют нестандартные конструкции призм: длинную ($D < L$) качающуюся; короткую ($D > L$) качающуюся; длинную свободно поворачивающуюся на цапфе, ось которой расположена перпендикулярно оси заготовки; короткую свободно поворачивающуюся и др.

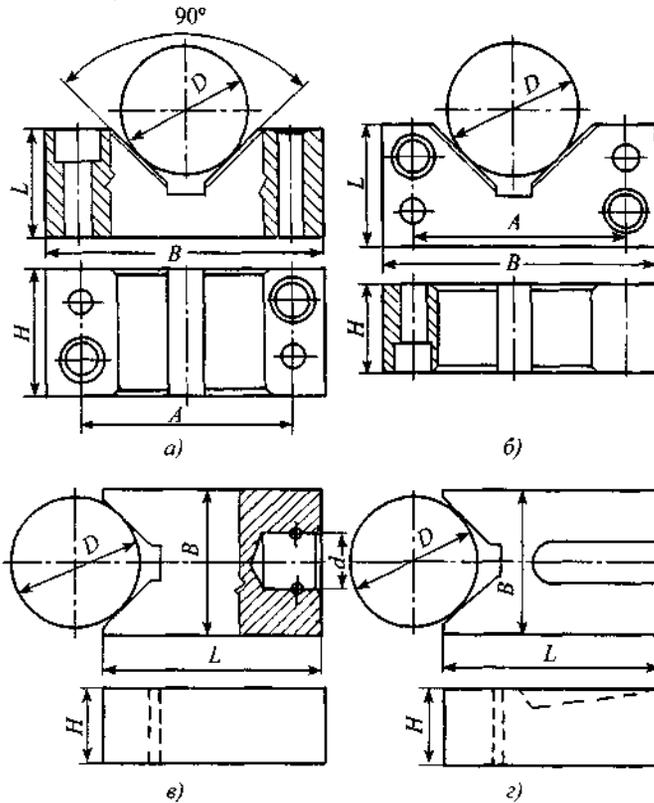


Рис. 1.17. Призмы стандартные:

а — опорные по ГОСТ 12195-66; б — с боковым креплением по ГОСТ 12197-66;
 в — подвижные по ГОСТ 12193-66; г — установочные по ГОСТ 12194-66

Ответ 1.16. Длинный ($D < l$) цилиндрический палец и длинная призма лишают заготовку четырех степеней свободы; длинный ($D < l$) срезанный (ромбический), короткий ($D > l$) цилиндрический палец и короткая призма лишают заготовку двух степеней свободы; короткий ($D > l$) срезанный (ромбический) палец и короткая качающаяся призма лишают заготовку одной степени свободы; длинная качающаяся призма ($D < l$) лишает заготовку одной степени свободы.

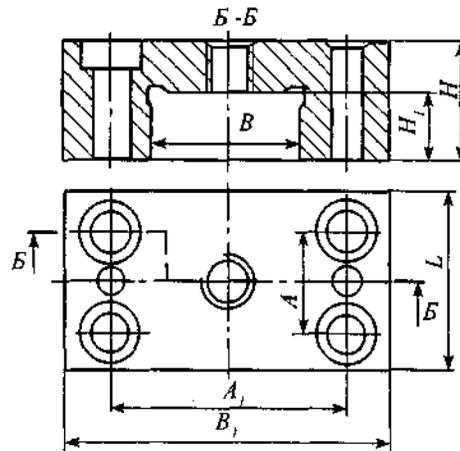


Рис. 1.18. Колодки направляющие.

Размеры, мм: $A_1 = 21 \dots 125$; $A = 14 \dots 155$;
 $B_1 = 32 \dots 150$; $B = 10 \dots 100$; $H = 16 \dots 50$;
 $H_1 = 8 \dots 32$

2. ПОГРЕШНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСНАСТКИ

При использовании технологической оснастки для крепления заготовок возникают различные погрешности: базирования, закрепления, положения заготовки по отношению к инструменту, установки оснастки на станке и др. Кроме того, при обработке заготовок появляются дополнительные погрешности, связанные с настройкой станка, износом инструмента, упругими сжатиями системы под действием сил резания и пр. Погрешности могут быть систематические и случайные. Больше того, случайные погрешности возникают в результате действия большого числа факторов. Определить заранее величину случайной погрешности (базирования, закрепления и др.) для каждой заготовки в обрабатываемой партии невозможно, так как происходит рассеяние размеров обрабатываемых заготовок.

Систематические погрешности могут быть постоянными или закономерно изменяющимися, поэтому их проще определить. Примером систематической постоянной погрешности может служить погрешность межосевого расстояния кондукторных втулок или непараллельность оси шпинделя направляющим станины токарного станка. Эти погрешности в отдельных случаях компенсируются настройкой. Систематическая закономерно изменяющаяся погрешность – это, например, погрешность, вызываемая износом режущего инструмента.

ВОПРОСЫ

Вопрос 2.1. Что Вы знаете о погрешностях установки заготовок в технологической оснастке?

Вопрос 2.2. Что называют погрешностью базирования и когда она возникает?

Вопрос 2.3. Определите погрешности базирования при установке вала в призму.

Вопрос 2.4. Определите погрешность базирования ($\epsilon_{\delta 50}$) при фрезеровании паза (рис. 2.1).

Вопрос 2.5. Определите погрешность базирования ($\epsilon_{\delta 25}$) заготовки в призму для размера 25 мм (рис. 2.2, а).

Вопрос 2.6. Определите погрешность базирования ($\epsilon_{\delta 5}$) заготовки в призму для размеров 8, 22 и 7 мм (рис. 2.2, б).

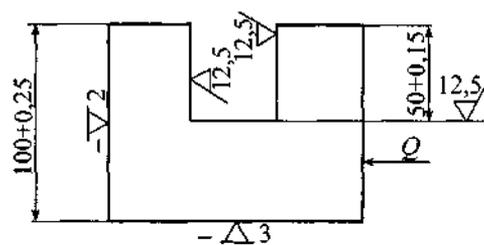


Рис. 2.1. Схема базирования
прямоугольной заготовки

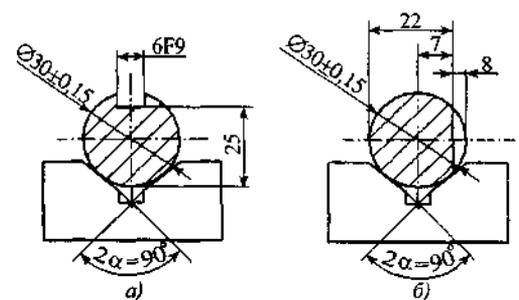


Рис. 2.2. Схема базирования вала
на призму при фрезеровании:
а – паз; б – лыски

Вопрос 2.7. Определите погрешности базирования ($\epsilon_{\delta 35}$), ($\epsilon_{\delta 15}$) заготовки внутренней цилиндрической поверхностью на цилиндрический палец: $d_n = 20 - 0,1$ мм; $d = 20 + 0,15$ мм; $D = 40 - 0,2$ мм; $\Delta_{\text{гар}} = 0,05$ мм – гарантированный зазор (рис. 2.3, а).

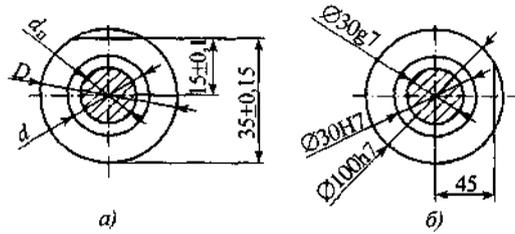


Рис. 2.3. Схема базирования втулки на цилиндрический палец с зазором при фрезеровании лыски, расположенной: а – сверху; б – сбоку

Вопрос 2.8. Определите погрешность базирования для размера 45 мм, выдерживаемого при фрезеровании лыски в партии заготовок, устанавливаемых отверстием и плоскостью на жесткий палец по посадке Н7/г7 ($+0,021_{-0,028}^{0,007}$) (рис. 2.3, б).

Вопрос 2.9. Определите погрешность базирования для размера $50 \pm 0,2$ мм ($\epsilon_{\delta 50}$), выдерживаемого при фрезеровании паза шириной 15 мм, если установка заготовки на фрезерной операции осуществлена по цилиндрическому ($\text{Ø}8\text{H}7/\text{g}6$) и срезанному ($\text{Ø}15\text{H}7/\text{g}6$) пальцам и плоскости (рис. 2.4, а).

$$\text{Ø}8\text{g}6 = 8_{-0,017}^{-0,006}; \text{Ø}8\text{H}7 = 8 + 0,015; \text{Ø}15\text{H}7 = 15 + 0,018; \text{Ø}15\text{g}6 = 15_{-0,017}^{-0,006}$$

Вопрос 2.10. Определите погрешность базирования ($\epsilon_{\delta 5}$) для размера 5 мм при сверлении в кондукторе отверстия под М6-7Н, если базируют заготовку по цилиндрической наружной поверхности и торцу В (рис. 2.4, б).

Вопрос 2.11. Какую конструкцию переднего центра предпочтительнее применять для уменьшения влияния глубины зацентровки на точность линейных размеров "жесткий центр" или "плавающий" с опорной втулкой?

Вопрос 2.12. Выведите условие возможности установки заготовки двумя отверстиями и плоскостью на два цилиндрических пальца и плоскость.

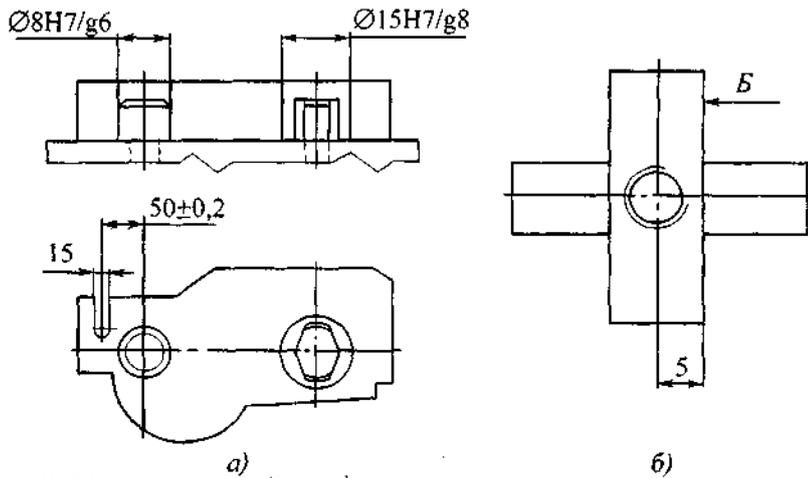


Рис. 2.4. Схемы базирования заготовок: а – по двум отверстиям и плоскости на цилиндрический и срезанный пальцы; б – на призму и торец

436695

МОТ
НО
ВОК
ИН-
СТИ
НИ-
ТНУ
РА-
АС-

ОЙ

ИЗА
ЛЯ
13-

Вопрос 2.13. Выведите условие возможности установки заготовки двумя отверстиями и плоскостью на один цилиндрический и один срезанный (ромбический) палец и определите оптимальное значение ширины цилиндрического участка срезанного пальца.

Вопрос 2.14. Заготовку устанавливают в приспособление по двум отверстиям и плоскости. Исходя из условия установки определить максимальный допустимый диаметр второго пальца d_{n2} , если $d_{n1} = 20_{-0,40}^{-0,02}$ мм, допуск межцентрового расстояния пальцев $\delta_n = \pm 0,02$ мм, диаметр отверстий $d_{01} = d_{02} = 20^{+0,023}$ мм; допуск межосевого расстояния отверстий $\delta_0 = 0,1$ мм.

Вопрос 2.15. Определить, возможна ли установка заготовки по двум отверстиям на два цилиндрических пальца и плоскость. Диаметры пальцев $\varnothing 32H7/g6 (+0,025_{-0,025}^{-0,009})$, $\varnothing 13H7/g6 (+0,018_{-0,017}^{-0,006})$; межосевое расстояние пальцев составляет $L_n = 70 \pm 0,02$ мм, а отверстий — $L_0 = 70 \pm 0,4$ мм.

Вопрос 2.16. Что такое погрешность закрепления заготовки (ϵ_z)?

Вопрос 2.17. Что такое погрешность положения заготовки ($\epsilon_{пр}$)?

Вопрос 2.18. Что Вы знаете о погрешности формы (деформации) заготовки?

Вопрос 2.19. Как определяют погрешность установки заготовки (на примере автоматических линий)?

Вопрос 2.20. Определите допустимую погрешность установки приспособления на станке ϵ_c , при которой обеспечиваются условия работы без брака.

Вопрос 2.21. Общие понятия о базах по ГОСТ 21495-76 (термины и определения).

Вопрос 2.22. Назовите виды баз по назначению.

Вопрос 2.23. Назовите виды баз по лишаемым степеням свободы.

Вопрос 2.24. Назовите виды баз по характеру проявления.

Вопрос 2.25. Приведите схему классификации баз и дайте название этим базам.

Вопрос 2.26. Предложите схему базирования заготовки корпуса подшипника для токарной обработки отверстий d и D , обеспечив выполнение размеров B , l и технические требования, указанные на рис. 2.5. Реализуйте полученную схему базирования в реальном приспособлении.

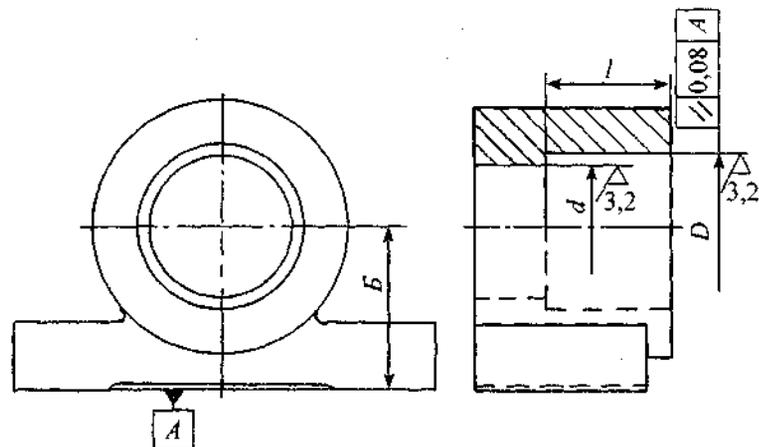


Рис. 2.5. Корпус подшипника

Вопрос 2.27. Предложите схему базирования заготовки крестовины для обработки торцов и зацентровки отверстий на токарном станке, выдерживая размеры B и отклонение от соосности отверстий $0,03$ мм (рис. 2.6). Реализуйте полученную схему базирования в реальном приспособлении.

Вопрос 2.28. Предложите схему базирования заготовки и ее реализацию в приспособлении, обеспечивающую достижение требуемой точности (рис. 2.7). Обрабатывают поверхность $\varnothing 25h9$ и $\varnothing 10H9$ на токарном станке.

Вопрос 2.29. Предложите схему базирования заготовки и ее реализацию в приспособлении, обеспечивающую достижение требуемой точности (рис. 2.8). Обрабатывают поверхность $\varnothing 40h9$ на токарном станке.

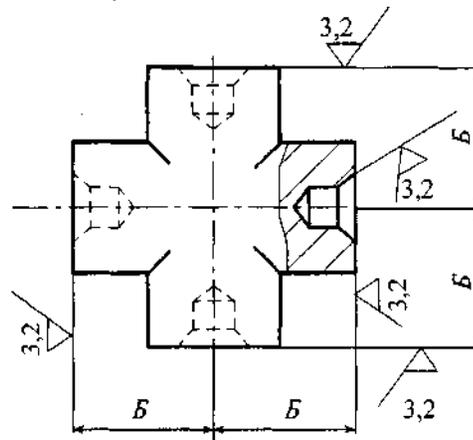


Рис. 2.6. Заготовка крестовины

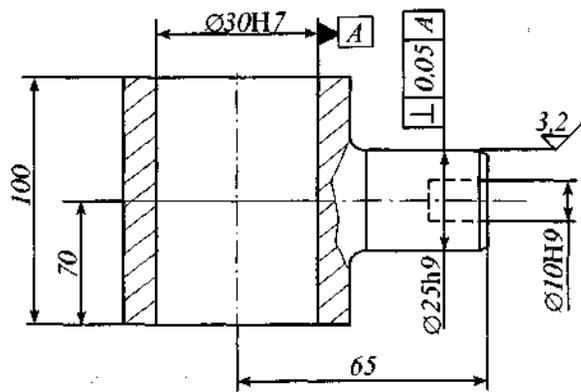


Рис. 2.7. Заготовка цапфы

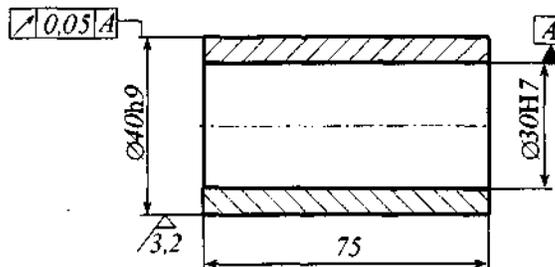


Рис. 2.8. Заготовка втулки

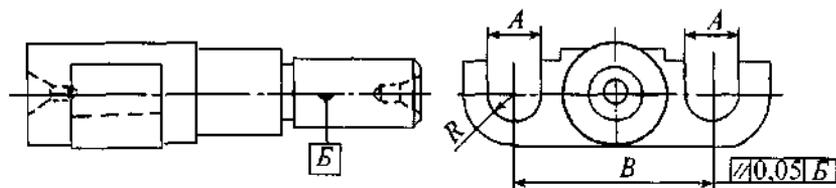


Рис. 2.9. Заготовка коромысла

Вопрос 2.30. Предложите схему базирования заготовки и ее реализацию в приспособлении, обеспечивающую достижение требуемой точности (рис. 2.9). Обрабатывают два паза A на горизонтально-фрезерном станке.

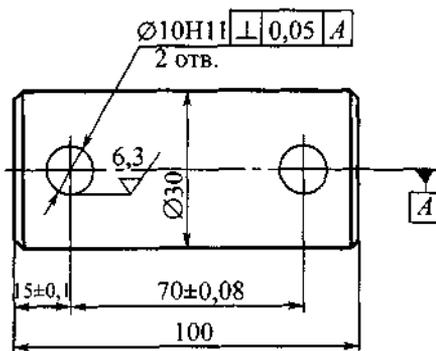


Рис. 2.10. Заготовка вала

Вопрос 2.31. Предложите схему базирования заготовки и ее реализацию в приспособлении, обеспечивающую достижение требуемой точности (рис. 2.10). Обрабатывают два отверстия $\varnothing 10H11$ на вертикально-сверлильном станке.

Вопрос 2.32. Предложите схему базирования заготовки и ее реализацию в приспособлении, обеспечивающую достижение требуемой точности (рис. 2.11). Обрабатывают отверстие $\varnothing 20H9$ на вертикально-сверлильном станке.

Вопрос 2.33. Предложите схему базирования для одновременной токарной обработки диаметра d и двух торцов детали, выдерживая технические требования (рис. 2.12). Реализуйте предложенную Вами схему базирования в реальном приспособлении, обеспечивающем выполнение технических требований.

Реализуйте предложенную Вами схему базирования в реальном приспособлении, обеспечивающем выполнение технических требований.

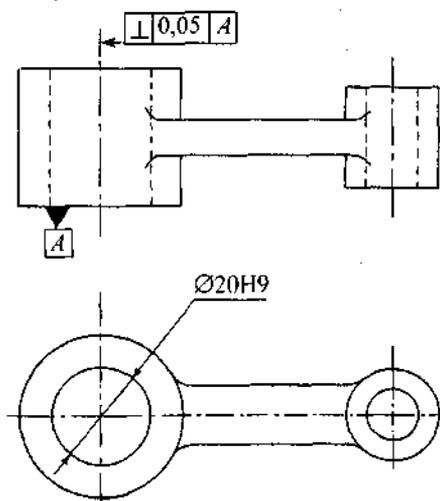


Рис. 2.11. Заготовка рычага

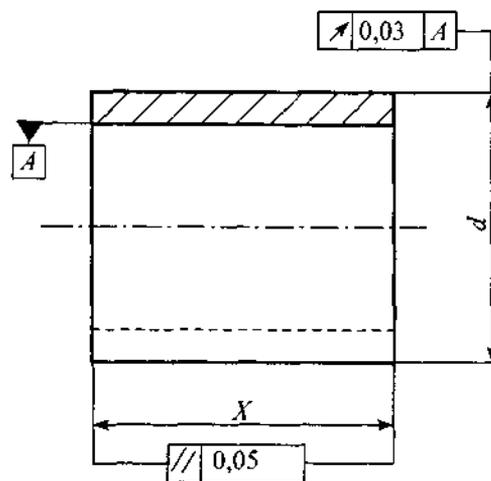


Рис. 2.12. Заготовка втулки

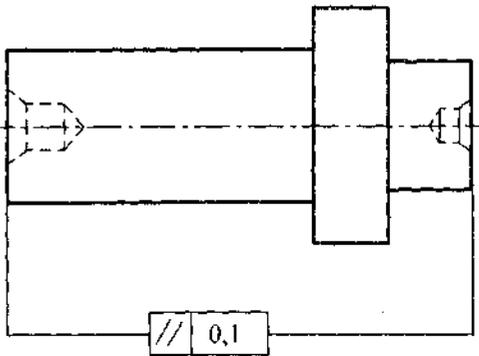


Рис. 2.13. Заготовка вала

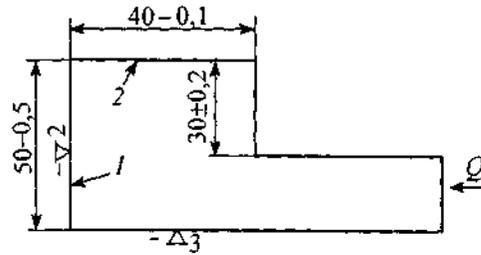


Рис. 2.14. Схема установки заготовки для определения погрешности базирования

Вопрос 2.34. Предложите схему базирования для фрезерования торцов и зацентровки вала (рис. 2.13). Реализуйте предложенную Вами схему базирования в реальном приспособлении, обеспечивающем выполнение технических требований.

ОТВЕТЫ

Ответ 2.1. Погрешность установки ϵ_y – это отклонение фактически достигнутого положения заготовки при установке в оснастку от требуемого. Ее определяют суммированием погрешностей базирования ϵ_b , закрепления ϵ_z и погрешности положения заготовки $\epsilon_{пр}$, вызываемой неточностью приспособления.

Ответ 2.2. Погрешностью базирования называют отклонение фактического положения заготовки при базировании от требуемого. Оно возникает только при несовпадении измерительной и технологической баз заготовки. Так как положение измерительных баз отдельных заготовок в партии будут различными относительно обрабатываемой поверхности, эта погрешность является случайной. Величина ϵ_b не является абстрактной, она относится к выполняемому размеру и должна иметь индекс данного размера. Погрешность базирования ϵ_b в каждом конкретном случае определяют геометрическими расчетами.

На рис. 2.14 показана схема установки заготовки, для которой погрешность базирования по отношению к размеру 40 – 0,1 мм равна нулю ($\epsilon_{b40} = 0$), так как технологическая и измерительная базы совмещены в плоскости 1, а по отношению к размеру 30 ± 0,2 мм равна допуску на размер 50 мм: $\epsilon_{b30} = 0,5$ мм, так как технологическая база 1 не совмещена с измерительной базой 2. Из этого следует, что при обработке заготовки в размер 30 ± 0,2 мм брак неизбежен.

Ответ 2.3. Составим схему установки вала на призму (рис. 2.15).

Из схемы установки находим:

$$\epsilon_{h_1} = \Delta h_1 = AB_1 - AB_2 = \left(\frac{D_{\max}}{2} + \frac{D_{\max}}{2 \sin \alpha/2} \right) - \left(\frac{D_{\min}}{2} + \frac{D_{\min}}{2 \sin \alpha/2} \right) =$$

$$= \frac{(D_{\max} - D_{\min})(1 + \sin \alpha/2)}{2 \sin \alpha/2} = \frac{\delta_D(1 + \sin \alpha/2)}{2 \sin \alpha/2} = K_1 \delta_D.$$

Аналогично:

$$\epsilon_{h_2} = \Delta h_2 = \frac{\delta_D}{2 \sin \alpha/2} = K_2 \delta_D; \quad \epsilon_h = \Delta h = \frac{\delta_D}{2 \sin \alpha/2} = K \delta.$$

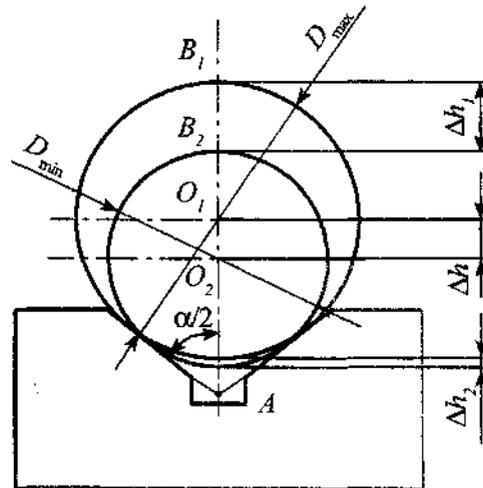


Рис. 2.15. Схема, поясняющая причины возникновения погрешности базирования при установке вала на призму: Δh_1 , Δh_2 — соответственно расстояния между верхними и нижними положениями образующих валов, изготовленных с предельными отклонениями размеров; Δh — расстояние между осями валов с наибольшим (D_{\max}) и наименьшим (D_{\min}) предельными диаметрами

Допуск на диаметр вала $\delta_D = D_{\max} - D_{\min}$.

Подставляя значение угла α призмы, получим числовые значения коэффициентов K , K_1 и K_2 , приведенные в табл. 2.1.

2.1. Значения коэффициентов K , K_1 и K_2 при различных углах α призмы

Коэффициент	Угол призмы α , °			
	60	90	120	180
K	1,0	0,7	0,58	0,5
K_1	1,5	1,21	1,07	1,0
K_2	0,5	0,21	0,08	0

Ответ 2.4. Погрешность базирования возникает при несовмещении установочной и измерительной баз. В нашем случае: $\varepsilon_{650} = (100 + 0,25) - (100 - 0,25) = 0,5$ мм.

Брак неизбежен, так как погрешность базирования ($\varepsilon_{650} = 0,05$ мм) больше допуска на выполняемый размер $50 \pm 0,15$ мм.

Ответ 2.5. При базировании цилиндрической заготовки в призму всегда возникает погрешность базирования, так как установочная база не совпадает с измерительной. В нашем случае:

$$\varepsilon_{\delta_{25}} = \frac{ITD (1 - \sin \alpha)}{2 \sin \alpha} = \frac{150 (1 - 0,707)}{2 \cdot 0,707} = 75 \cdot 0,41 = 31 \text{ мкм.}$$

Ответ 2.6. $\varepsilon_{\delta_{22}} = \varepsilon_{\delta_{88}} = \frac{ITD}{2} = \frac{150}{2} = 0,075$ мкм; $\varepsilon_{\delta_{7}} = 0$.

Ответ 2.7. $\varepsilon_{\delta_{15}} = ITd_n + ITd + \Delta_{\text{rap}} = 0,10 + 0,15 + 0,05 = 0,30$ мм;

$$\varepsilon_{\delta_{35}} = 0,5ITD_n + ITd + \Delta_{\text{rap}} + ITD_n = 0,5 \cdot 0,2 + 0,15 + 0,05 + 0,1 = 0,40 \text{ мм.}$$

Ответ 2.8. $\epsilon_{\delta 45} = S_{\max} = 30,021 - 29,972 = 0,049$ мм.

Ответ 2.9. Срезанный (ромбический) палец $\varnothing 15g6$ не ограничивает перемещения заготовки в направлении обрабатываемого паза. Перемещение заготовки ограничивает только цилиндрический палец $\varnothing 8g6$:

$$\varnothing 8H7 = 8(+0,015); \varnothing 8g6 = 8_{-0,017}^{-0,006}$$

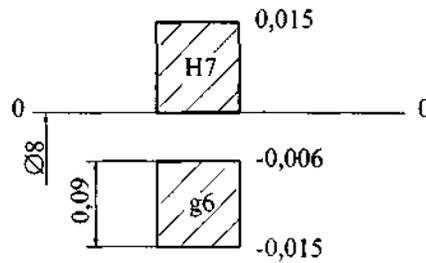


Рис. 2.16. Схема расположения полей допусков

Из схемы полей допусков (рис. 2.16) сопряжения цилиндрического пальца $\varnothing 8g6$ с отверстием заготовки $\varnothing 8H7$ находим погрешность базирования для размеров $50 \pm 0,2$: $\epsilon_{\delta 50} = S_{\max} = 0,025 + 0,017 = 0,042$ мм.

Ответ 2.10. $\epsilon_{\delta 5} = 0$, так как обеспечивается принцип совмещения баз установочной и измерительной (торец B).

Ответ 2.11. Погрешность базирования ϵ_{δ} при установке заготовки на "жесткий" центр определяется из схемы базирования (рис. 2.17, а) и прямоугольного треугольника (рис. 2.17, б):

$$\epsilon_{\delta} = \frac{\delta}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Погрешность базирования ϵ_{δ} при установке заготовки на "плавающий" центр: $\epsilon_{\delta} = 0$. Таким образом, с целью уменьшения влияния глубины зацентровки на точность линейных размеров необходимо заготовку базировать на "плавающий" центр.

Ответ 2.12. Для определения условия возможности установки заготовки двумя отверстиями и плоскостью на два цилиндрических пальца и плоскость составим схемы: 1) лучшего случая, когда оси отверстий и пальцев совпадают, т.е. расстояния между отверстиями 1, 4 и пальцами 2, 3 выполнены по номиналу (рис. 2.18, а); 2) худшего случая из всех возможных, когда межцентровое расстояние отверстий на заготовке выполнено по наибольшему предельному размеру ($L + \delta_0/2$), а межцентровое расстояние пальцев — по наименьшему ($L - \delta_0/2$), зазоры в сопряжениях отверстий с пальцами выполнены минимальными (рис. 2.18, б).

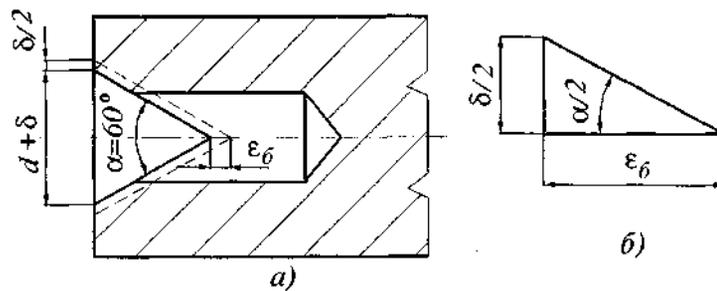


Рис. 2.17. Схемы:

а — базирования на "жесткий" центр; б — для расчета перемещения торца заготовки в зависимости от допуска (δ) на центровое отверстие (d)

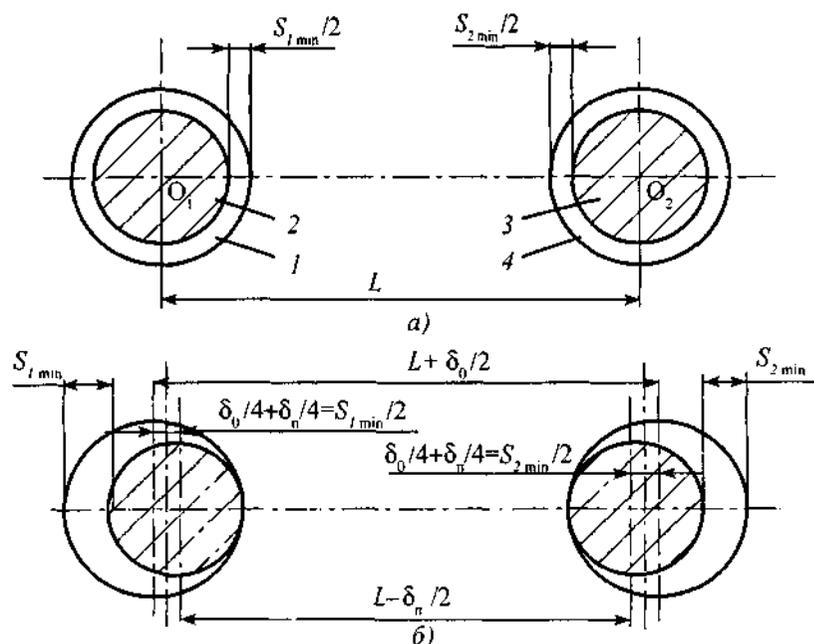


Рис. 2.18. Схемы для определения условия возможности установки заготовки на два цилиндрических пальца: а – оси отверстий и пальцев совпадают; б – оси отверстий и пальцев не совпадают

Из графического построения (рис. 2.18, б) находим

$$2(\delta_0/4 + \delta_n/4) = S_{1min}/2 + S_{2min}/2.$$

Отсюда определяем условие возможности установки заготовки на два цилиндрических пальца

$$S_{1min} + S_{2min} \geq \delta_0 + \delta_n$$

где δ_0 , δ_n – соответственно допуски на межосевое расстояние между отверстиями заготовки и между установочными пальцами оснастки.

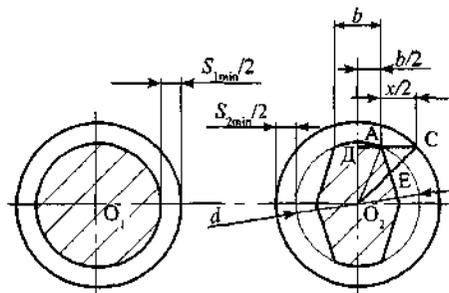


Рис. 2.19. Схема для определения влияния срезанного пальца на условие установки заготовки на цилиндрический и срезанный пальцы

Ответ 2.13. Составляем схему для определения влияния срезанного пальца на условие установки заготовки на цилиндрический и срезанный пальцы (рис. 2.19).

Из треугольника DO_2C имеем $(O_2E + EC)^2 = (O_2D)^2 + (DA + AC)^2$.

Из треугольника AO_2D имеем $(O_2D)^2 = (AO_2)^2 - (AD)^2$; заменив буквенные названия отрезков их значениями, получаем

$$(d/2 + S_{2min}/2)^2 = d^2/4 - b^2/4 + (b/2 + x/2)^2.$$

Решая это уравнение относительно x , пренебрегая квадратами малых величин ($x^2, S_{2\min}^2$), получаем $x = \frac{d}{b} S_{2\min}$, где x — зазор между срезанным пальцем и отверстием заготовки.

Отсюда условие установки заготовки двумя отверстиями и плоскостью на цилиндрический и срезанный пальцы

$$S_{1\min} + S_{2\min} \frac{d}{b} \geq \delta_0 + \delta_n,$$

откуда $b \leq \frac{S_{2\min}}{(\delta_0 + \delta_n) - S_{1\min}} d.$

Следовательно, чем уже цилиндрический участок b срезанного пальца, тем больше зазор x .

Ответ 2.14. Условие установки заготовки двумя отверстиями и плоскостью на два цилиндрических пальца имеет вид $S_{1\min} + S_{2\min} \geq \delta_0 + \delta_n$, где $S_{1\min}$ и $S_{2\min}$ — соответственно минимальный зазор между первым пальцем и отверстием заготовки и между вторым пальцем и вторым отверстием заготовки. $S_{2\min} = d_{02\min} - d_{02\max}$, тогда из условия установки получим

$$d_{n2\max} = d_{02\min} + S_{1\min} - (\delta_0 + \delta_n) = 20 + 0,023 - (0,10 + 0,04) \approx 19,88 \text{ мм.}$$

Ответ 2.15. Установка на два пальца невозможна, так как не выполняется условие: $S_{1\min} + S_{2\min} \geq \delta_0 + \delta_n$. В нашем случае $S_{1\min} = 0,009$ мм, $S_{2\min} = 0,006$; следовательно, $0,009 + 0,006 < 0,8 + 0,4$.

Ответ 2.16. Во время крепления заготовки часто происходит поворот или смещение ее от исходного положения. Смещение измерительной базы заготовки происходит в результате упругих деформаций в стыке заготовка-установочные элементы-корпус оснастки. Погрешность закрепления (ϵ_3) мала и постоянна при отсутствии колебания силы закрепления. В работе [12] приведена формула для определения погрешности закрепления и ее составляющих:

$$\epsilon_3 = \cos \beta \left(\sqrt{(\epsilon_3')^2 + (\epsilon_3'')^2 + (\epsilon_3''')^2} + \epsilon_{3\text{ин}} \right),$$

где β — угол между направлениями выдерживаемого размера и наибольшего перемещения; погрешности закрепления: ϵ_3' — из-за непостоянства силы закрепления; ϵ_3'' — из-за неоднородности шероховатости базы заготовок; ϵ_3''' — из-за неоднородности волнистости базы заготовок; $\epsilon_{3\text{ин}}$ — из-за прогрессирующего износа опорной поверхности установочного элемента (систематическая погрешность).

Составляющие погрешности закрепления ($\epsilon_3', \epsilon_3''$ и ϵ_3''') определяют по империческим формулам [12] в зависимости от конструкции установочных элементов.

Ответ 2.17. Погрешность положения заготовки $\epsilon_{\text{пр}}$, вызываемая неточностью оснастки, определяется погрешностями при изготовлении и сборке ее установочных элементов $\epsilon_{\text{вс}}$, их износом $\epsilon_{\text{и}}$ и погрешностью установки приспособления на станок $\epsilon_{\text{с}}$.

Неточность положения установочных элементов ($\epsilon_{\text{вс}}$) оговаривается в чертеже оснастки, а технологические возможности изготовления оснастки позволяют предусматривать ее в пределах 0,005 ... 0,015 мм.

Составляющая $\epsilon_{\text{с}}$ возникает в результате перемещений и перекосов корпуса оснастки на столе, планшайбе или в шпинделе станка. При определенных условиях (в массо-

вом производстве) погрешность ε_c устраняют настройкой и выверкой. В серийном производстве при многократной смене оснастки на станке, ε_c становится некомпенсируемой случайной величиной и изменяется в пределах посадок H7/f7, а для прецизионных приспособлений H7/g6. Обычно $\varepsilon_c \approx 0,015 \dots 0,05$ мм.

Погрешность $\varepsilon_{ин}$, вызываемая износом установочных элементов, зависит от программы выпуска изделий (т.е. числа установок заготовки), материала и массы заготовок, состояния их базовых поверхностей и площади поверхности контакта установочных элементов оснастки с заготовкой.

Число установок заготовок, вызывающих износ опоры на 1 мкм, называют износоустойчивостью опоры S . Ее значение рассчитывают в порядке, указанном в работе [12].

Погрешность положения заготовки $\varepsilon_{пр}$ принято определять в зависимости от серийности производства изделий [3]. В серийном производстве

$$\varepsilon_{пр} = t \sqrt{\lambda_1 \varepsilon_{ин}^2 + \lambda_2 \varepsilon_c^2} + \varepsilon_{ус},$$

где t — коэффициент, определяющий процент риска получения брака при обработке (при распределении погрешностей по нормальному закону Гаусса и $t = 1$ риск составляет 32 %, при $t = 2$ он равен 4,5 %, при $t = 3 - 0,27$ %); λ_1 и λ_2 — коэффициенты, зависящие от закона распределения погрешностей [3]. Обычно $\lambda_1 = 1/3$ (распределение Гаусса), $\lambda_2 = 1,9$ (кривая распределений равной вероятности).

Погрешность $\varepsilon_{ус}$ рассматривается как постоянная. Для значения $t = 3$, формула для определения $\varepsilon_{пр}$ примет вид

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{3\varepsilon_{ин}^2 + \varepsilon_c^2} + \varepsilon_{ус}.$$

Если используется многоместная оснастка, то

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{3\varepsilon_{ин}^2 + \varepsilon_{ус}^2}.$$

При использовании оснастки-спутников на автоматических линиях

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{3\varepsilon_{ин}^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{ус}^2}.$$

Ответ 2.18. Погрешность формы заготовки ($\Delta_{ср}$) включает погрешность, получаемую в результате геометрических погрешностей станка, и погрешность деформации заготовки под влиянием сил закрепления. В работе [3] приведены уравнения для определения смещения оси заготовки в самоцентрирующих патронах и погрешностей формы колец.

Ответ 2.19. Погрешность установки заготовки в приспособлении на автоматических линиях определяют как суммарное поле случайных погрешностей: базирования $\varepsilon_б$, закрепления $\varepsilon_з$, положения $\varepsilon_{пр}$, установки оснастки на станке $\varepsilon_с$, износа опор $\varepsilon_{ин}$, изготовления и сборки установочных элементов $\varepsilon_{ус}$:

$$\varepsilon = t \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2} = 3 \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{ус}^2},$$

где t — коэффициент, определяющий процент риска получения брака при обработке (при $t = 1$ риск составляет 32 %, при $t = 2 - 4,5$ %, при $t = 3 - 0,27$ %).

Полученную погрешность сравнивают с допуском на обрабатываемый размер, при этом должно выполняться условие $\delta \geq \varepsilon$. В противном случае необходимо менять схему установки заготовки, ужесточать технические требования к изготовлению оснастки.

Ответ 2.20. Условие работы без брака, связанное с погрешностью установки приспособления на станке:

$$\Delta_n + \Delta_{об} + \varepsilon_y \leq \delta;$$

так как $\Delta_n + \Delta_{об} = \omega$, тогда $\varepsilon_y = \delta - \omega$, где ω – точность обработки, получаемая статистически или из справочной литературы (среднеэкономическая точность обработки); δ – допуск на обрабатываемый размер.

Погрешность настройки Δ_n возникает в процессе установки режущего инструмента относительно кондукторных втулок, установов, упоров, копиров и пр. Эта погрешность является случайной величиной. Ее определяют по уравнению

$$\Delta_n = K \sqrt{\Delta_{изм}^2 + \Delta_{рег}^2},$$

где $\Delta_{изм}$ – погрешность измерения пробных проходов. Она составляет при измерении штангенциркулем с ценой деления 0,02 мм 0,045 мм, с ценой деления 0,05 мм 0,09 мм, микрометром 0,006 ... 0,015 мм, шупом 0,012 мм.

$\Delta_{рег}$ – погрешность регулирования инструмента. Она составляет: по лимбу 0,015 ... 0,045 мм; по индикаторному упору 0,005 ... 0,015 мм; по жесткому упору 0,04 ... 0,08 мм; по высотному или угловому установу 0,02 ... 0,03 мм.

Погрешность обработки $\Delta_{об}$ вызывается геометрической неточностью станка, тепловой деформацией, неточностью изготовления инструмента, его износом и пр.

Ответ 2.21. Общие понятия по ГОСТ 21495–76.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База – поверхность или сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Проектная база – база, выбранная при проектировании изделия, технологического процесса изготовления или ремонта этого изделия.

Действительная база – база, фактически используемая в конструкции, при изготовлении, эксплуатации или ремонте изделия.

Ответ 2.22. Виды баз по назначению по ГОСТ 21495–76.

Конструкторская база – база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы (СЕ) в изделии.

Основная база – конструкторская база, принадлежащая данной детали или СЕ и используемая для определения ее положения в изделии.

Вспомогательная база – конструкторская база, принадлежащая данной детали или СЕ и используемая для определения положения присоединяемого к ним изделия.

Технологическая база – база, используемая для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте.

Измерительная база – база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Ответ 2.23. Виды баз по лишаемым степеням свободы.

Установочная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их трех степеней свободы – перемещения вдоль координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Направляющая база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Опорная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

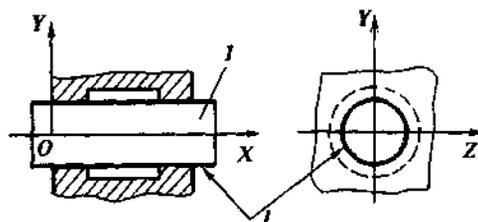


Рис. 2.20. Двойная направляющая база:
I – двойная направляющая база детали, лишаящая ее перемещений вдоль осей *Y* и *Z* и поворотов вокруг осей *Y* и *Z*; *I* – деталь

Двойная направляющая база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их четырех степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей и поворота вокруг этих осей (рис. 2.20).

Двойная опорная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей (рис. 2.21).

Ответ 2.24. Виды баз по характеру проявления.

Скрытая база – база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

Явная база – база заготовки или изделия в виде реальной поверхности, размерочной риски или точки пересечения рисок (рис. 2.22).

От правильного выбора технологических баз зависит точность, производительность обработки и конструкция оснастки.

Ответ 2.25. Базы классифицируются по трем признакам:

1. По назначению: а) конструкторская; б) основная; в) вспомогательная; г) технологическая.

2. По лишению свободы: а) установочная; б) направляющая; в) опорная; г) двойная направляющая; д) двойная опорная.

3. По характеру проявления: а) скрытая; б) явная.

Ответ 2.26. Вариантов может быть несколько. Приведем один из них. Заготовку устанавливаем лапками на две пластины опорные (ГОСТ 4743–68) до упора в опору постоянную со сферической головкой (ГОСТ 13441–68), а головку подшипника *D* центрируем подпружиненной призмой. Схема базирования приведена на рис. 2.23.

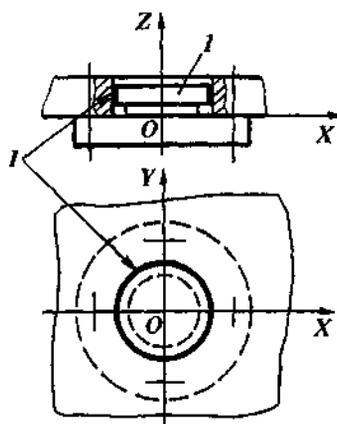


Рис. 2.21. Двойная опорная база:
I – двойная опорная база детали, лишаящая ее перемещений вдоль осей *X* и *Y*; *I* – деталь

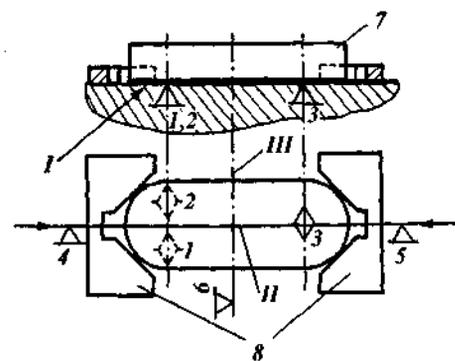


Рис. 2.22. Скрытые и явные базы:
I – установочная явная база заготовки;
II – направляющая скрытая база заготовки;
III – опорная скрытая база заготовки;
I-6 – опорные точки; 7 – заготовка; 8 – губки самоцентрирующих тисков

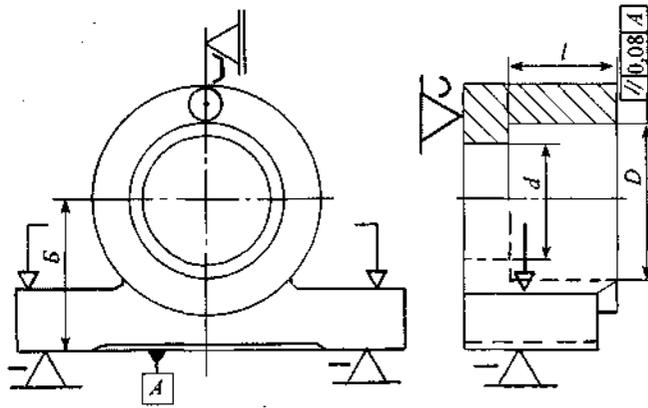


Рис. 2.23. Схема базирования корпуса подшипника

На рис. 2.24 приведена конструкция патрона для токарной обработки двух отверстий d и D , в котором реализована схема базирования и закрепления корпуса подшипника.

Заготовку корпуса подшипника 11 устанавливают на две планки 12, центрируют подпружиненной призмой 9 и крепят двумя планками 10, положение которых на ползунах 8 регулируется. Сила закрепления на планки 10 передается от штока пневмопривода через тягу 1, сухарь 2, рычаг 3, качающийся на оси 4, сухарь 5, ползун 6, коромысло 7 и два ползуна 8. Ползуны 8 перемещаются по Т-образным направляющим корпуса патрона.

Ответ 2.27. Схема базирования заготовки крестовины для обработки ее торцов и зацентровки отверстий на токарном станке приведена на рис. 2.25.

Заготовку 5 (рис. 2.26) устанавливают на трехстороннюю призму 6, имеющую квадратное основание и крепят одновременно винтом 3 и прихватом 4. После обработки одного конца заготовки ее, не раскрепляя, поворачивают на 90° . Перед поворотом заготовки 5 призму 6 с прихватом 4 поднимают рычагом 8, который соединен с тягой пневмопривода винтом 1. Для обеспечения высокой точности поворота заготовки на угольнике 7 прикреплены две шлифованные планки 2, фиксирующие положение призмы 6.

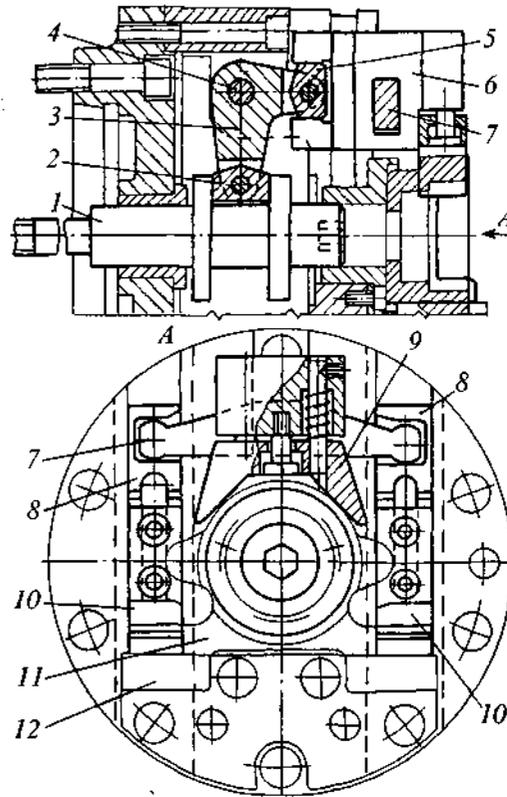


Рис. 2.24. Патрон для крепления заготовки корпуса подшипника

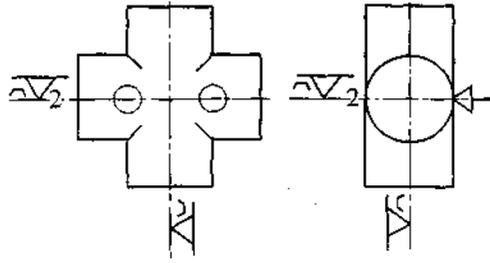


Рис. 2.25. Схема базирования заготовки крестовины

Заготовку цапфы можно обрабатывать и в другом патроне (рис. 2.29), где ее базируют на короткий или длинный цилиндрический палец 6, а крепят качающимся прихватом 4. Сила закрепления заготовки 5 на прихват 4 передается от пневмотяги 1 через вилку 2 и рычаг 3.

Ответ 2.29. Схема базирования заготовки втулки для ее обработки на токарном станке приведена на рис. 2.30.

На рис. 2.31 приведена конструкция цанговой оправки для обработки длинных втулок. Заготовку 2 надевают на двустороннюю цангу 1 до упора в торец оправки. Разжимают цангу конической втулкой 4, которую перемещают гайкой 5. Для повышения точности установки предусмотрен штифт 3, фиксирующий положение конической втулки 4 и цанги 1. Оправку с закрепленной заготовкой ставят в центра токарного станка.

Обработку длинных втулок можно осуществлять и в двухрядном плунжерном патроне (рис. 2.32).

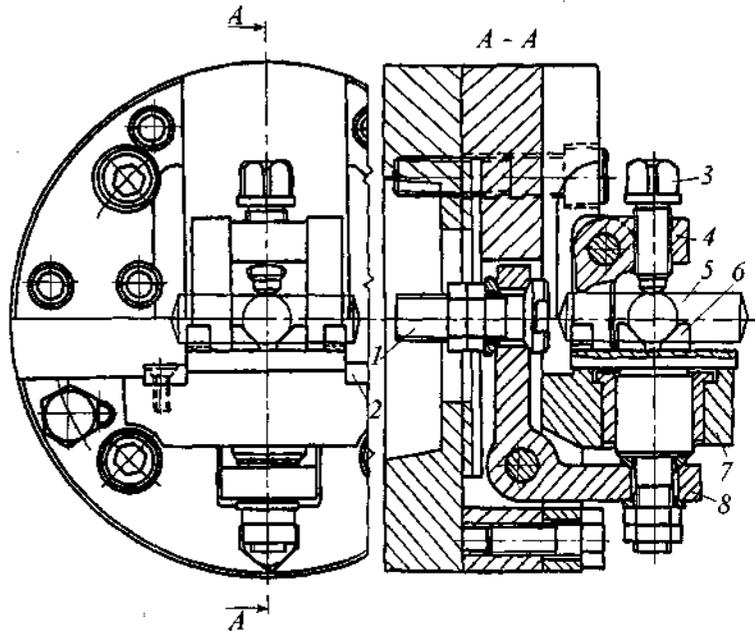


Рис. 2.26. Патрон для подрезки торцов и зацентровки отверстий в заготовках крестовин и цапф на токарных и револьверных станках

Плунжерный двухрядный патрон предназначен для крепления длинных втулок, гильз или для одновременного крепления двух коротких втулок. Длинную втулку 3 или две короткие втулки 13 и 13' надевают на оправку 6 и крепят кулачками 2 и 12. Их количество зависит от диаметра втулок и чаще бывает от трех до шести. Кулачки перемещаются винтом 11, соединенным с тягой 1 привода.

При движении винта 11 влево шайба 10 нажимает на три рычажка 9, закрепленные на втулке 5 осями 8, одновременно рычажками 9 перемещают влево стакан 7 и втулку 4. Таким образом, втулки 4 и 5 одновременно перемещаются влево и выдвигают кулачки 2 и 12 — заготовка центрируется и надежно крепится.

При разжиме тяга 1 возвращает вправо обе втулки 4 и 5, а кулачки входят внутрь оправки 6 под действием кольцевых пружин.

В патроне можно крепить одновременно две короткие втулки. Для этого одну заготовку надевают на оправку 6 до упора в ее торец, затем ставят промежуточное кольцо и вторую заготовку 13'. Первая заготовка крепится тремя кулачками 2, вторая заготовка — тремя кулачками 12.

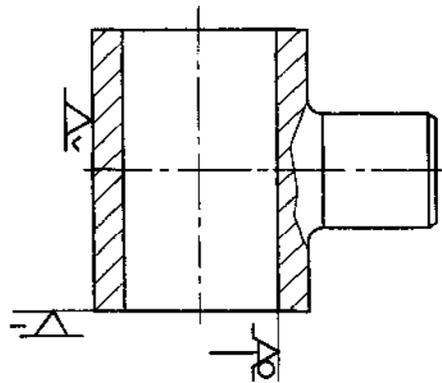


Рис. 2.27. Схема базирования заготовок

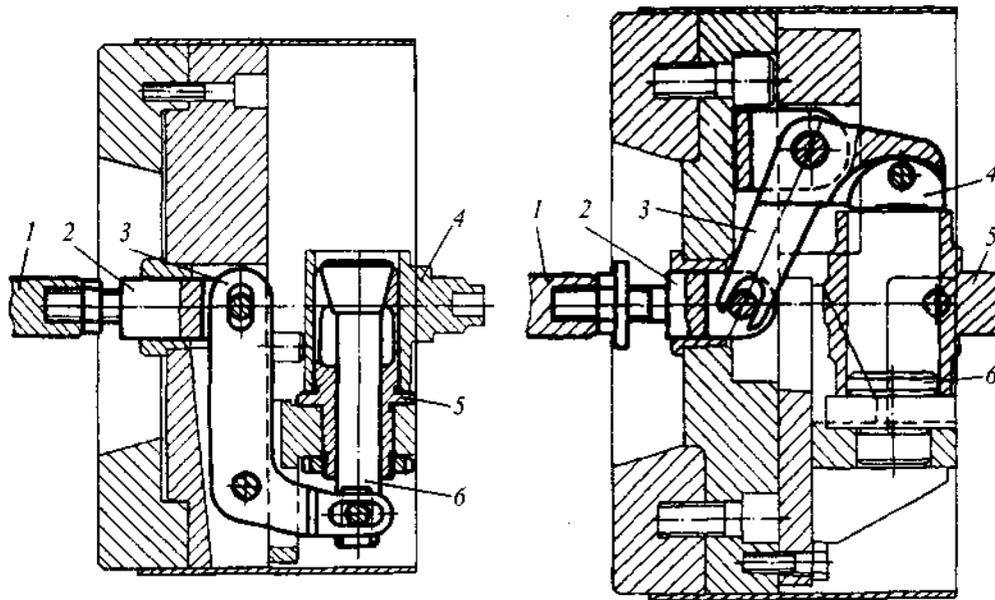


Рис. 2.28. Патрон для крепления

Рис. 2.29. Патрон для крепления заготовок цапф

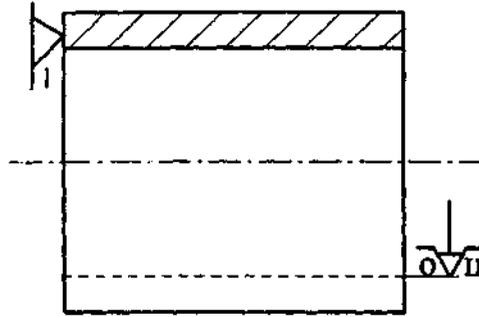


Рис. 2.30. Схема базирования длинных втулок

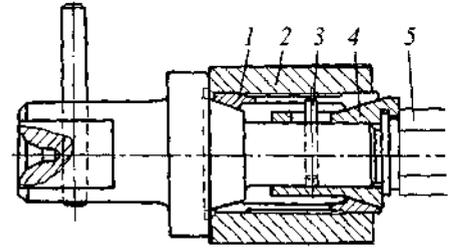


Рис. 2.31. Цанговая оправка для крепе длинных втулок

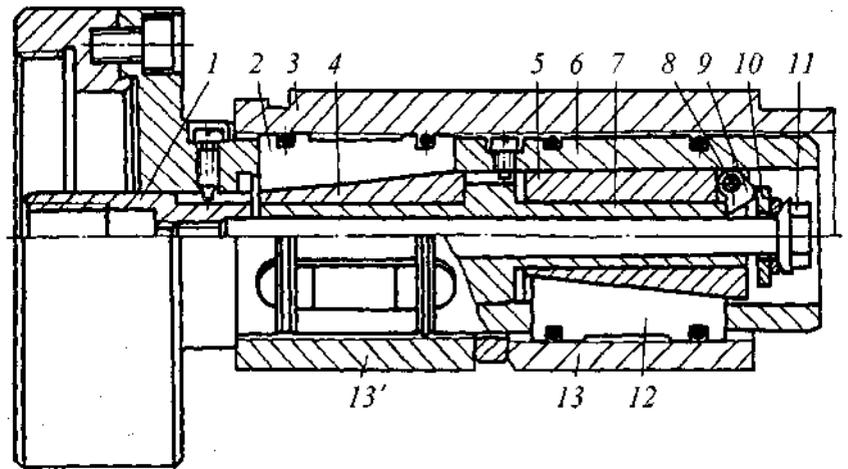


Рис. 2.32. Плу́нжерный патрон для крепления длинных втулок

Ответ 2.30. Схема базирования заготовки коромысла для фрезерования двух гзов *A* приведена на рис. 2.33.

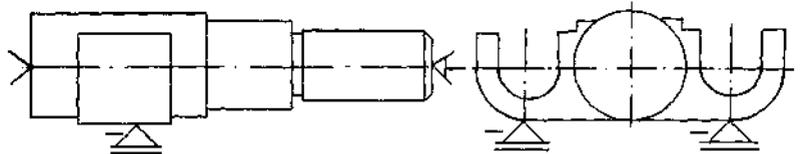


Рис. 2.33. Схема базирования заготовки коромысла

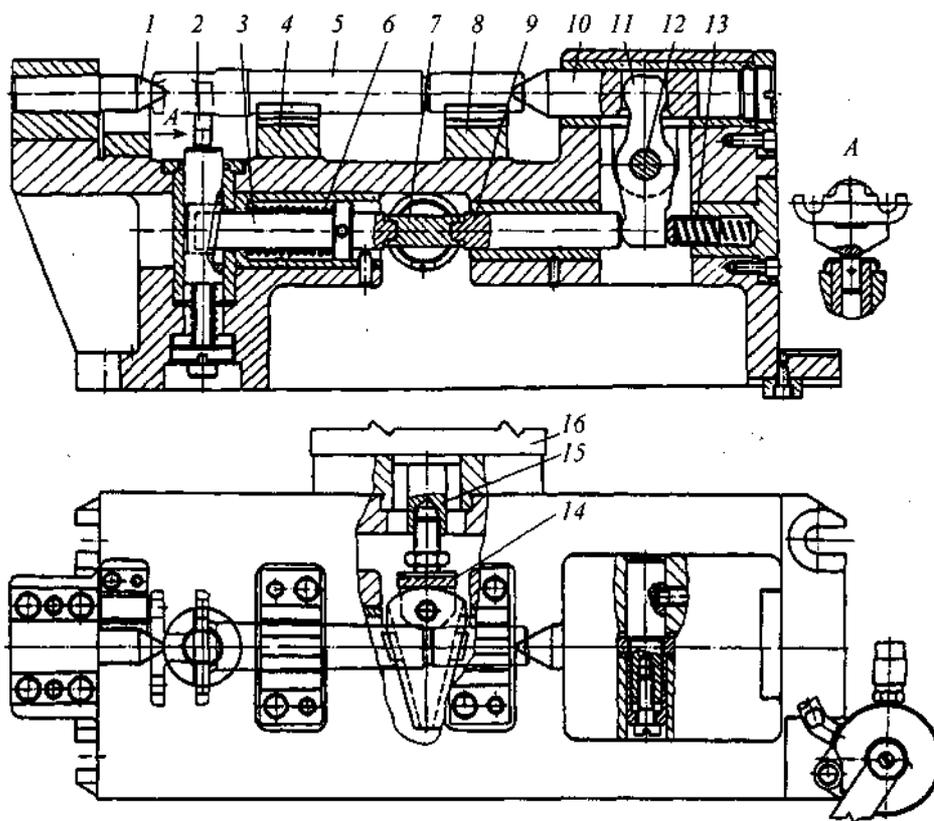


Рис. 2.34. Приспособление для крепления заготовки коромысла при фрезеровании двух пазов

На рис. 2.34 приведена конструкция приспособления, в которой реализована схема базирования. Заготовку 5 предварительно устанавливают в центр 1 и призмы 4 и 8. Ориентируют лапки заготовки в горизонтальной плоскости и подводят опору 2. Крепят заготовку подвижным центром 10, при этом она отводится вверх на 1...2 мм от плоскостей призм 4 и 8. Сила закрепления на заготовку передается от гидроцилиндра 16 через шток 15, вилку 14, качающийся клин 7, плунжер 9 и рычаг 11. Одновременно клином 7 через плунжер 3 стопорится опора 2.

При раскреплении обработанной заготовки подпружиненный плунжер 13 поворачивает рычаг 11 на оси 12 по часовой стрелке и отводит центр 10 вправо, а пружина 6 отводит плунжер 3 вправо, освобождая опору 2.

Ответ 2.31. Схема базирования заготовки вала для сверления двух отверстий $\varnothing 10H11$ приведена на рис. 2.35.

На рис. 2.36 приведена конструкция приспособления для сверления двух от-

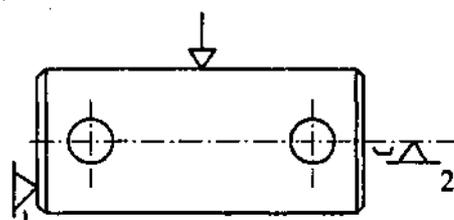


Рис. 2.35. Схема базирования заготовки вала

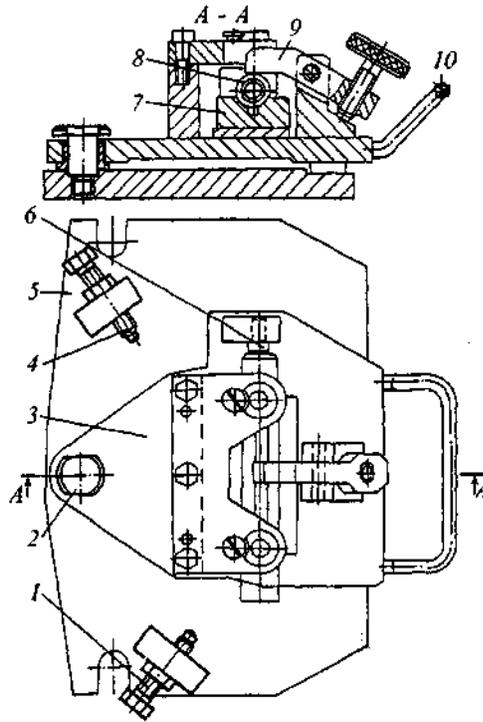


Рис. 2.36. Приспособление для сверления двух отверстий на вертикально-сверлильном станке

верстий на вертикально-сверлильном станке. Заготовку 8 устанавливают на длинную призму 7 до упора в опору 6. Крепят заготовку прихватом 9.

Сверление осуществляют при совмещении осей кондукторных втулок с осью инструмента. Для этого поворачивают верхнюю часть 3 приспособления на оси 2 относительно неподвижного корпуса 5 до упора в регулируемые винты 1 и 4. Для удобства поворота предусмотрена рукоятка 10.

Ответ 2.32. На рис. 2.37 приведена схема базирования заготовки рычага.

На рис. 2.38 приведена наладка на скальчатый кондуктор для обработки отверстия в головке рычага. В то время когда трехрожковый ловитель 3 и сменная кондукторная втулка 1 с кондукторной плитой 2 находятся в верхнем крайнем положении обработанную заготовку 4 снимают, а новую устанавливают на плиту 5 между двумя штырями 6 и 7. Центрируют и крепят заготовку 4 трехрожковым ловителем 3 при ходе кондукторной плиты 2 вниз.

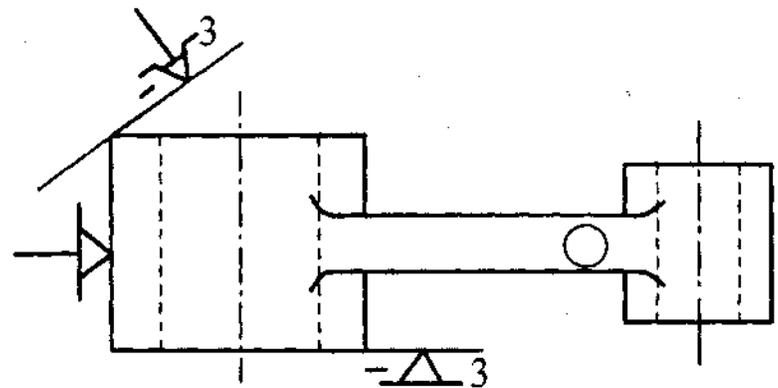


Рис. 2.37. Схема базирования заготовки рычага

Ответ 2.33. На рис. 2.39 приведена схема базирования заготовки втулки для одновременной токарной обработки наружного диаметра и двух торцов.

На рис. 2.40 приведена конструкция цангового патрона, который обеспечивает возможность одновременной или последовательной обработки (с одной установки) наружного диаметра и двух торцов у втулок. Заготовку 4 устанавливают обработанным отверстием на цангу до упора в три выдвижных штыря 3. Во время крепления заготовки конус 1 перемещается влево, при этом три рычага 2 перемещают штыри 3 к центру цанги. Таким образом, освобождается левый торец заготовки для обработки.

Ответ 2.34. На рис. 2.41 приведена схема базирования заготовки вала для фрезерования двух торцов и зацентровки.

На рис. 2.42 показана конструкция приспособления, реализующая схему базирования заготовки вала. Заготовку 8 устанавливают между призмами 3, 4, 7 и 9, прикрепленными к самоцентрирующим тискам 5. Для надежного крепления заготовки 8 призмы 3 и 7 могут качаться на оси 1. Кроме этого, призма 3 качается на оси 2, а призма 7 на оси 6.

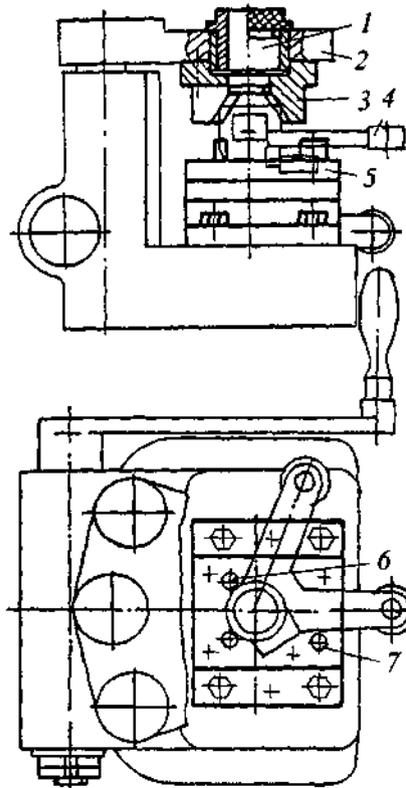


Рис. 2.38. Наладка на скальчатый кондуктор для сверления и зенкерования отверстия в рычаге

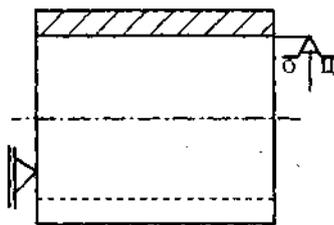


Рис. 2.39. Схема базирования заготовки втулки

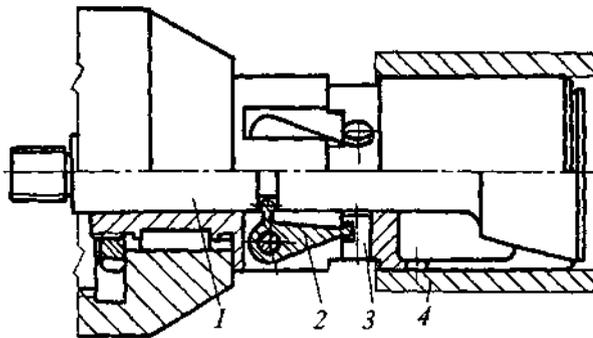


Рис. 2.40. Цанговый патрон для одновременной обработки наружного диаметра и двух торцов втулок

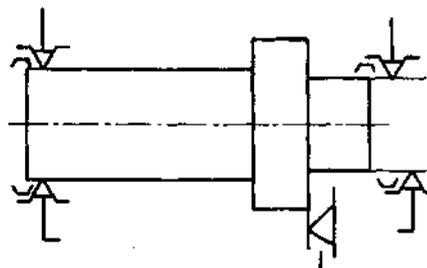


Рис. 2.41. Схема базирования заготовки вала

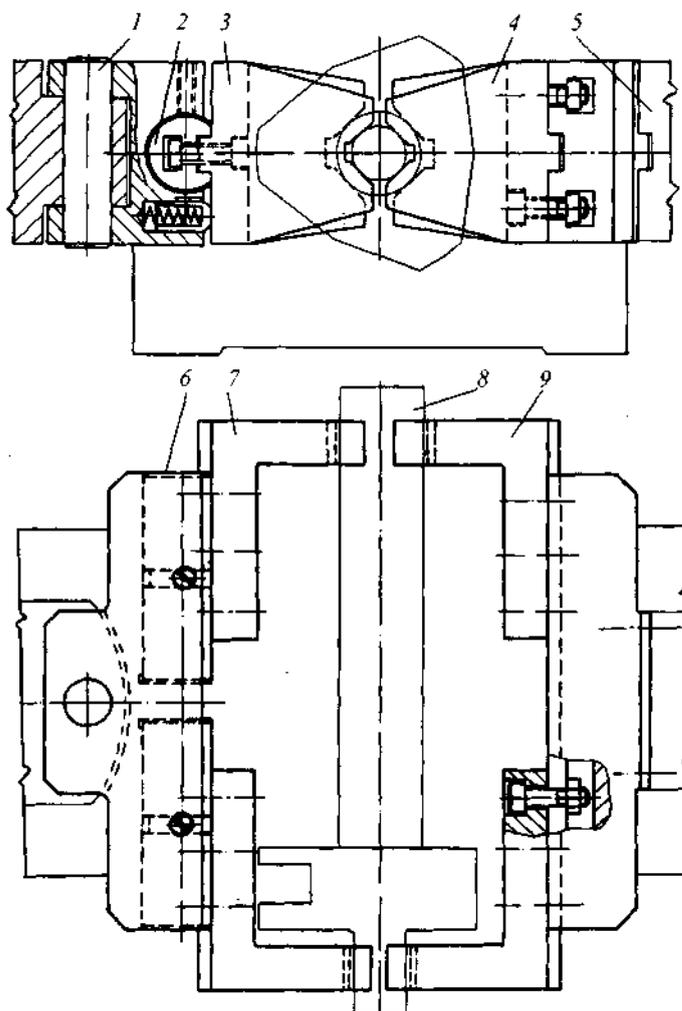


Рис. 2.42. Приспособление для крепления заготовок валов

3. ЗАЖИМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Для закрепления заготовок, обрабатываемых на металлорежущем оборудовании, используют зажимные механизмы (ЗМ) различной конструкции, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Силы закрепления должны обеспечивать контакт заготовок с установочными элементами и неизменность положения заготовок, при необходимости досылать их к опорным поверхностям установочных элементов.

2. Недопустимы деформации заготовок при их закреплении. Для этого силы закрепления должны пересекать поверхности опор, а точки их приложения надо выбирать в наиболее устойчивых местах во избежание изгиба заготовок.

3. Для уменьшения смятия поверхностей заготовок силу закрепления необходимо прикладывать в нескольких точках. Для этого используют в местах контакта заготовок с зажимными элементами качающиеся пяты, коромысла и др.

4. Во время обработки не должно быть вибрации и смещения заготовок. Для уменьшения вибрации место крепления заготовок приближают к месту обработки.

5. Надежность, простота конструкции и удобство в обслуживании.

6. Время закрепления и открепления заготовок должно быть минимальным. Недопустимо использование съемных вручную элементов (шайбы, гайки и пр.).

7. Зоны загрузки и съема заготовок должны быть свободными.

В технологической оснастке используют как простые, так и сложные конструкции зажимных механизмов. Простые ЗМ состоят из одного или нескольких элементов. К ним относятся винтовые, эксцентриковые, рычажные, клиновые и другие зажимы, приводящиеся в действие вручную. Сложные зажимные механизмы состоят из многих элементов, к этим механизмам относятся рычажно-шарнирные, клинорычажные, клиноплунжерные и прочие ЗМ, которые работают от пневматического или гидравлического привода, от электродвигателя, режее от движущихся частей станков и других источников энергии.

Для сокращения разновидностей ЗМ ведется работа по их унификации. Однако конструкции ЗМ многовариантны.

Зажимные механизмы используют также для обеспечения центрирования заготовки, выполняя функцию установочно-зажимных устройств (самоцентрирующие патроны, цанговые, плунжерные и другие устройства).

В процессе обработки на заготовку действуют силы резания, иногда силы инерции. Сила резания имеет динамический характер, ее направление и точка приложения непрерывно изменяются, что усложняет определение необходимых сил закрепления заготовок.

ВОПРОСЫ

Вопрос 3.1. От чего зависит выбор конструкции зажимного механизма?

Вопрос 3.2. Конструкция рычажных зажимных механизмов.

Вопрос 3.3. Силовая характеристика рычажных зажимных механизмов.

Вопрос 3.4. Опишите принцип действия, область применения и произведите расчет рычажных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.1.

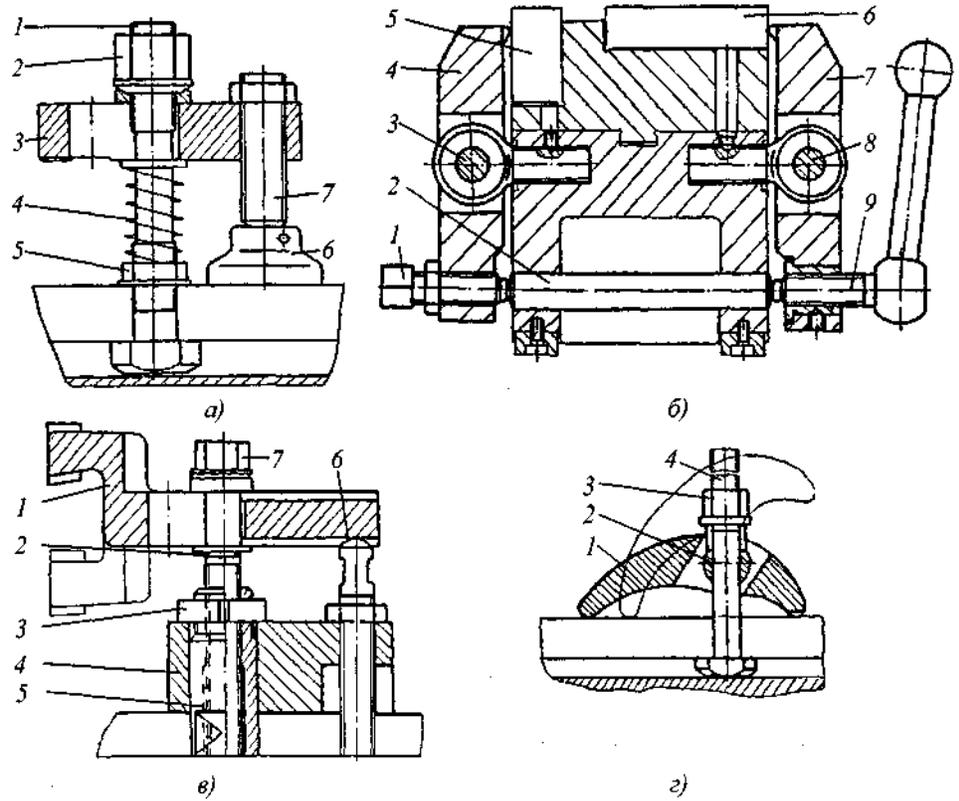


Рис. 3.1. Универсальные рычажные зажимные механизмы

Вопрос 3.5. Опишите принцип действия и область применения рычажных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.2.

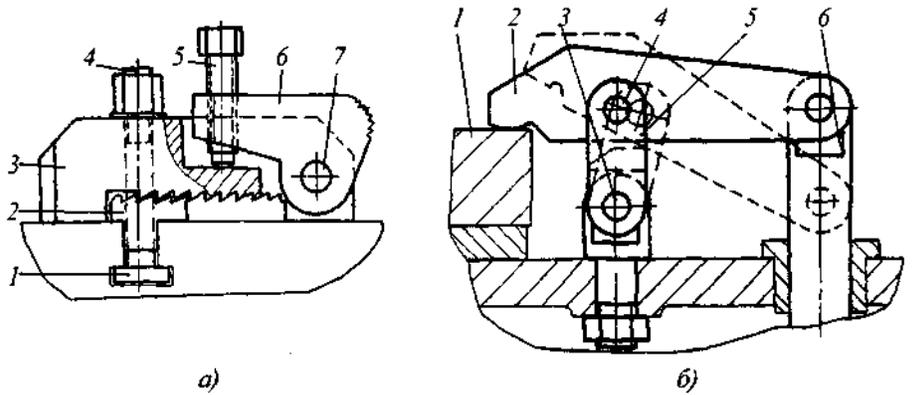


Рис. 3.2. Рычажные зажимные механизмы

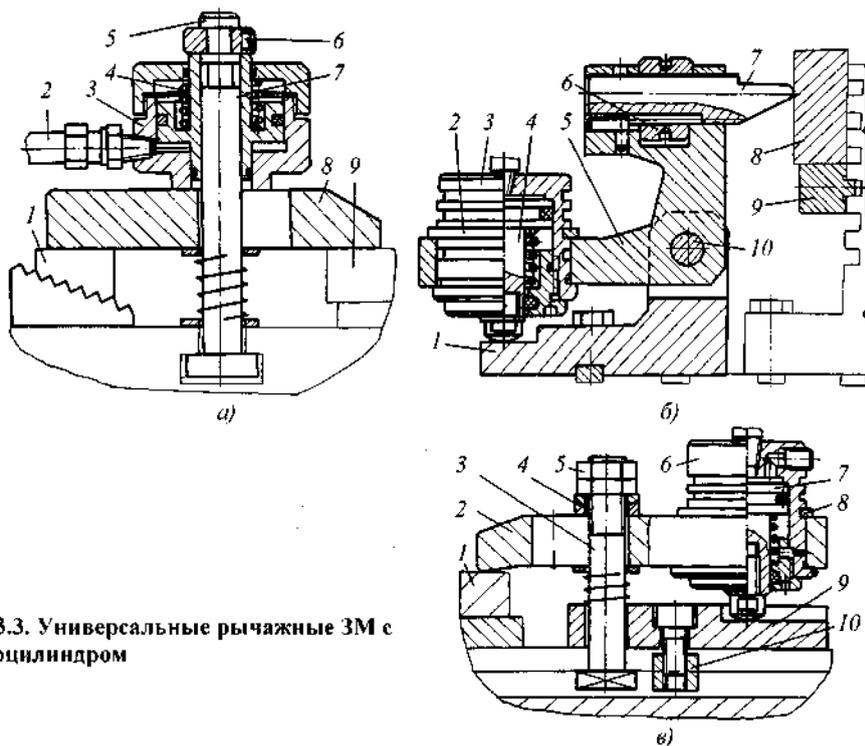


Рис. 3.3. Универсальные рычажные ЗМ с гидроцилиндром

Вопрос 3.6. Опишите назначение и принцип действия рычажных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.3.

Вопрос 3.7. Опишите назначение и принцип действия многозвенных рычажных ЗМ, приведенных на рис. 3.4.

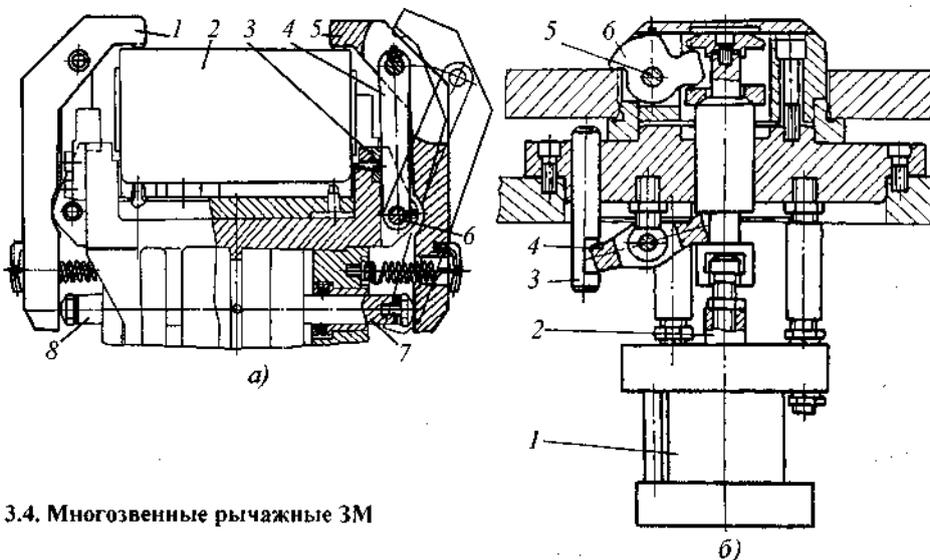


Рис. 3.4. Многозвенные рычажные ЗМ

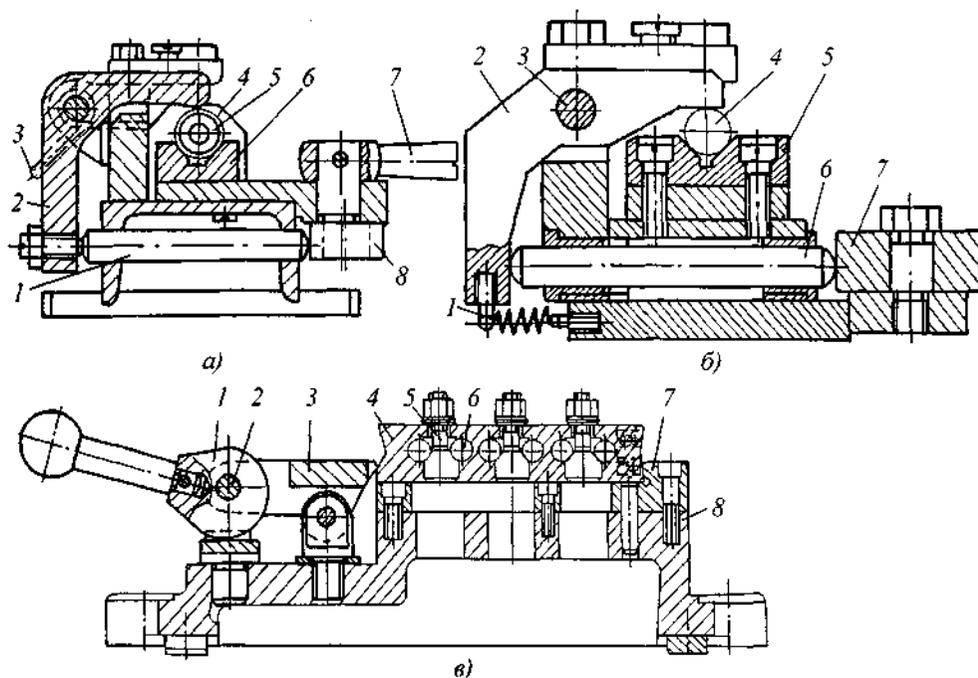


Рис. 3.5. Эксцентровые ЗМ с ручным приводом

Вопрос 3.8. Клиновые зажимные механизмы. Конструкция и характеристика.

Вопрос 3.9. Какие виды эксцентриков применяют в зажимных механизмах?

Вопрос 3.10. Расчет эксцентровых ЗМ.

Вопрос 3.11. Какова зависимость между силой закрепления заготовки и моментом на рукоятке эксцентрика?

Вопрос 3.12. Опишите назначение и принцип действия эксцентровых ЗМ, приведенных на рис. 3.5.

Вопрос 3.13. Выведите уравнение для определения силовой характеристики клиновых ЗМ.

Вопрос 3.14. Клиновые ЗМ с роликами и их расчет. Определите соотношение коэффициентов трения при скольжении и качении.

Вопрос 3.15. Выведите условие самоторможения клинового зажимного механизма.

Вопрос 3.16. Клиноплунжерные ЗМ и их силовая характеристика.

Вопрос 3.17. Выведите уточненное уравнение силовой характеристики клиноплунжерного зажимного механизма с одноопорным плунжером без ролика.

Вопрос 3.18. Какие зажимные механизмы приведены на рис. 3.6 и какие у них силовые характеристики?

Вопрос 3.19. Опишите назначение и принцип действия клиноплунжерных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.7.

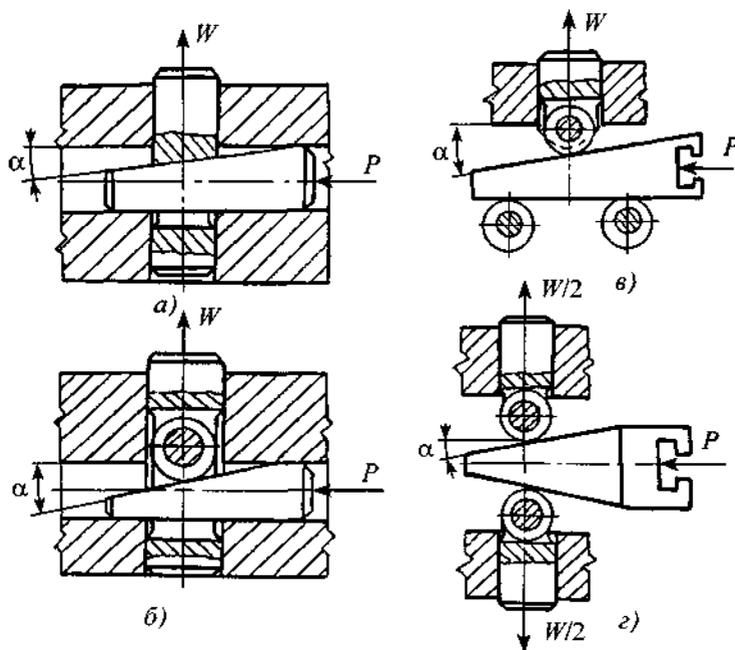


Рис. 3.6. Схемы клиноплунжерных зажимных механизмов

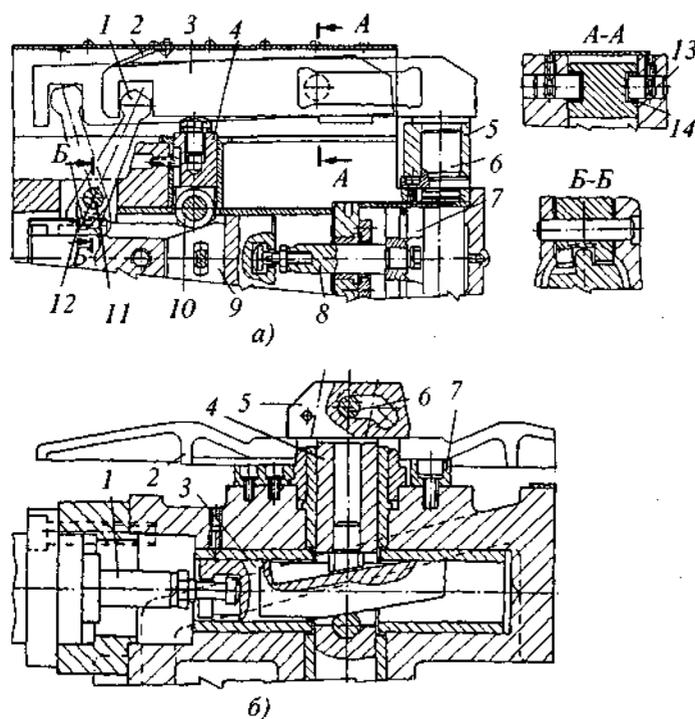


Рис. 3.7. Схемы клиноплунжерных зажимных механизмов

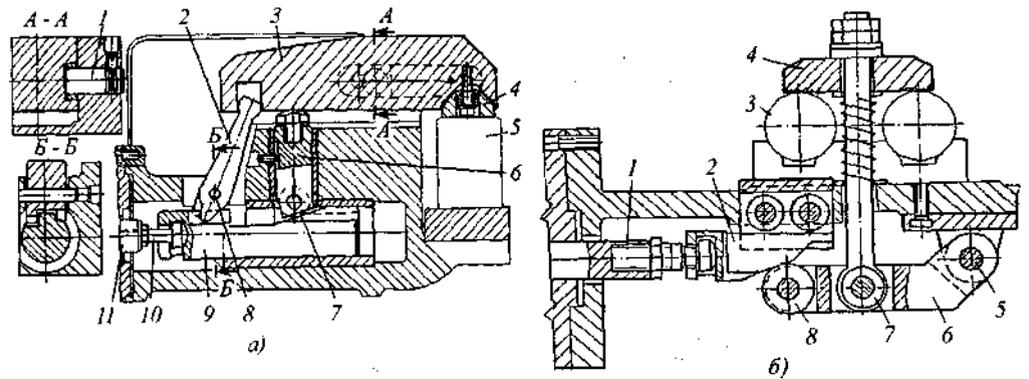


Рис. 3.8. Зажимные механизмы:
а – клиноплунжерный с роликом; б – клинорычажный с роликом

Вопрос 3.20. Опишите назначение и принцип действия зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.8.

Вопрос 3.21. Опишите назначение и принцип действия зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.9.

Вопрос 3.22. Назначение шарнирно-рычажных механизмов и их силовая характеристика.

Вопрос 3.23. Опишите назначение и принцип действия однорычажных шарнирных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.10.

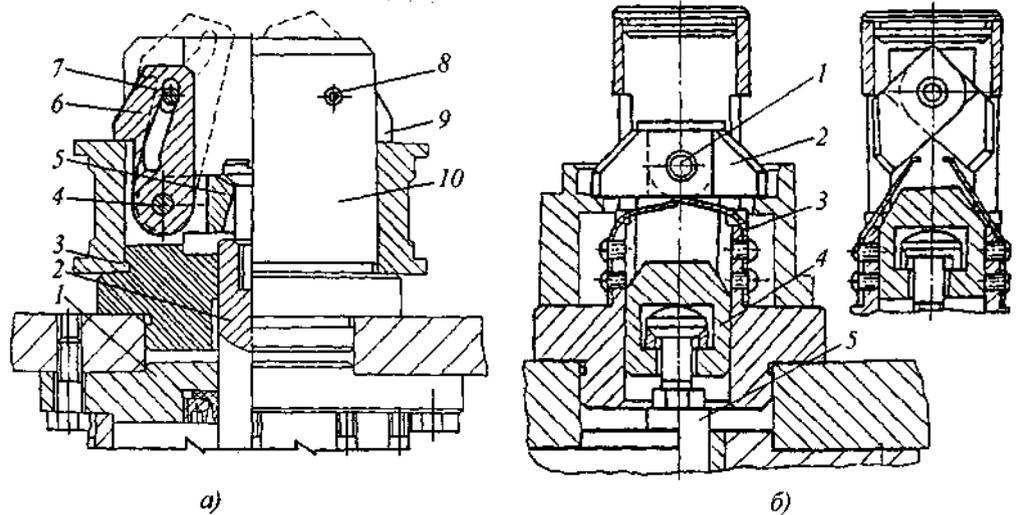


Рис. 3.9. Рычажные зажимные механизмы для крепления заготовок втулок

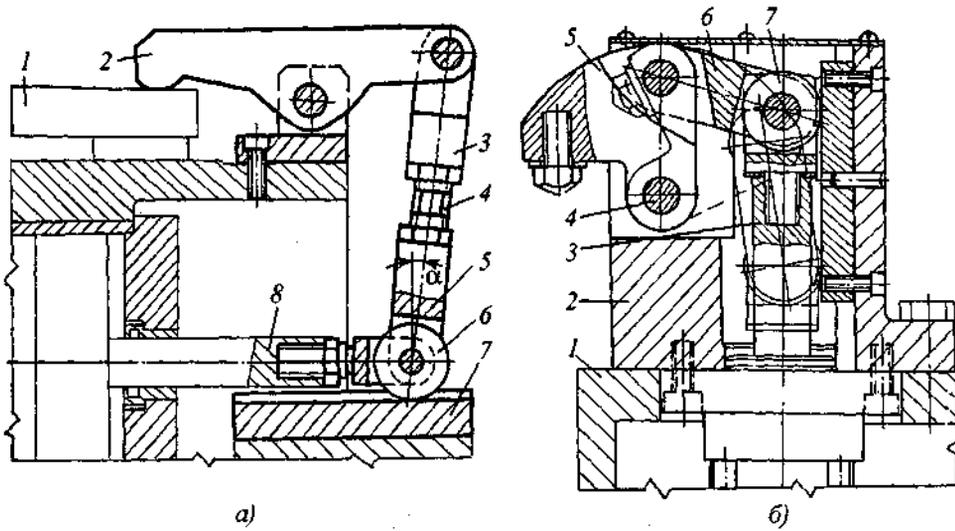


Рис. 3.10. Однорычажные шарнирные зажимные механизмы одностороннего действия:
a – с горизонтальным расположением силового привода; *б* – с вертикальным расположением силового привода

Вопрос 3.24. Опишите назначение и принцип действия агрегатированных шарнирно-рычажных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.11.

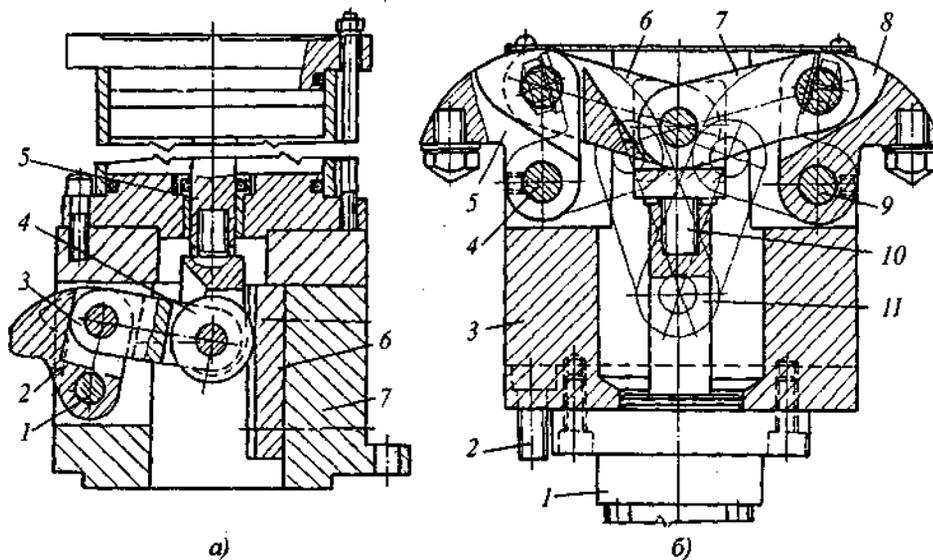


Рис. 3.11. Агрегатированные шарнирно-рычажные зажимные механизмы:
a – одностороннего действия; *б* – двустороннего действия

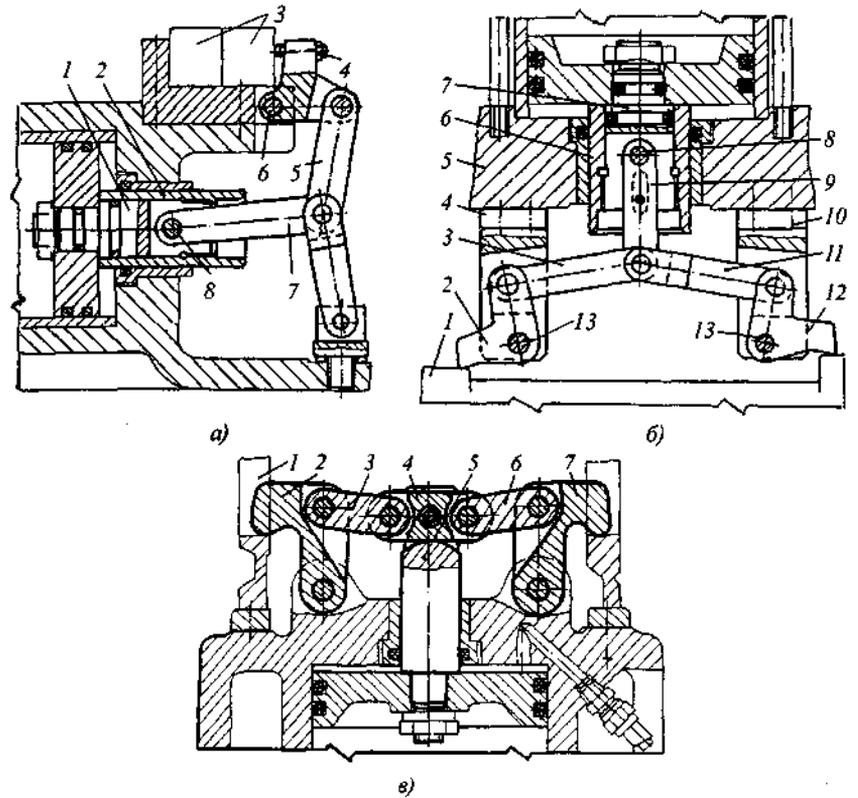


Рис. 3.12. Двухрычажные шарнирные зажимные механизмы:
 а – одностороннего действия; б, в – двустороннего действия

Вопрос 3.25. Опишите назначение и принцип действия двухрычажных шарнирных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.12.

Вопрос 3.26. Опишите назначение и принцип действия шарнирно-рычажных зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.13.

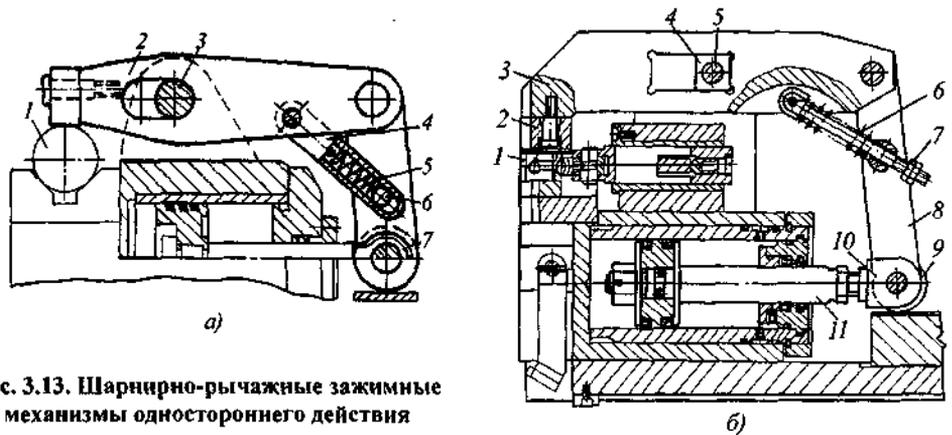


Рис. 3.13. Шарнирно-рычажные зажимные механизмы одностороннего действия

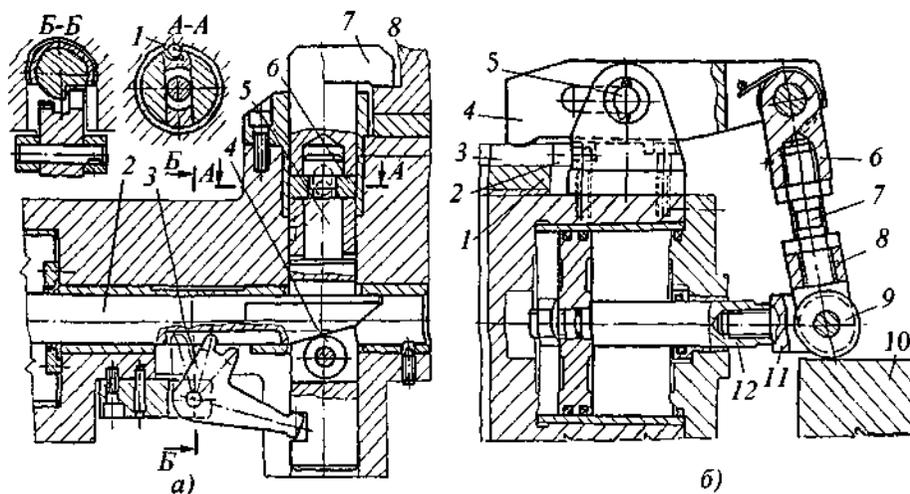


Рис. 3.14. Зажимные механизмы:
 а – Г-образный клиноплунжерный; б – шарнирно-рычажный

Вопрос 3.27. Опишите назначение и принцип действия зажимных механизмов, приведенных на рис. 3.14.

Вопрос 3.28. Центрирующие зажимные механизмы.

Вопрос 3.29. Выведите уравнение для определения необходимой силы на штоке силового привода при креплении заготовки в рычажном кулачковом патроне. Выведите формулу для расчета диаметра поршня цилиндра.

Вопрос 3.30. Запишите соотношение между суммарной силой закрепления в кулачковом клиновом патроне и осевой силой тяги пневмопривода.

Вопрос 3.31. Какое влияние оказывает масса кулачков токарных рычажных патронов на силу закрепления заготовки?

Вопрос 3.32. Мембранные патроны и их расчет.

Вопрос 3.33. Опишите назначение, устройство и принцип действия мембранных патронов, приведенных на рис. 3.15.

Вопрос 3.34. Выведите уравнение для определения силы затяжки цанги при обработке заготовок в цанговом патроне.

Вопрос 3.35. Опишите назначение, устройство и принцип действия цанговых патронов, приведенных на рис. 3.16.

Вопрос 3.36. Опишите назначение, устройство и принцип действия цанговых патронов, приведенных на рис. 3.17.

Вопрос 3.37. Опишите назначение, работу и силовую характеристику патронов, приведенных на рис. 3.18.

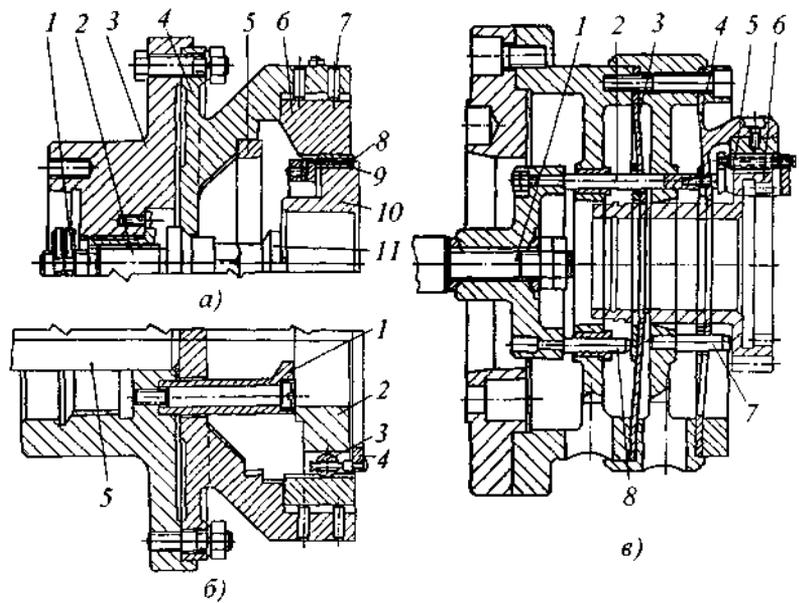


Рис. 3.15. Мембранные патроны:
 а, б — одномембранные; в — двухмембранный

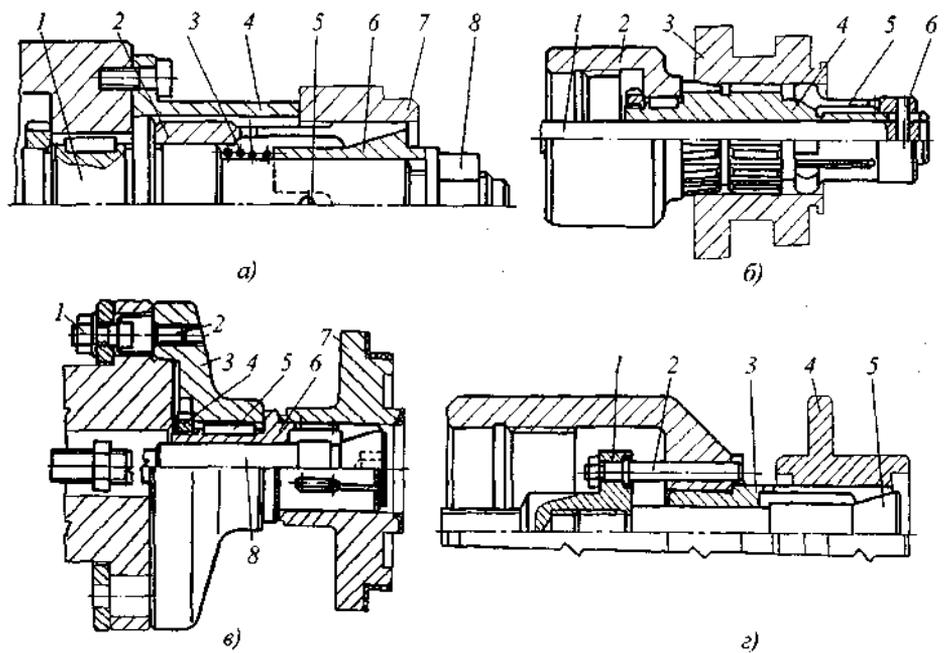


Рис. 3.16. Цанговые патроны:
 а — с ручным приводом; б, в — с механизированным приводом;
 г — с выталкивателем заготовки

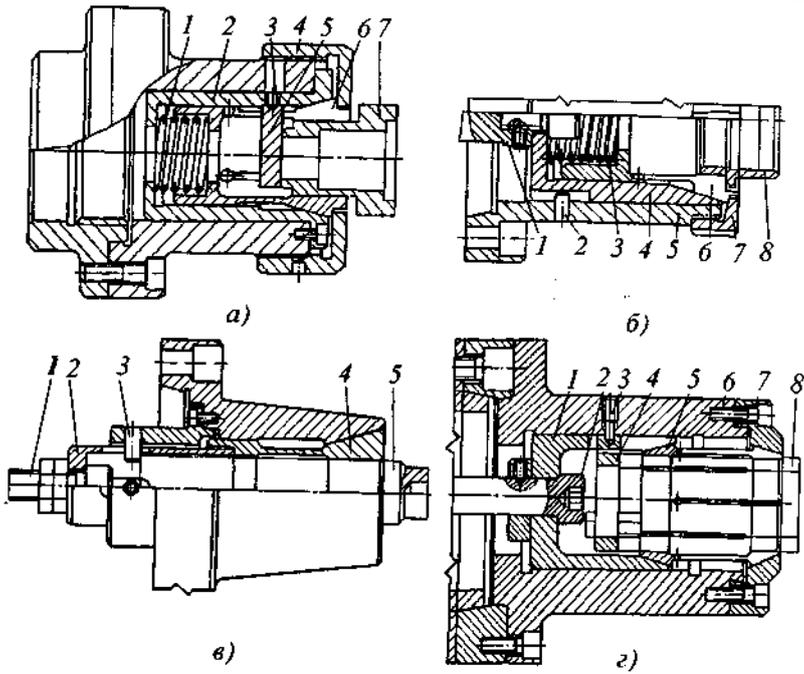


Рис. 3.17. Цанговые патроны:
а – с ручным приводом; б–г – с механизированным приводом

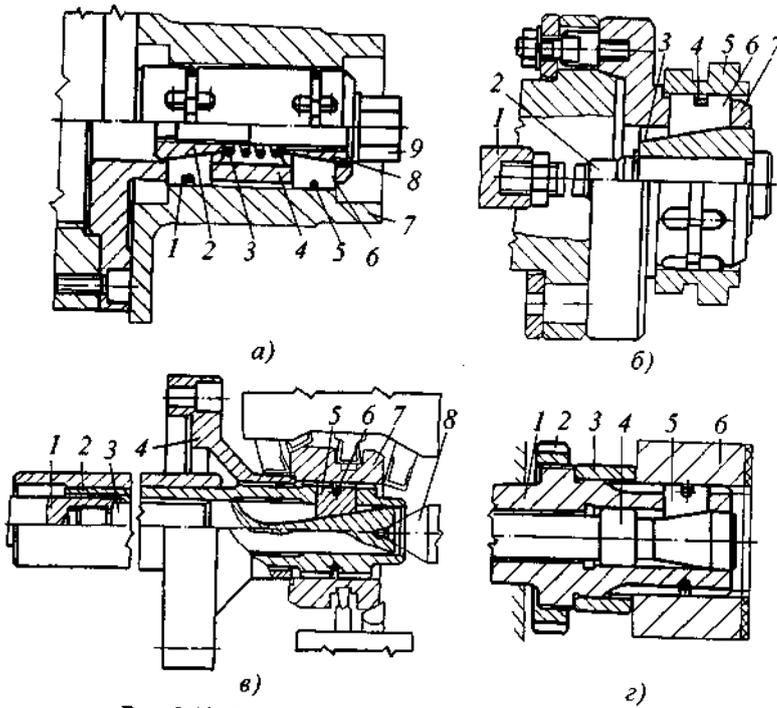


Рис. 3.18. Патроны с выдвижными плунжерами:
а – двухрядный с ручным управлением; б–г – однорядные с механизированным приводом

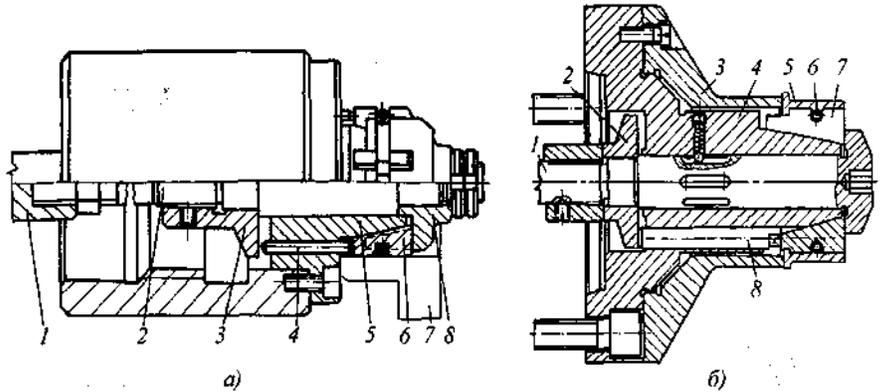


Рис. 3.19. Патроны с выдвижными кулачками

Вопрос 3.38. Каковы назначение, принцип действия и силовая характеристика патронов, показанных на рис. 3.19.

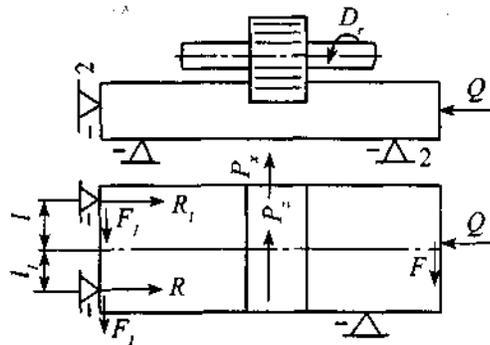


Рис. 3.20. Схема установки и закрепления заготовки при фрезеровании паза дисковой фрезой

Вопрос 3.39. Методика расчета сил закрепления заготовок.

Вопрос 3.40. Как определяют коэффициент запаса при расчете необходимых сил закрепления заготовок?

Вопрос 3.41. Выведите уравнение для определения необходимой силы закрепления прямоугольной заготовки при ее фрезеровании.

Вопрос 3.42. Выведите уравнение для определения необходимой силы закрепления заготовки в трехкулачковом патроне при ее одновременном точении и сверлении.

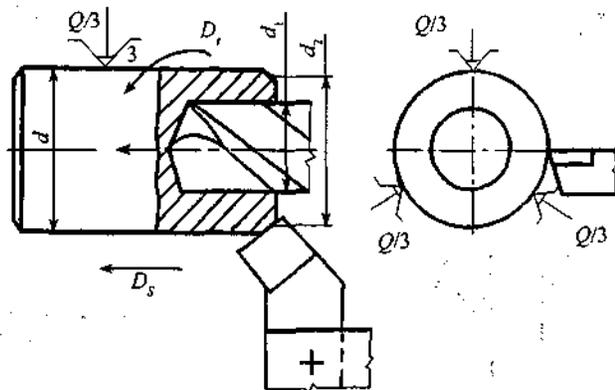


Рис. 3.21. Схема установки и закрепления заготовки при одновременном точении и сверлении

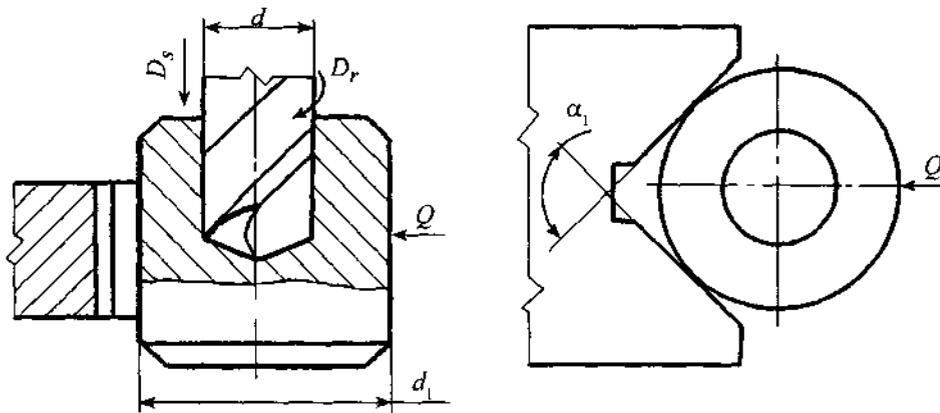


Рис. 3.22. Схема установки и закрепления заготовки при сверлении отверстия на вертикально-сверлильном станке

Вопрос 3.43. Выведите уравнение для определения необходимой силы закрепления цилиндрической заготовки при обработке отверстия осевым инструментом на вертикально-сверлильном станке.

ОТВЕТЫ

Ответ 3.1. Выбор конструкции зажимных механизмов осуществляют в зависимости от конфигурации и количества закрепляемых в приспособлении заготовок, от оборудования, требуемых сил закрепления, степени механизации приспособления, серийности производства и других факторов.

В мелкосерийном производстве для ремонтных и инструментальных цехов можно проектировать оснастку с использованием универсальных ЗМ или специальных однозвенных с ручным приводом. В тех случаях, когда требуются большие силы закрепления заготовок, целесообразно применять однозвенные, механогидравлические зажимные механизмы.

В механизированном производстве используют зажимные механизмы, у которых прихваты автоматически отводятся в сторону. Этим обеспечивается свободный доступ к установочным элементам для очистки их от стружки и удобство переустановки заготовок автооператором.

При установке заготовок отверстием на центрующий штырь целесообразно взамен быстросъемных шайб использовать выдвижные прихваты.

Рычажные однозвенные механизмы с управлением от гидро- или пневмопривода используют при креплении, как правило, одной корпусной или крупной заготовки. В таких случаях прихват отодвигают или поворачивают вручную. Однако лучше использовать дополнительное звено для отвода прихвата из зоны загрузки заготовки.

Зажимные устройства Г-образного типа применяют чаще для крепления корпусных заготовок сверху. Для поворота прихвата во время крепления предусматривают винтовой паз с прямолинейным участком. На агрегатных станках и в автоматических линиях чаще используют Г-образные прихваты, работающие от электропривода.

Для одновременного крепления нескольких заготовок можно использовать рычажные многозвенные механизмы.

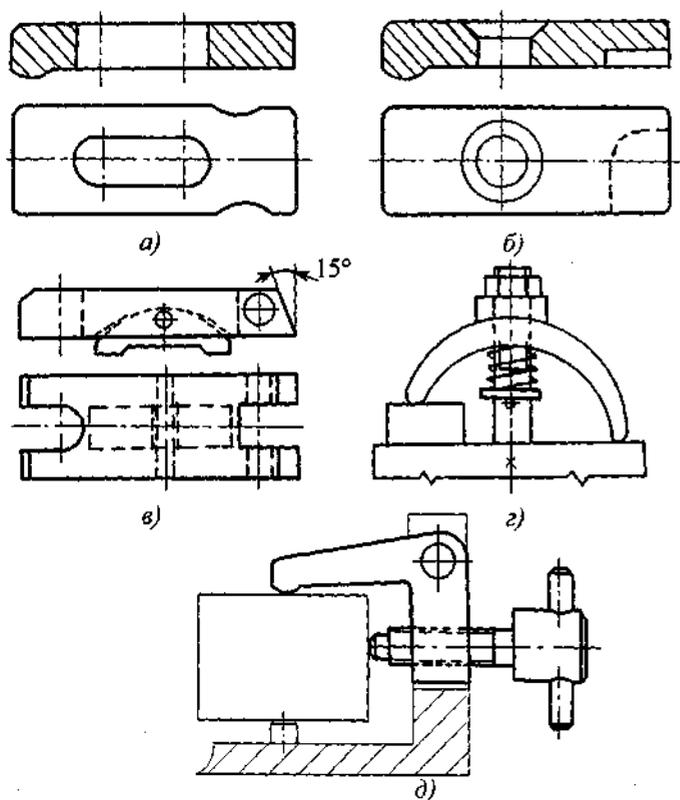


Рис. 3.23. Прихваты:

a – передвижные по ГОСТ 4735–69 (исполнение 2); *б* – поворотные по ГОСТ 4734–69 (исполнение 2); *в* – откидные; *г* – изогнутые; *д* – двухсторонние шарнирные по ГОСТ 9057–69

Комбинированные зажимные механизмы используют для закрепления широкой номенклатуры заготовок: корпусов, фланцев, колец, валов, планок и пр. В клиношунжерных зажимных механизмах для уменьшения потерь на трение используют ролики.

Ответ 3.2. Рычажные механизмы используют в виде прихватов (прижимных планок) или в качестве усилителей силовых приводов. Для облегчения установки заготовок рычажные механизмы выполняют поворотными, откидными и передвижными. По конструкции они могут быть прямолинейными и изогнутыми (рис. 3.23) [12].

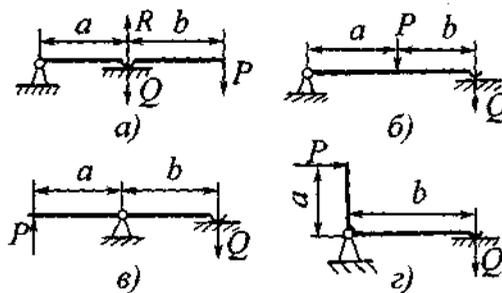


Рис. 3.24. Схемы рычажных ЗМ

Ответ 3.3. На рис. 3.24 приведены схемы рычажных зажимных механизмов. Из условия статического равновесия прихвата (рис. 3.24, а), нагруженного двумя моментами от силы P и реакции R от силы закрепления Q , можно записать $P(a + b) - Ra = 0$, заменяя R силой Q и решая относительно нее уравнение, получим $Q = P(a + b)\eta/a$, где a, b - плечи прихвата; η - КПД, учитывающий потери на трение в опоре рычага.

Для схемы ЗМ, изображенного на рис. 3.24, б, $Q = Pa\eta/(a + b)$, для схем ЗМ, приведенных на рис. 3.24, г и д, $Q = Pa\eta/b$.

Зажимные механизмы (при условии $a = b$), выполненные по схеме (а), развивают силу закрепления Q в четыре раза больше, чем ЗМ, выполненный по схеме (б), а ЗМ, соответствующие схемам (в) и (г), развивают силу закрепления Q , равную исходной силе P .

Ответ 3.4. На рис. 3.1 приведены универсальные рычажные ЗМ с ручным винтовым приводом, используемые в индивидуальном и мелкосерийном производствах. Они просты по конструкции и надежны.

Рис. 3.1, а. Опорный винт 1 устанавливают в Т-образный паз стола и крепят гайкой 5. Положение зажимного прихвата 3 по высоте регулируют винтом 7 с опорной пружиной 6, и пружиной 4. Сила закрепления на заготовку передается от гайки 2 через прихват 3.

Рис. 3.1, б. Заготовку 5 крепят прихватом 4, а заготовку 6 - прихватом 7. Сила закрепления передается от винта 9 на прихват 4 через плунжер 2 и регулировочный винт 1; на прихват 7 - через закрепленную в нем гайку. При изменении толщины заготовок положение осей 3, 8 легко регулируется.

Рис. 3.1, в. Корпус 4 ЗМ крепят к столу гайкой 3 посредством втулки 5 с резьбовым отверстием. Положение отдвижного изогнутого прихвата 1 по высоте регулируют опорой 6 и винтом 7. Прихват 1 имеет люфт между конической шайбой, установленной под головкой винта 7, и шайбой, которая находится выше стопорного кольца 2.

Рис. 3.1, г. Дугообразный прихват 1 во время крепления заготовки гайкой 3 поворачивается на оси 2. Винт 4 в данной конструкции не крепится к столу станка, а свободно передвигается в Т-образном пазу.

Номинальный диаметр винта проверяют на растяжение (сжатие) по формуле

$$d = c \sqrt{\frac{P}{\sigma}},$$

где $c = 1,4$ - коэффициент для основной метрической резьбы; P - сила на конце винта:

$$P = \frac{P_1 L}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где P_1 - усилие рабочего, приложенное к концу рукоятки; L - длина рукоятки или ключа; r_{cp} - средний радиус резьбы; α - угол подъема резьбы; φ - угол трения в резьбе; σ - напряжение растяжения (сжатия), для винтов из стали 45 $\sigma = 80 \dots 100$ МПа.

Момент, развиваемый на рукоятке или ключе, для получения заданной силы P

$$M = r_{cp} P \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + M_{тр},$$

где $M_{тр}$ - момент трения на опорном торце гайки или винта

$$M_{тр} = \frac{1}{3} f P \frac{D_n^3 - d_n^3}{D_n^2 - d_n^2},$$

где f – коэффициент трения скольжения: при закреплении $f = 0,16 \dots 0,21$, при раскреплении $f = 0,24 \dots 0,30$; D_n – наружный диаметр трущейся поверхности винта или гайки; d_n – диаметр резьбы винта.

Приняв $\alpha = 2^\circ 30'$ (для резьбы от М8 до М42 угол α меняется от $3^\circ 10'$ до $1^\circ 57'$), $\varphi = 10^\circ 30'$, $r_{cp} = 0,45d$, $D_n = 1,7d$, $d_n = d$ и $f = 0,15$, получим приближенную формулу для момента на пору торца гайки $M_{тр} = 0,2dP$.

Для винтов с плоским торцом $M_{тр} = 0,1dP + \frac{fPD_n}{3}$, а для винтов со сферическим торцом $M_{тр} \approx 0,1dP$.

Ответ 3.5. На рис. 3.2 приведены рычажные ЗМ. Корпус 3 универсального зажимного механизма с винтовым приводом (см. рис. 3.2, а) крепят к столу станка винтом 1 и гайкой 4. Прихват 6 во время крепления заготовки поворачивают на оси 7 винтом 5 по часовой стрелке. При необходимости положение прихвата 6 с корпусом 3 легко регулируется относительно неподвижного вкладыша 2.

Специальный рычажный ЗМ с дополнительным звеном и пневмоприводом (см. рис. 3.2, б) используют в механизированном производстве для автоматического отвода прихвата из зоны загрузки заготовок. Во время раскрепления заготовки 1 шток 6 перемещается вниз, при этом прихват 2 поворачивается на оси 4. Последняя совместно с серьгой 5 поворачивается на оси 3 и занимает положение, показанное условно. При этом прихват 2 отводится из зоны загрузки заготовок.

Ответ 3.6. На рис. 3.3 приведены универсальные рычажные однозвенные ЗМ с гидроцилиндрами, применяемые в серийном производстве. Положение прихвата по высоте регулируют планкой 1 (см. рис. 3.3, а). При подаче масла по шлангу 2 в полость гидроцилиндра, шток 7 упирается в быстросъемную шайбу 6 и скалку 5, а корпус 3 перемещается вниз, передавая силу закрепления заготовки 9 на прихват 8. Во время раскрепления пружина 4 возвращает шток 7 в исходное положение.

В нижнее отверстие рычага 5 (см. рис. 3.3, б) вставлен гидроцилиндр 3 и зафиксирован стопорным кольцом 2; в верхнее отверстие – винт 7. Положение этого винта регулируется гайкой 6 (в зависимости от толщины заготовки 8). Во время крепления заготовки 8 шток 4 упираясь в корпус прихвата 1, поворачивает рычаг 5 на оси 10 до тех пор, пока винт 7 не упрется в заготовку. Положение заготовки по высоте регулируют опорой 9.

При подаче масла в верхнюю полость гидроцилиндра (см. рис. 3.3, в) поршень 7 упирается в планку 9, а корпус гидроцилиндра 6 вместе с прихватом 2 поворачивается на винте 3 и крепит заготовку 1. Гидроцилиндр 6 в отверстии прихвата крепится стопорным кольцом 8. Для облегчения поворота прихвата предусмотрены коническая и сферическая шайбы 4. Планка 9 закреплена на столе станка винтом и специальной гайкой 10. Положение прихвата по высоте регулируют гайками 5.

Ответ 3.7. Многозвенные рычажные ЗМ предназначены для применения в автоматизированном серийном производстве, когда требуется автоматический отвод прихватов из зоны загрузки, а также съем заготовки с оправки без использования быстросъемных шайб.

Корпусная заготовка 2 (см. рис. 3.4, а) крепится двумя прихватами 1 и 5. Сила закрепления на прихваты передается штоками 7 и 8 встроенных в корпус приспособления пневмоцилиндров. При этом звенья 4 упираются в планки 3. Для отвода прихватов из зоны загрузки служат звенья 4, поворачивающиеся на осях 6.

После установки заготовки (см. рис. 3.4, б) шток 2 пневмо- или гидроцилиндра 1 перемещается вверх, при этом три прихвата 6 поворачиваются на осях 5 и крепят заготовку.

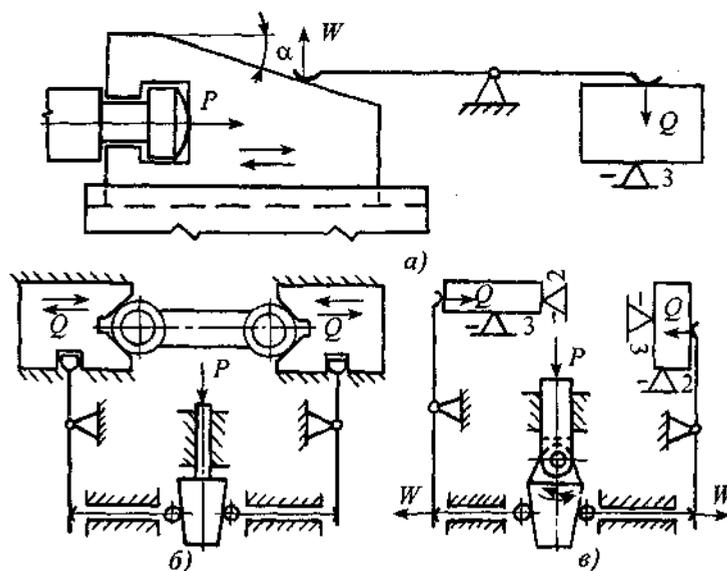


Рис. 3.25. Схемы клинорычажного и клиноплунжерных ЗМ:
 а – ЗМ с плоским односторонним клином; б – ЗМ с двухсторонним жестким клином;
 в – ЗМ с двусконым качающимся клином

Во время раскрепления заготовки шток 2 опускается вниз и через три рычага 4 и пальцы 3 приподнимает заготовку, для удобства ее съема.

Ответ 3.8. Клиновые зажимные механизмы широко применяются в оснастке, так как они обладают свойством самоторможения (рис. 3.25).

ЗМ с плоским односторонним клином (рис. 3.25, а), перемещаемым по направляющим, применяется редко, более целесообразны эксцентриковые кулачки (свернутый клин).

ЗМ с двухсторонним жестким клином (рис. 3.25, б) применяют, когда требуется самоцентрирование; ЗМ с качающимся клином применяют при креплении одной или нескольких заготовок двумя прихватами для передачи одинаковой силы W от силы P на прихваты (рис. 3.5, в).

Клиновые ЗМ просты в изготовлении, их часто используют в сложных ЗМ (клиноплунжерных, клинорычажных). Особенности конструкций клиновых механизмов позволяют изменять направление передаваемой силы.

Ответ 3.9. Эксцентриковые ЗМ широко используют в мелкосерийном производстве, поскольку они в большинстве случаев имеют ручное управление. Стандартами предусмотрено четыре вида эксцентриков, три из них приведены на рис. 3.26 [1].

Материал – сталь 20Х; цементация на глубину 0,8 ... 1,2 мм; 56 ... 61 HRC.

Недостатком эксцентриковых ЗМ является изменение самотормозящих свойств и силы закрепления в зависимости от угла поворота. Самоторможение обеспечивается, если соблюдается условие $D \geq 16e$.

Ответ 3.10. Исходными данными для расчета размеров эксцентрикового ЗМ являются: δ – допуск на размер заготовки от установочной базы до места приложения силы Q (из чертежа заготовки), мм; Q – необходимая сила закрепления заготовки, Н; γ – угол поворота эксцентрика от начального положения; тип привода.

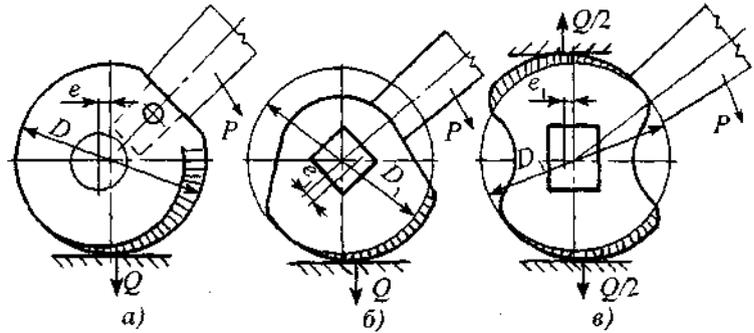


Рис. 3.26. Виды эксцентриков ЗМ:

а – кулачки круглые по ГОСТ 9061–68; б – кулачки эксцентриковые по ГОСТ 12189–66;
 в – кулачки двойные по ГОСТ 12190–66; $D = 32 \dots 80$ мм; $D_1 = 50 \dots 140$ мм; $l = 1,7 \dots 4,0$ мм;
 $l_1 = 2,5 \dots 7,0$ мм

На первом этапе определяют ход h_k эксцентрика, мм:

1) если угол γ поворота эксцентрика не ограничен ($\gamma \leq 130^\circ$), то

$$h_k = \delta + \Delta_{\text{гар}} + \frac{Q}{J} + \Delta h_k;$$

2) если угол γ поворота эксцентрика ограничен ($\gamma \leq 60^\circ$), то

$$h_k = \delta + \Delta_{\text{гар}} + \frac{Q}{J},$$

где $\Delta_{\text{гар}}$ – гарантированный зазор для удобства установки заготовки (0,2 ... 0,4 мм); Δh_k – запас хода эксцентрика, предохраняющий его от перехода через "мертвую точку", с учетом износа (0,4 ... 0,6 мм); J – жесткость эксцентрикового ЗМ (9800 ... 19600 кН/м).

Затем определяют диаметр цапфы из условия прочности на смятие

$$d_u \geq 0,226\sqrt{Q}.$$

Далее вычисляют диаметр (D) и ширину (B) эксцентрика:

$$D \geq 2(e + 1,2d_u); B \geq 0,037D.$$

И, наконец, определяют момент (M) на рукоятке эксцентрика и длину рукоятки (L):

$$M = 2eQ; \quad L \geq \frac{M}{P},$$

где e – эксцентриситет, мм; P – сила на конце рукоятки ЗМ, Н.

Ответ 3.11. Для определения зависимости между силой зажима заготовки и моментом на рукоятке эксцентрикового ЗМ рассмотрим схему, приведенную на рис. 3.27.

В процессе закрепления заготовки на эксцентрик действуют три силы: на рукоятке P , реакция заготовки R и реакция цапфы N . Под действием этих сил система находится в равновесии. Реакция R представляет собой равнодействующую силы Q закрепления заготовки и силы трения F .

Сумма моментов всех действующих сил относительно оси поворота эксцентрика [3]:

$$Pl - Qe \sin \alpha' - fQ(R_1 - e \cos \alpha') - N\rho = 0,$$

где f – коэффициент трения между эксцентриком и заготовкой.

Приняв $N \approx Q$ (так как они отличаются незначительно) момент на рукоятке эксцентрика

$$Pl = Q [fR_1 + \rho + e(\sin \alpha' + f \cos \alpha')].$$

Для упрощения полученного выражения примем:

$$fR_1 = \operatorname{tg} \varphi R_1 \approx \sin \varphi R_1 \text{ (при } \varphi = 6^\circ \text{ погрешность меньше 1 \%);}$$

выражение $\sin \alpha' + f \cos \alpha'$ заменим $(\alpha' + \varphi)$, при этом погрешность составит 1 %;

$$R_1 = \frac{e - \rho}{\sin \varphi},$$

где ρ – радиус круга трения цапфы.

После подстановок получим

$$Pl = Qe [1 + \sin(\alpha' + \varphi)].$$

По этой упрощенной формуле, приведенной в работе [3], момент Pl находят с точностью до 10 %.

Ответ 3.12. Эксцентриковые ЗМ используют в мелкосерийном производстве для крепления различных заготовок, когда требуются незначительные силы закрепления.

Заготовку 4 (см. рис. 3.5, а) устанавливают на призмы 6 до упора в штырь 5, и крепят прихватом 2. Для удобства перезарядки приспособления прихват 2 расположен сзади. Сила закрепления на него передается от эксцентрика 8 через скалку 1. Пружина 3 отводится прихватом 2 от заготовки во время раскрепления. Рукоятка 7 для удобства расположена сверху.

Заготовку 4 (см. рис. 3.5, б) устанавливают на призму 5. Крепление производят прихватом 2. Сила закрепления на него передается от рукоятки через эксцентрик 7 и скалку 6. Отвод прихвата от заготовки во время раскрепления осуществляет пружина 1, поворачивающая его на оси 3.

На рис. 3.5, в эксцентриковый ЗМ предусмотрен для крепления сменной кассеты 4 с заготовками 6, которые закреплены винтами 5. Кассету устанавливают до упора 7 и крепят прихватом 3. Сила закрепления на прихват передается от эксцентрика 1 при его повороте на оси 2.

Ответ 3.13. Для определения силы закрепления W , передаваемой клином при трении скольжения, рассмотрим схему действующих на него сил (рис. 3.28, а).

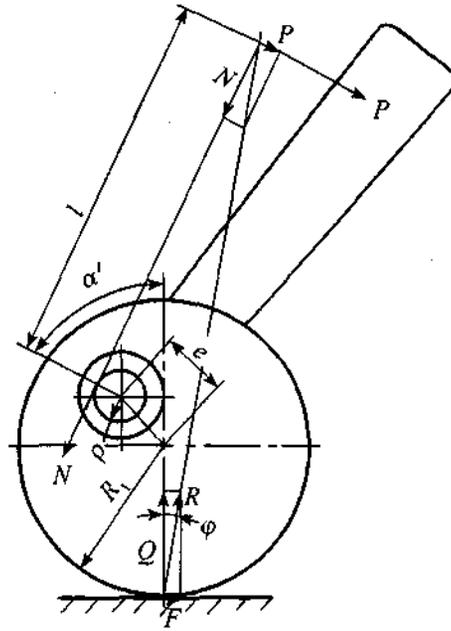


Рис. 3.27. Схема сил в эксцентриковом зажимном механизме

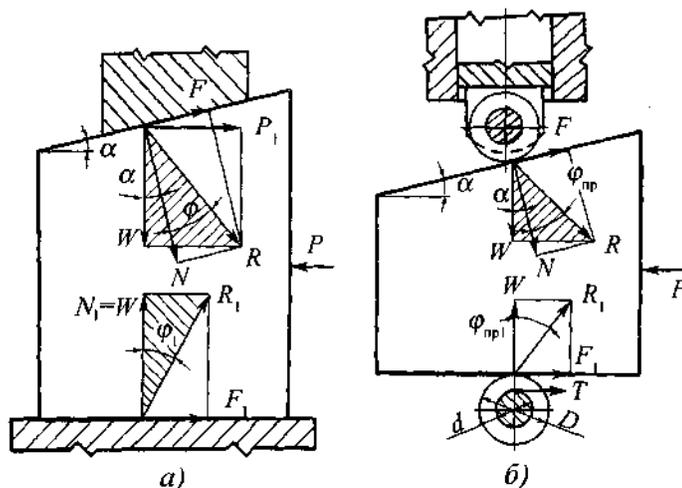


Рис. 3.28. Схема сил в клиновых зажимных механизмах:
а – при трении скольжения; б – при трении качения

При перемещении клина под действием силы P на наклонной поверхности возникают нормальная сила N и сила трения F . Найдем равнодействующую силу R , разложив ее на горизонтальную P_1 и вертикальную W составляющие. Согласно схеме $P_1 = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$, где α – угол скоса клина; φ – угол трения.

На горизонтальной поверхности возникает нормальная сила $N_1 = W$ и сила трения F_1 . По аналогии находим, $F_1 = W \operatorname{tg} \varphi_1$.

Статическое равновесие клина в направлении силы P определяется уравнением

$$P = P_1 + F_1, \text{ заменяя } P_1 \text{ и } F_1, \text{ получаем: } P = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + W \operatorname{tg} \varphi_1.$$

Решая это уравнение относительно W , получаем: $W = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}$.

Ответ 3.14. В практике машиностроительного производства чаще используют оснастку с наличием роликов в клиновых ЗМ. Такие зажимные механизмы позволяют уменьшить вдвое потери на трение (рис. 3.28, б).

Расчет силы закрепления производится по формуле, аналогичной формуле для расчета клинового механизма, работающего при условии трения скольжения на контактирующих поверхностях. При этом углы трения скольжения φ и φ_1 заменяем на углы трения качения $\varphi_{\text{тв}}$ и $\varphi_{\text{тв}1}$:

$$W = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{тв}}) + \operatorname{tg} \varphi_{\text{тв}1}}$$

Чтобы определить соотношение коэффициентов трения при скольжении и качении, рассмотрим равновесие нижнего ролика механизма: $F_1 \frac{D}{2} = T \frac{d}{2}$.

Так как $T = Wf$, $F_1 = W \operatorname{tg} \varphi_{\text{тв}1}$ и $f = \operatorname{tg} \varphi$, получим

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{тв}1} = \operatorname{tg} \varphi \frac{d}{D}.$$

Для верхнего ролика вывод формулы аналогичен.

В конструкциях клиновых зажимных механизмов используют стандартные ролики и оси, у которых $D = 22 \dots 26$ мм, а $d = 10 \dots 12$ мм. Если принять: $\operatorname{tg} \varphi = 0,1$; $d/D = 0,5$, тогда коэффициент трения качения будет $f_k = \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05$.

Следовательно, в этих конструкциях ЗМ с роликами потери на трение снижаются, а сила закрепления увеличивается.

Ответ 3.15. Для определения условия самоторможения рассмотрим схему сил, действующих на зажатый между двумя плоскостями клин (рис. 3.29).

Клин находится в равновесии, если выталкивающая сила меньше сил торможения, зависящих от условий трения на контактируемых поверхностях.

На наклонной поверхности зажатого клина действуют нормальная сила N и сила трения F . Разложим силу N на вертикальную Q и горизонтальную P составляющие:

$$Q = N \cos \alpha; \quad P = Q \operatorname{tg} \alpha.$$

Аналогичными выражениями представим силу трения F :

$$F' = F \cos \alpha; \quad F'' = F \sin \alpha.$$

Выразив силу F через силу Q , получим:

$$F = N f_1 = \frac{Q}{\sin \alpha} f_1.$$

Тогда $F' = \frac{Q}{\sin \alpha} f_1 \cos \alpha$; $F'' = \frac{Q}{\sin \alpha} f_1 \sin \alpha$.

На горизонтальной плоскости нормальная сила равна силе Q , а сила трения $F = Q f_2$.

Коэффициенты трения скольжения f_1 и f_2 на плоскостях выразим через углы трения:

$$f_1 = \operatorname{tg} \varphi; \quad f_2 = \operatorname{tg} \varphi_1.$$

Уравнение статического равновесия клина будет иметь вид:

$$Q \operatorname{tg} \alpha - \frac{Q}{\cos \alpha} \operatorname{tg} \varphi - Q \operatorname{tg} \varphi_1 = 0.$$

В рассматриваемом случае $\cos \alpha \cong 1$, тогда $\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_1 = 0$. При малых углах это выражение можно представить в виде $\alpha = \varphi + \varphi_1$, а условие торможения записать как $\alpha \leq \varphi + \varphi_1$.

Например, если $\operatorname{tg} \varphi = f_1 = 0,1$, $\varphi = 5^\circ 43'$, условие самоторможения будет обеспечено для клина с трением по двум плоскостям при $\alpha < 11^\circ$.

Ответ 3.16. Клиноплунжерные ЗМ получили широкое распространение. Они компактны, просты в изготовлении, позволяют исходную силу P увеличивать в несколько раз. При определенных углах скоса клина α эти ЗМ обладают свойствами самоторможения. Силовые характеристики клиноплунжерных ЗМ зависят от их конструкции.

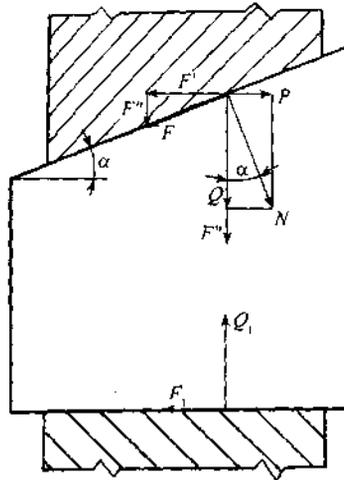


Рис. 3.29 Схема сил для определения условия самоторможения клина

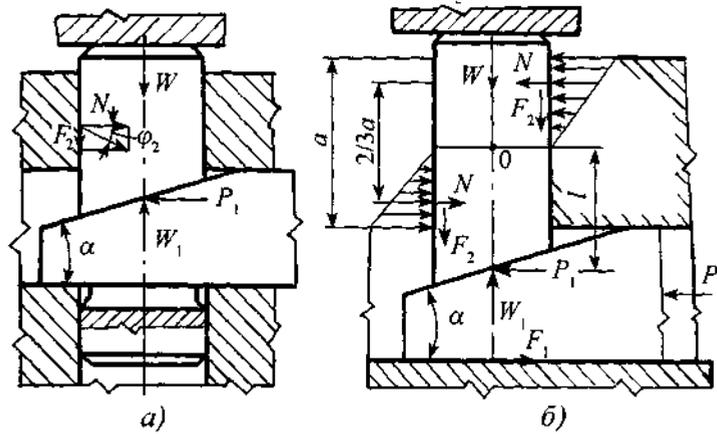


Рис. 3.30. Схемы сил, действующих в клиноплунжерном ЗМ:
 а – с двухопорным плунжером без роликов; б – с одноопорным плунжером без роликов

Для вывода уравнения силовой характеристики клиноплунжерного зажимного механизма составим схему действия сил. Для клинового зажимного механизма силы W и P_1 определяют по формулам: $P_1 = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$, $W = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}$ (см. рис. 3.28, а). Так как в нашем случае рассматривается равновесие плунжера, а не клина, то силы P_1 и W_1 , показаны направленными от клина на плунжер. Силу P определяют в зависимости от конструкции силового привода. В плунжере возникают силы трения F_2 , которые необходимо учитывать при определении силы W .

$$F_2 = N \operatorname{tg} \varphi_2 = P_{\text{о.д}} \operatorname{tg} \varphi_2 = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_2.$$

Из схемы сил (рис. 3.30, а) и из условия $\sum \bar{P}_x = 0$, находим $P_1 = N$; а из условия $\sum \bar{P}_z = 0$, находим $W = W_1 - F_2$, или $W = W_1 - P_1 \operatorname{tg} \varphi_2$. Подставляя значения W_1 и P_1 , получаем: $W = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} - P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_2$ или окончательно $W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}$.

Из этой исходной формулы легко получить частные формулы для всех разновидностей ЗМ.

Ответ 3.17. Для клиноплунжерного ЗМ с одноопорным плунжером (см. рис. 3.30, б) формула для определения силы W изменится по сравнению с исходной (см. Ответ 3.16). В исходной формуле значение $\operatorname{tg} \varphi_2$ заменим на $\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр2}}$, которое можно получить путем следующих рассуждений. Сила P вызывает поворот плунжера в пределах зазора относительно средней точки O и создает давления, распределенные по закону треугольника. Нормальные равнодействующие N этих давлений удалены от вершин треугольников на расстояние $2/3 \cdot a/2 = 1/3a$; расстояние между силами N равно $2/3a$.

Плунжер, нагруженный двумя моментами относительно точки O , находится в статическом равновесии, т.е. $\sum \overline{M_z} = 0$, при условии

$$Pl + N(2/3a) = 0 \quad \text{или} \quad Pl = N(2/3a).$$

$$\text{Так как } N = \frac{F_2}{f_2} = \frac{F_2}{\operatorname{tg} \varphi_2}, \text{ то } Pl = \frac{F_2}{\operatorname{tg} \varphi_2} \cdot 2/3a; \quad 2F_2 = P(3l/a)\operatorname{tg} \varphi_2.$$

Приведенный коэффициент трения для двухопорного (неперекошенного) плунжера получаем

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2} = \frac{3l}{a} \operatorname{tg} \varphi_2,$$

где l — расстояние от средней точки контакта консольного плунжера с клином до середины направляющей плунжера; a — длина направляющей консольного плунжера; $\operatorname{tg} \varphi_2$ — коэффициент трения двухопорного (неперекошенного) плунжера.

Итак, расчетная формула для определения силы W , передаваемой клиноплунжерным ЗМ с одноопорным плунжером без ролика, принимает вид:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Ответ 3.18. На рис. 3.6 приведены схемы клиноплунжерных ЗМ: с двухопорным плунжером без ролика (*a*); с двухопорным плунжером и роликом (*b*); с одноопорным плунжером и тремя роликами (*в*); с двумя одноопорными (консольными) плунжерами и роликами (*г*). Такие ЗМ широко применяют в технологической оснастке, так как они надежны в работе, просты в изготовлении и могут обладать свойством самоторможения при определенных углах скоса клина.

Силовая характеристика для схемы, приведенной на рис. 3.6, *a*:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1};$$

для схемы, приведенной на рис. 3.6, *b*:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + \operatorname{tg} \varphi_1};$$

для схем, приведенных на рис. 3.6, *в* и *г*:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}1}}.$$

Ответ 3.19. На рис. 3.7 показаны ЗМ, применяемые в автоматизированном производстве. Заготовку 5 устанавливают на палец 6 и крепят прихватом 3 (см. рис. 3.7, *a*). Сила закрепления на заготовку передается от штока 8 гидроцилиндра 7 через клин 9, ролик 10 и плунжер 4. Отвод прихвата из зоны загрузки во время съема и установки заготовки осуществляет рычаг 1, который поворачивает на оси 11 выступ 12. Прихват 3 легко перемещается от рычага 1 или пружины 2, так как в конструкции оси 13 предусмотрены прямоугольные сухари 14, легко перемещаемые в пазах прихвата.

Заготовку 2 (см. рис. 3.7, б) устанавливают на штырь и опоры 7, а крепят планкой 5. Сила закрепления на планку передается от штока 1 гидроцилиндра через клин 3 и плунжер 4. Для удобства работы планка 5 не снимается, а поворачивается на оси 6 в вертикальное положение. Это позволяет использовать рассмотренный ЗМ в автоматизированном производстве.

Ответ 3.20. На рис. 3.8, а приведен клиноплунжерный ЗМ, применяемый в автоматизированном производстве. Крепление заготовки 5 осуществляет прихват 3 с пятой 4. Сила закрепления на прихват 3 передается от штока 11 гидроцилиндра через винт 10, клин 9, ролик 7 и плунжер 6. Во время раскрепления заготовки рычаг 2, поворачиваясь на оси 8 против часовой стрелки, отводит прихват 3 влево. При этом ось 1 остается неподвижной.

На рис. 3.8, б приведена конструкция клинорычажного ЗМ с роликами. Две заготовки 3 устанавливают на призмы и крепят поворотным прихватом 4. Сила закрепления на прихват передается от штока 1 пневмоцилиндра через клин 2, ролик 8, рычаг 6, поворачивающийся на оси 5, и шарнирный винт 7. Конструкция ЗМ проста в изготовлении и надежна в работе.

Ответ 3.21. Перед установкой заготовки 3 (см. рис. 3.9, а) на стакан 10 прихваты 6 и 9 должны занять положения, показанные условно. Для этой цели в конструкции предусмотрены штифты 7 и 8, а в прихватах пазы. При перемещении поршня 1 со штоком 2 вверх качалка 5 совместно с прихватами 6 и 9 также перемещается вверх. Поскольку штифты 7 и 8 закреплены в стакане 10, прихваты поворачиваются на осях 4 и перемещаются к центру.

Во время перемещения плунжера 4 (см. рис. 3.9, б) вниз штоком 5 пневмоцилиндра две пружины 3 упираются в прихваты 2, последние поворачиваются на оси 1 и осуществляют крепление заготовки. При раскреплении заготовки плунжер 4 перемещается вверх, прихваты 2 поворачиваются на оси 1 и входят внутрь установочного полого пальца.

Ответ 3.22. Шарнирно-рычажные механизмы предназначены для увеличения силы на штоке пневмопривода или другого силового привода, передаваемой ЗМ. Они являются промежуточным звеном, связывающим силовой привод с прихватом, и применяются в том случае, когда для крепления заготовки требуется большая сила.

По конструкции их делают на однорычажные, двухрычажные одностороннего действия и двухрычажные двустороннего действия.

На рис. 3.31, а показана схема шарнирно-рычажного механизма (усилителя) одностороннего действия в виде наклонного рычага 5 и ролика 3, соединенного осью 4 с рычагом 5 и штоком 2 пневмоцилиндра 1. Исходная сила P , развиваемая пневмоцилиндром, через шток 2, ролик 3 и ось 4 передается на рычаг 5. При этом нижний конец рычага 5 перемещается вправо, а его верхний конец поворачивает прихват 7 вокруг неподвижной опоры 6 и закрепляет заготовку силой Q . Значение последней зависит от силы W и соотношения плеч прихвата 7.

Силу W для однорычажного шарнирного механизма (усилителя) без плунжера определяют по уравнению

$$W = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_{\text{np}}}$$

Сила W_1 , развиваемая двухрычажным шарнирным механизмом (усилителем) (рис. 3.31, б), равна:

$$W_1 = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1}$$

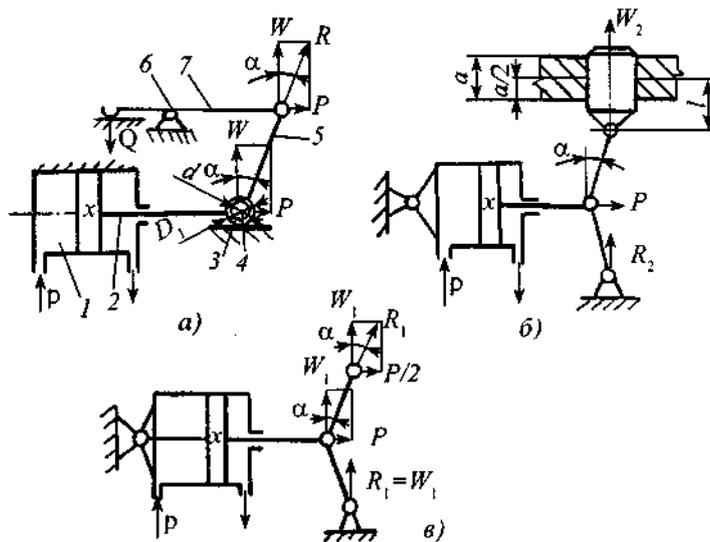


Рис. 3.31. Схема рычажных механизмов (усилителей) одностороннего действия: а – одностороннего, б – двухрычажного, в – двухрычажного шарнирно-плунжерного

Силу W_2 , развиваемую двухрычажным шарнирно-плунжерным механизмом одностороннего действия (рис. 3.31, в), определяют по уравнению

$$W_2 = \frac{P}{2} \left[\frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2} \right]$$

В приведенных выше формулах: P – исходная сила на штоке механизированного привода, Н; α – угол положения наклонного звена (рычага); β – дополнительный угол, которым учитываются потери на трение в шарнирах ($\beta = \arcsin f \frac{d}{L}$); f – коэффициент трения скольжения на оси ролика и в шарнирах рычагов ($f \approx 0,1 \dots 0,2$); d – диаметр осей шарниров и ролика, мм; D – наружный диаметр опорного ролика, мм; L – расстояние между осями рычага, мм; φ_1 – угол трения скольжения на осях шарниров; $\varphi_{\text{пр}}$ – угол трения качения на опоре ролика; $\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = \operatorname{tg} \varphi d/D$; $\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2}$ – приведенный коэффициент трения, учитывающий потери на трение в консольном (перекошенном) плунжере; $\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2} = \operatorname{tg} \varphi 3l/a$; l – расстояние между осью шарнира и серединой направляющей втулки плунжера (рис. 3.31, в), мм; a – длина направляющей втулки плунжера, мм.

Ответ 3.23. Однорычажные шарнирные ЗМ применяют в тех случаях, когда требуются большие силы закрепления заготовки. Это объясняется тем, что во время крепления заготовки угол α наклонного рычага уменьшается и сила зажима увеличивается. Так при угле $\alpha = 10^\circ$ сила W на верхнем конце наклонного звена 3 (см. рис. 3.10, а) составляет $W \approx 3,5P$, а при $\alpha = 3^\circ$ $W \approx 11P$, где P – сила на штоке 8 пневмоцилиндра.

Заготовку 1 (см. рис. 3.10, а) крепят прихватом 2. Сила закрепления на прихват передается от штока 8 пневмоцилиндра через ролик 6, регулируемое по длине наклонное

звено 4, состоящее из вилки 5 и серьги 3. Для предотвращения изгиба штока 8 для ролика предусмотрена опорная планка 7.

В универсальном ЗМ (см. рис. 3.10, б) пневмоцилиндр расположен внутри корпуса 1 приспособления, вверху которого винтами прикреплен корпус 2 зажимного механизма. Во время закрепления заготовки шток 3 пневмоцилиндра с роликом 7 перемещаются вверх, а прихват 5 со звеном 6 поворачивается на оси 4. При раскреплении заготовки прихват 5 занимает положение, показанное тонкими линиями.

Ответ 3.24. Агрегатированные рычажные ЗМ применяют для сборно-разборной оснастки многократного применения.

Корпус 7 ЗМ (см. рис. 3.11, а) устанавливают на плите приспособления. Крепление заготовки осуществляется при ходе штока пневмоцилиндра 5 вверх, при этом ролик 4 катится по планке 6, а звено 3 поворачивает прихват 2 на оси 1 против часовой стрелки.

В конструкции ЗМ (см. рис. 3.11, б) предусмотрено два прихвата 5 и 8, которые поворачиваются на осях 4 и 9 серьгами 6 и 7 во время перемещения вверх штока 11 гидроцилиндра 1. Прихваты соединены со штоком 11 серьгами 6 и 7 и вилкой 10. Для крепления корпуса 3 предусмотрены винты 2.

Ответ 3.25. На рис. 3.12 приведены конструкции двухрычажных шарнирных ЗМ, которые позволяют увеличить исходную силу пневмопривода, передаваемую на прихваты, в несколько раз. Эти конструкции ЗМ применяют при обработке корпусных заготовок.

Две заготовки 3 (рис. 3.12, а), устанавливают на плоскую опору и крепят прихватом 4. Сила закрепления на прихват 4 передается от штока 1 встроенного пневмоцилиндра через ось 8, звено 7 и двухрычажный механизм 5 одностороннего действия. Так как шток 1 выполнен в виде вилки для размещения звена 7 на оси 8, то для обеспечения герметичности предусмотрена втулка 2. Прихват 4 смонтирован на оси 6 и имеет регулировочный винт.

На рис. 3.12, б приведена конструкция двухрычажного ЗМ двухстороннего действия. Заготовку 1 крепят двумя прихватами 2 и 12, качающимися на осях 13. Сила закрепления на прихват передается от штока 7 пневмоцилиндра, прикрепленного к корпусу 5, через ось 8 и звенья 9, 3, 11. Шток 7 пневмоцилиндра выполнен в виде вилки, а для герметичности предусмотрена втулка 6. Прихваты 2 и 12 смонтированы в вилках 4 и 10, последние прикреплены к корпусу 5.

Крепление корпусной заготовки 1 (см. рис. 3.12, в) осуществляется прихватами 2 и 7, которые соединены со штоком 5 пневмоцилиндра наклонными звеньями 3 и 6 посредством вилки 4.

Ответ 3.26. Приведенные на рис. 3.13 шарнирно-рычажные ЗМ одностороннего действия с автоматически отодвигаемыми прихватами предназначены для оснастки, применяемой в автоматизированном производстве.

При перемещении штока влево (см. рис. 3.13, а) пружина 5, упираясь в штифт 6, перемещает прихват 2 серьгой 4 влево до упора в ось 3. Одновременно серьга 7 поворачивает прихват 2 на оси 3 и передает силу зажима на заготовку 1. Переналадка приспособления заключается в замене установочной призмы.

Заготовку 1 устанавливают на опорные пластины (см. рис. 3.13, б). Ее крепление осуществляют планкой 2, прикрепленной к прихвату 3. Сила закрепления на прихват 3 передается от штока 11, встроенного в корпус приспособления гидроцилиндра, через вилку 10, ролик 9 и звено 8. Для регулирования угла наклона звена 8 и изменения силы закрепления предусмотрена возможность осевого перемещения вилки 10. Для освобождения зоны загрузки заготовки во время раскрепления прихват 3 отодвигается вправо пружиной 6. Величина его перемещение регулируется гайками 7. Ось 5 закреплена в ползушке 4.

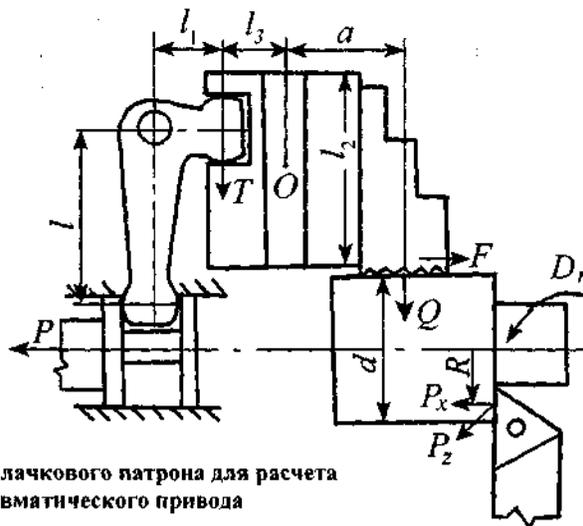


Рис. 3.32. Схема кулачкового патрона для расчета силы на штоке пневматического привода

Ответ 3.27. На рис. 3.14 приведены конструкции ЗМ для автоматизированного производства, у которых прихваты при раскреплении заготовки автоматически освобождают зону загрузки.

Для раскрепления заготовки 8 (см. рис. 3.14, а) клин-плунжер 2 перемещается влево, при этом двуплечий рычаг 3 поднимает плунжер 5 с Г-образным прихватом. Последний, благодаря наличию винтового паза и шарика 1, поворачивается на 90°. Плунжер 5 и прихват 7 соединены двумя вкладышами 6. Сила закрепления передается на прихват 7, через клин-плунжер 2 и ролик 4.

Заготовку 3 устанавливают на опору 1 до упора 2 и крепят прихватом 4 (см. рис. 3.14, б). Сила крепления на прихват 4 передается от штока 12 пневмоцилиндра через вилку 11, ролик 9, серьгу 8, винт 7 и звено 6. Во время раскрепления ролик 9 катится по опоре 10 вправо, одновременно прихват 4 отодвигается на оси 5 вправо.

Ответ 3.28. Центрирующие зажимные механизмы применяют для базирования и крепления заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям. К ним относятся: кулачковые, мембранные и цанговые патроны, разжимные оправки с гофрированными и тонкостенными втулками, оправки с тарельчатыми пружинами.

Ответ 3.29. Силу P на штоке пневматического (механизированного) привода для рычажных кулачковых патронов определяют исходя из требуемой силы закрепления обрабатываемой заготовки.

Рассмотрим равновесие кулачка относительно точки O (рис. 3.32)

$$Tl_3 - Fl_2 - Qa = 0.$$

Сила T связана с силой P на штоке соотношением $T = P \frac{l_1}{l_4}$. Сила трения на поверхности кулачка равна $F = fQ$. Следовательно,

$$P = kQ \left(f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \frac{l_4}{l_1},$$

где a – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы Q на одном кулачке; l и l_1 – длина плеч рычага; l_2 – длина направляющей части кулачка, соприкасающаяся с пазом корпуса патрона; l_3 – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы T на кулачке; f – коэффициент трения скольжения (0,16...0,21); $k = 1,05 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне.

Потребная сила крепления заготовки всеми кулачками Q зависит от сил резания и моментов этих сил:

$$Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2},$$

где Q_{P_x} – необходимая сила крепления заготовки при учете действия составляющей силы резания P_x или $\sum \bar{P}_x$; Q_{P_z} – необходимая сила крепления заготовки при учете действия момента от составляющей силы резания P_z или $\sum \bar{P}_z$.

Силы Q_{P_x} и Q_{P_z} находят из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил резания, трения, закрепления и моментов от этих сил. Их можно рассчитать по формулам

$$Q_{P_x} = \frac{P_x}{f} K_3; \quad Q_{P_z} = \frac{P_z R}{fd} K_3;$$

где R – радиус на котором действует сила P_z ; d – диаметр зажатой части заготовки кулачками; K_3 – коэффициент запаса ($K_3 \geq 2,5$).

Для того, чтобы выбрать нужный пневмоцилиндр, необходимо знать диаметр его поршня. Заменим силу P на конце штока выражением

$$\frac{\pi(D^2 - d^2) p \eta}{4},$$

где D – диаметр поршня пневмопривода; d – диаметр штока пневмопривода; p – давление в пневмоприводе; η – КПД пневмопривода ($\eta = 0,8$).

Можно записать

$$\frac{\pi(D^2 - d^2) p \eta}{4} = kQ \left(f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \frac{l_1}{l}.$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4kQ \left(f \frac{l_2 + a}{l_3} \right) \frac{l_1}{l}}{\pi p \eta} + d^2}.$$

Ответ 3.30. В кулачковых клиновых патронах (рис. 3.33) сила закрепления заготовки всеми кулачками определяется из соотношения:

$$Q = \frac{P}{k \left(1 + \frac{3af}{b} \right) \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где f – коэффициент трения между направляющей поверхностью ползуна и пазом корпуса патрона; α – угол скоса клина; φ – угол трения скольжения клиновой пары патрона ($\varphi = 5 \dots 6^\circ$); a – вылет кулачка (расстояние от середины направляющей ползуна до середины кулачка); b – длина ползуна патрона; k – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне ($k = 1,05$).

Ответ 3.31. Динамическая сила закрепления (Q_d) заготовок в патроне определяется по уравнению

$$Q_d = (Q_{ст} \pm P_{ц}) H,$$

где $Q_{ст}$ – статическая сила закрепления; "+" – для закрепления заготовок по внутренней поверхности; "-" – для закрепления заготовок по наружной поверхности; $P_{ц}$ – центробежная сила.

$$P_{ц} = mR\omega^2 = \frac{GR\omega^2}{g} = 0,102GR \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 = \frac{GRn^2}{100},$$

где ω – угловая скорость, рад/с; G – вес кулачков, Н; g – ускорение свободного падения, м/с²; n – частота вращения, с⁻¹; R – радиус центра тяжести кулачков, м.

Динамическую силу закрепления заготовки можно определить по уравнению

$$Q_d = \frac{1,4P_z(d/2)K_3 \pm GRn^2}{f(d_1/2)},$$

где 1,4 – коэффициент, учитывающий осевую составляющую силы резания, т.е. P_x ; P_z – составляющая силы резания, Н; K_3 – коэффициент запаса, не менее 2,5; d – диаметр обрабатываемой поверхности, м; d_1 – диаметр заготовки в точках закрепления кулачками, м.

Снижения влияния центробежной силы кулачков достигают уменьшением их массы.

Ответ 3.32. Мембранные патроны обеспечивают самую точную центровку заготовок по наружной или внутренней поверхности (0,003 ... 0,005 мм). Их применяют для шлифования отверстий зубчатых колес, наружных и внутренних колец шарико- и роликоподшипников, других заготовок.

Исходными данными для расчета мембранного патрона являются: момент резания $M_{рез}$, стремящийся повернуть заготовку в кулачках патрона (рис. 3.34); диаметр $d_3 = 2b$ наружной (или внутренней) поверхности заготовки в месте контакта с кулачками; вылет кулачков l .

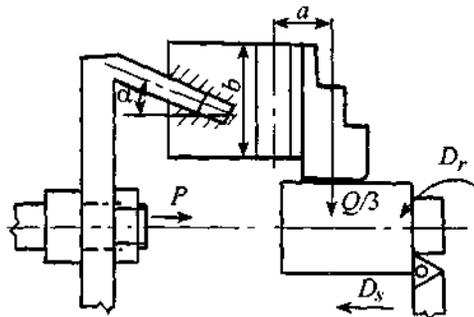


Рис. 3.33. Схема кулачкового клинового патрона

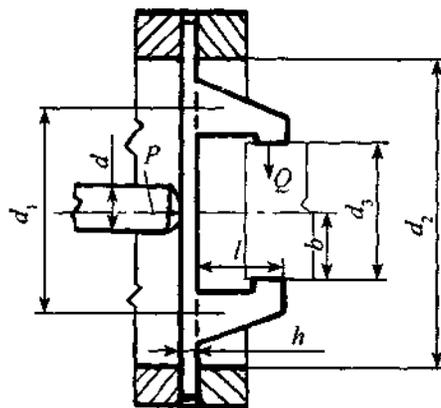


Рис. 3.34. Схема мембранного патрона

Радиальная сила на одном кулачке равна

$$Q = \frac{K_3 M_{\text{рез}}}{mfb},$$

где K_3 – коэффициент запаса ($K_3 \geq 2,5$); m – число кулачков (6 ... 12); f – коэффициент трения (0,16 ... 0,21).

Силы Q создают момент M , изгибающий мембрану

$$M = \frac{Qml}{2\pi b}.$$

Жесткость мембраны (сталь 65Г)

$$k = \frac{Eh}{12(1-\mu^2)},$$

где E – модуль упругости; h – толщина мембраны ($h = (0,1 \dots 0,07)d_2/2$); μ – коэффициент Пуассона материала мембраны, принимаем равным 0,3.

Сила, необходимая для разжима патрона:

$$P_p = \frac{4\pi k(\Delta + \varepsilon + 0,5\delta)}{2,3 \lg a/b},$$

где Δ – величина раскрытия кулачков ($\Delta = 0,01b + 0,03$, мм); ε – радиальный зазор для установки заготовки ($\varepsilon = 0,0004d_3 + 0,02$, мм); a – радиус мембраны, т.е. $a = d_2/2$; δ – допуск закрепляемой заготовки по d_3 , мм.

Наибольшее напряжение в материале мембраны

$$\sigma = \frac{3P(1+\mu)}{2\pi h^2} \left(\ln \frac{a}{r} + \frac{r^2}{4a^2} \right),$$

где r – радиус штока, контактирующего с мембранной ($r = 3 \dots 5$ мм).

Полученный результат напряжения в материале мембраны проверяют:

$$\sigma \leq [\sigma] = 400 \text{ Н/мм}^2 \text{ для стали 65Г, при } 45 \dots 50 \text{ HRC.}$$

Ответ 3.33. Мембранные патроны применяют для точной центровки заготовок по наружной или внутренней цилиндрической поверхности.

На рис. 3.15, а приведен мембранный патрон для шлифования отверстия зубчатого колеса с ручным управлением. В этом патроне мембрана 4 прикреплена к планшайбе 3. Перед установкой заготовки 10 винтом 2 прикладывают нагрузку к мембране 4, которая прогибается совместно с кулачками 6 на 0,5 ... 2,0 мм. После чего заготовку 10 с тремя роликами 9 и сепаратором 8 устанавливают между кулачками 6 до трех упоров 11. Затем винтом 2 нагрузку с мембраны снимают, а кулачки кинетической энергией мембраны удерживают заготовку. Мембрану выполняют из стали марок 65Г, 30ХГС или У8А, термообработывают до 40 ... 45 HRC.

Размеры сменных кулачков зависят от наружного диаметра заготовок. Кулачки ориентируют пазом по штифтам 7 и крепят винтами, после чего шлифуют поверхность под ролики 9, используя для закрепления кольцо 5. Точность центровки заготовки 0,003 ... 0,005 мм.

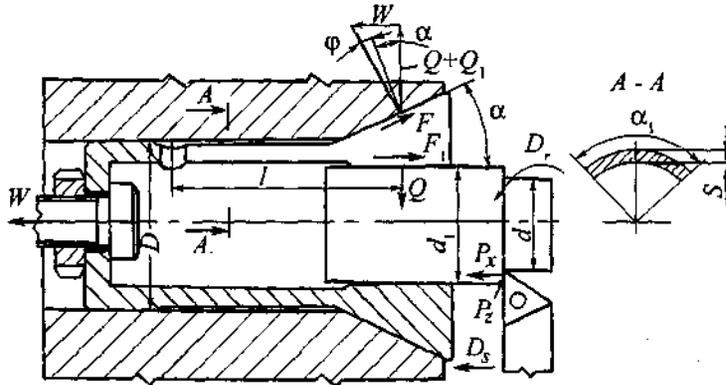


Рис. 3.35. Схема цангового патрона и сил, действующих в процессе закрепления и обработки заготовки ($P_z \perp P_x$)

На рис. 3.15, б приведена конструкция механизированного мембранного патрона. Перед установкой заготовки 2 мембрану деформируют штоком 5, при этом кулачки раскрываются. Затем заготовку 2 совместно с сепаратором 4 и шариками 3 устанавливают до упора в опоры 1, отводят шток 5 влево, а заготовка крепится кинетической энергией мембраны.

На рис. 3.15, в зубчатое колесо 6 имеет хвостовик, поэтому в конструкции патрона предусмотрено две мембраны 3 и 4. Первая центрирует хвостовик, вторая – зубья колеса. Перед установкой заготовки 6, тяга 1 механизированного привода перемещается вправо и пальцами 2 и 8 раскрывает мембраны 3 и 4. После чего заготовку 6, совместно с сепаратором и роликами 5, устанавливают до упора в штыри 7.

Ответ 3.34. Силу (затяжки) цанги при отсутствии упора (рис. 3.35) определяют по уравнению

$$W = (Q_1 + Q) \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

где W – осевая сила (затяжки) цанги, Н; Q – сила закрепления заготовки, распределенная по базовой поверхности заготовки, Н; Q_1 – сила сжатия лепестков цанги для выбора зазора между заготовкой и цангой, Н; α – угол цанги ($15 \dots 30^\circ$); φ – угол трения между цангой и втулкой ($5 \dots 6^\circ$).

Необходимую силу закрепления заготовки определяют из условия статического равновесия заготовки ($\sum \bar{P}_x = 0$ и $\sum \bar{M}_x = 0$): $Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2}$.

Из условия $\sum \bar{P}_x = 0$, находят $Q_{P_x} = \frac{P_x}{f} K_3$.

Из условия $\sum \bar{M}_x = 0$, находят

$$Q_{P_z} = \frac{P_z(d/2)}{f(d_1/2)} K_3,$$

где f – коэффициент трения между заготовкой и цангой; $f = 0,2 \dots 0,4$ в зависимости от вида рабочей поверхности цанги; d_1 – диаметр базовой поверхности заготовки; d – обрабатываемый диаметр заготовки; P_x – осевая сила резания, сдвигающая заготовку; P_z – радиальная сила резания, создающая момент резания; K_3 – коэффициент запаса ($K_3 \geq 2,5$).

Силу Q_1 находим, рассматривая лепесток цанги как консольно закрепленную балку:

$$Q_1 = \frac{3EJy}{10l^3} k,$$

где E – модуль упругости материала; l – длина лепестка цанги до середины конуса; k – число лепестков цанги; y – стрела прогиба лепестка, равная половине зазора ($\Delta/2$) между заготовкой и цангой; J – момент инерции сектора лепестка цанги:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right),$$

где D – диаметр лепестков цанги; S – толщина лепестка цанги; α_1 – половина угла сектора лепестка цанги в радианах.

Приняв $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа и обозначив $y = \Delta/2$, Δ – зазор между цангой и заготовкой, после преобразования получим:

для трехлепестковой цанги

$$Q_1 = 6 \cdot 10^3 E \frac{\Delta S D^3}{l^3};$$

для четырехлепестковой цанги

$$Q_1 = 2 \cdot 10^3 E \frac{\Delta S D^3}{l^3}.$$

Силу затяжки цанги при наличии упора с учетом угла трения φ_1 по цилиндрической поверхности цанги и заготовки определяют по уравнению:

$$W = (Q_1 + Q)[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1].$$

Ответ 3.35. На рис. 3.16 приведены конструктивные разновидности цанговых патронов. Они предназначены для центровки с точностью 0,02...0,05 мм и надежного крепления заготовок по отверстию. Цанги представляют собой разрезные пружинящие гильзы одностороннего или двустороннего действия. Материал цанг (сталь марки У10А) термически обрабатывают: переднюю часть до твердости 58...61 HRC, хвостовую – до 38...42 HRC. Угол конуса стандартный – 30°, толщина лепестков 3...5 мм. Однако, при больших моментах резания и при многоинструментальной обработке цанга деформируется, поэтому для увеличения жесткости толщину лепестков увеличивают до 10...15 мм, а угол уменьшают до 15°. Во избежание остаточных деформаций цанг базовые отверстия заготовок должны быть обработаны по 7...9 квалитетам.

Патрон с ручным креплением изображен на рис. 3.16, а. Заготовку 7 устанавливают на цангу 2 до упора в торец фланца 4. Для крепления заготовки гайкой 8 перемещают влево конус 6 на стержне 1. Для предотвращения поворота конуса 6 предусмотрен штифт 5. Пружина 3 возвращает конус 6 во время раскрепления заготовки.

На рис. 3.16, б приведен цанговый патрон с механизированным приводом. Заготовку 3 надевают на шлицевую полуоправку 4, закрепленную в корпусе 2 патрона, и крепят цангой 5. Цанга соединена штифтом 6 с тягой 1.

На рис. 3.16, в цангу 6 крепят к планшайбе 3 гайкой 4. Крутящий момент от планшайбы на цангу передается с помощью шпонки 5. Заготовку 7 крепят при перемещении конуса 8 влево. Планшайба 3 закреплена на шпинделе станка при помощи пальцев 2 и гаек 1.

На рис. 3.16, *з* показан цанговый патрон с выталкивателями. Во время раскрепления заготовки 4 конус 5 перемещается вправо, при этом грибок 1 с тремя пальцами 2 перемещается также вправо и сталкивает заготовку с цанги 3.

Ответ 3.36. На рис. 3.17 приведены конструкции цанговых патронов для крепления заготовок по наружной цилиндрической поверхности. Заготовку 7 (см. рис. 3.17, *а*) устанавливают в отверстие цанги 6 до упора в торец вставки 5, а крепят ее при перемещении цанги влево гайкой 4. Вставка 5 имеет выступы шириной 6...10 мм, которые свободно входят в прорези между лепестками цанги, крепят ее винтами 3. Пружина 1 возвращает цангу во время раскрепления. Неподвижная конусная втулка 2 предусмотрена сменной для переналадки патрона.

Цанговый патрон с механизированным приводом конуса 4 приведен на рис. 3.17, *б*. После установки заготовки 8 в отверстие цанги 6 ее крепят. При этом конус 4 перемещается вправо штоком 1, а цанга 6, упираясь в гайку 7, крепит заготовку. Пружина 3 удерживает цангу от перемещения вправо при возвращении конуса во время раскрепления заготовки. Запрессованный в корпус 5 штифт 2 предотвращает поворот конуса 4, что повышает точность установки заготовки.

На рис. 3.17, *в* показана конструкция цангового патрона для крепления коротких валов. Заготовку 5 вставляют в отверстие цанги 4 до упора в штифты 3. Цангу соединяют с механизированным приводом стаканом 2 и винтом 1.

Для обеспечения concentричности установки длинных заготовок часто используют двустороннюю цангу (см. рис. 3.17, *г*). Заготовку 8 устанавливают в отверстие цанги 5 до упора в торец кольца 4. Крепят заготовку при перемещении вправо гильзы 1 с внутренним коническим отверстием. Гильза 1 соединена с механизированным приводом винтом 2. Винтами 3 крепят упорное кольцо 4, а винтами 6 – фланец 7 с внутренним коническим отверстием.

Ответ 3.37. На рис. 3.18 приведены конструкции патронов с выдвжными плунжерами, в которых можно устанавливать и крепить заготовки даже грубо обработанными отверстиями (по 6...16 квалитетам). Это главное отличие таких патронов от цанговых.

Патроны с выдвжными плунжерами обеспечивают concentричность установки, как и цанговые 0,02...0,05 мм. Число плунжеров в одном ряду 3...12 в зависимости от размера отверстия заготовки.

На рис. 3.18, *а* показана конструкция патрона с двухрядным расположением плунжеров 1 и 6. Во время крепления заготовки 7 винтом 9 сближают втулки 2 и 8, которые выдвгают плунжеры 1 и 6. Во время раскрепления пружина 3 раздвгает втулки 2 и 8, а пружины 5 утапливают плунжеры в пазы корпуса 4.

Конструкция однорядного плунжерного патрона показана на рис. 3.18, *б*. В этом патроне используют механизированный привод. Шток 1 привода соединен с винтом 2, на котором закреплена втулка 3 с пазами под углом 5...12° для выдвжения плунжеров 6. Плунжеры смонтированы в пазах корпуса 7, во время раскрепления заготовки 5 они перемещаются к оси патрона пружиной 4. Патрон крепят к фланцу шпинделя станка.

Часто плунжерные патроны устанавливают в конусное отверстие шпинделя станка (см. рис. 3.18, *в*), при этом увеличивается точность центрирования заготовок. Заготовку 7 надевают на шлицевую оправку 2 до упора в торец фланца 4. Сила закрепления на плунжер 5 передается от тяги 1 механизированного привода через плунжер 3 с коническими пазами. Для возврата плунжеров во время раскрепления заготовки предусмотрена пружина 6. В этом патроне упорный фланец 4 крепят на шпиндель станка, а шлицевую оправку с плунжерами в коническое отверстие шпинделя. Так как заготовку одновременно обрабатывают несколькими инструментами, то для увеличения жесткости оправку подпирают вращающимся центром 8.

На рис. 3.18, *з* приведена конструкция патрона, в котором предусмотрена гайка 2 на корпусе 1 для облегчения его удаления из конического отверстия шпинделя станка, и сменный упор 3. Кроме этого тяга 4 выполнена в виде конуса, который контактирует с плунжерами 5. Заготовку 6 надевают на шлифовый корпус 1.

Силовая характеристика плунжерных патронов:

$$Q = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \operatorname{tg} \varphi_1}; \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}2} = \frac{3l}{a} \operatorname{tg} \varphi_1,$$

где Q – сила закрепления заготовки; P – сила на тяге привода; α – угол пазов ($5 \dots 12^\circ$); φ , φ_1 , $\varphi_{\text{пр}2}$ – углы трения скольжения; l – расстояние от средней точки контакта плунжера с клином до середины направляющей плунжера; a – длина направляющей консольного плунжера.

Ответ 3.38. Конструкции патронов с выдвижными кулачками отличаются от плунжерных тем, что выдвижные кулачки перемещаются радиально и вдоль оси патрона. Они предназначены для центрирования и крепления заготовок по внутреннему отверстию, обработанному по 6...16 квалитетам точности.

Заготовку 7 (см. рис. 3.19, *а*) устанавливают на оправку 5 до упора в ее торец и крепят кулачками 6. Сила закрепления на них передается от тяги 1 механизированного привода через винт 2 и планшайбу 8. Кулачки 6 во время крепления перемещаются влево по пазам в оправке 5, которые выполнены под углом $5 \dots 10^\circ$, при этом они выдвигаются в радиальном направлении. Во время раскрепления тяга 1 перемещается вправо, грибок 3 перемещает пальцы 4, последние возвращают кулачки в исходное положение.

Патрон, показанный на рис. 3.19, *б*, немногим отличается от рассмотренного. В нем заготовку 5 надевают на оправку 4 до упора в торец фланца 3 и крепят кулачками 7 при перемещении тяги 1 влево. При перемещении тяги 1 вправо грибок 2 через пальцы 8 перемещает кулачки вправо, осуществляя раскрепление заготовки. Кулачки удерживает пружина 6.

Силовая характеристика патронов с выдвижными кулачками:

$$Q = P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Ответ 3.39. Силу закрепления заготовки в приспособлении определяют, решив задачу статики на равновесие твердого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов, возникающих от этих сил.

Значения сил резания и их моментов определяют по формулам теории резания металлов или выбирают по нормативным справочникам.

Порядок расчета следующий:

1. Составить расчетную схему, т.е. на схеме установки или операционном эскизе показать все силы, действующие на заготовку: резания, зажимные, реакции опор и трения в местах контакта заготовки с установочными элементами и зажимными механизмами.

Расчетную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного варианта. Место положения режущего инструмента по длине обрабатываемой поверхности выбирают таким, при котором для удержания заготовки от перемещения или поворота под действием силы резания или моментов, требуется приложить наибольшую зажимную силу.

2. Составить уравнение сил или моментов от этих сил исходя из условия статического равновесия заготовки. Для составления уравнения сил необходимо установить направление возможного перемещения заготовки под действием составляющих силы резания (P_x, P_y, P_z) и определить величину проекций на направление перемещения составляющих силы резания и сил трения. Уравнение сил можно составить в таком виде: сумма проекций всех сил, удерживающих заготовку, равна проекции силы резания.

На практике чаще используется уравнение моментов. Для его составления определяют точку, относительно которой возможен поворот заготовки под действием моментов от составляющих силы резания и моментов сил, удерживающих ее.

3. Ввести коэффициент запаса K_3 , учитывающий увеличение силы резания при затуплении инструмента, колебании припуска на обработку и пр. Значение коэффициента запаса целесообразно определять по методике, предложенной В.С. Корсаковым [3].

Для удобства расчетов коэффициент K_3 вводят в уравнение сил или моментов, например, умножением на K_3 момента от силы резания.

4. Из полученных уравнений определить необходимую силу закрепления заготовки.

Ответ 3.40. Коэффициент запаса K_3 учитывает нестабильность силовых воздействий на заготовку. Силы резания изменяются при врезании инструмента и его выходе от нуля до максимума. В процессе обработки заготовок инструмент затупляется и, как следствие сила резания возрастает на 40 % и более. Центробежные и инерционные силы, возникающие при определенных условиях обработки, а также силы второстепенного и случайного характера трудно учитывать. Таким образом, силы резания по значению, направлению и месту приложения являются переменными факторами. Коэффициент запаса определяют как произведение семи коэффициентов [3, 12]:

$$K_3 = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$; K_1 – учитывает случайные неровности на обрабатываемой поверхности заготовки: при черновой обработке $K_1 = 1,2$; при чистовой – $K_1 = 1,0$; K_2 – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, зависит от вида обработки и материала заготовки ($K_2 = 1,2 \dots 1,8$); K_3 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании ($K_3 = 1,2$), если обработка не является прерывистой, то $K_3 = 1,0$; K_4 – характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом. Для ЗМ с ручным приводом, а также с пневмо- и гидроцилиндрами одностороннего действия $K_4 = 1,3$. Для мембранных пневмокамер и приспособлений с упругими элементами (тонкостенные втулки, диафрагмы и др.) $K_4 = 1,2$. Для остальных силовых приводов двустороннего действия и магнитных $K_4 = 1,0$; K_5 – характеризует эргономику немеханизированного ЗМ. При неудобном расположении рукоятки и угле ее поворота более 90° $K_5 = 1,2$; при удобном расположении $K_5 = 1,0$; K_6 – учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную на плоские опорные пластины, $K_6 = 1,5$.

Если в результате расчета коэффициент запаса окажется меньше 2,5, то принимают $K_3 = 2,5$.

Ответ 3.41. Заготовку устанавливают на три опорных штыря и прижимают ее силой Q к двум опорам (рис. 3.36). На опорах возникают реакции R и R_1 . Сила резания и сила закрепления взаимно-перпендикулярны, поэтому от смещения заготовку удерживают силы трения F и $2F_1$, возникающие в местах контакта заготовки с зажимом и установочными элементами.

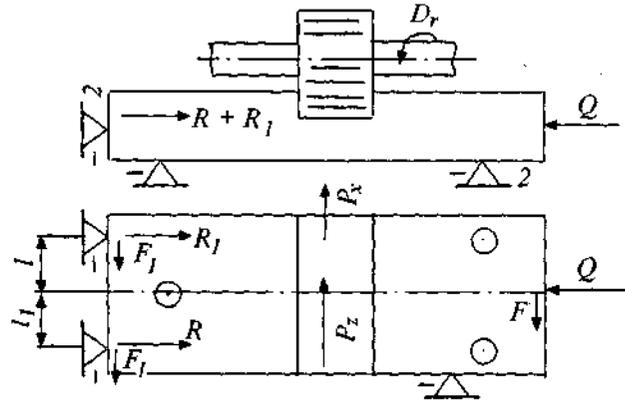


Рис. 3.36. Схема установки заготовки и действия сил на нее при фрезеровании паза дисковой фрезой

Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил резания и трения скольжения ($\sum \vec{P}_y = 0$), можно записать:

$$2F_1 + F - (P_z + P_x) = 0 \quad \text{или} \quad 2F_1 + F = P_z + P_x.$$

Заменяя силы трения, получим: $2R \operatorname{tg} \varphi + Q \operatorname{tg} \varphi = P_z + P_x$, где φ , φ_1 — углы трения скольжения. Если $l = l_1$, то $R = R_1 = Q/2$, тогда: $Q \operatorname{tg} \varphi + Q \operatorname{tg} \varphi_1 = P_z + P_x$. Решая это уравнение относительно силы закрепления заготовки (Q), получаем:

$$Q = \frac{P_z + P_x}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1}.$$

В этом уравнении можно заменить тангенсы углов трения коэффициентами трения скольжения, тогда $Q = \frac{P_z + P_x}{f + f_1}$. Вводя коэффициент запаса, получаем:

$$Q = \frac{P_z + P_x}{f + f_1} K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6.$$

Затем, определяют силы резания и входящие коэффициенты.

Ответ 3.42. Для определения необходимой силы закрепления заготовки в трехлапчатом патроне при одновременном точении и сверлении отверстия составляем схему действия сил (рис. 3.37).

Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил $\sum \vec{P}_x = 0$, находим: $3F - (P_x + P_{x1}) = 0$ или $3F = P_x + P_{x1}$.

Заменяя F , получаем:

$$3 \frac{Q_x}{3} f = P_x + P_{x1},$$

где Q_x — необходимая сила закрепления заготовки от действия суммы сил $P_x + P_{x1}$.

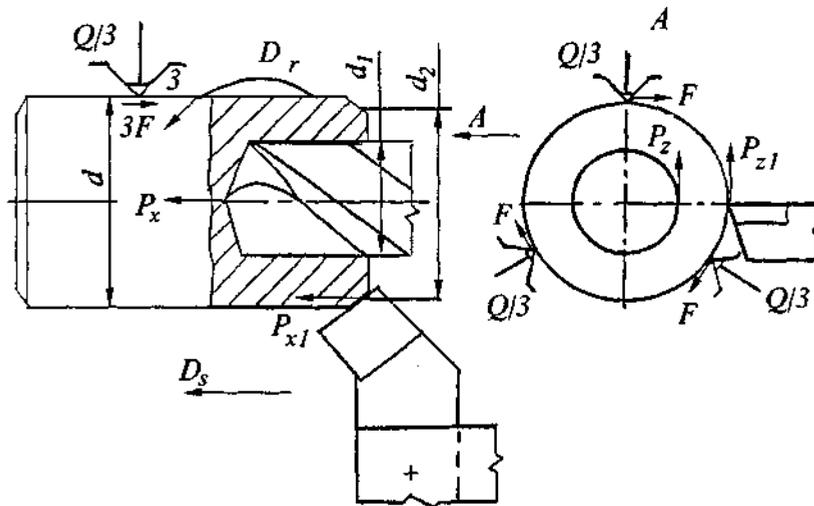


Рис. 3.37. Схема установки заготовки и действия сил на нее при точении и сверлении отверстия на токарном станке

Решая это уравнение относительно силы зажима Q_x , получаем:

$$Q_x = \frac{P_x + P_{x1}}{f}$$

После этого вводят коэффициенты запаса, тогда:

$$Q_x = \frac{P_x + P_{x1}}{f} K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

Далее, из условия $\sum \overline{M_x} = 0$, и помня, что моменты от сил резания стремятся повернуть заготовку, а от сил трения – удержать ее, запишем:

$$-(M_p + P_{z1}d_1/2) + 3Fd/2 = 0 \text{ или } 3Fd/2 = M_p + P_{z1}d_1/2$$

Заменяя F и M_p , получаем: $d/2 \cdot 3 \frac{Q_x}{f} = P_{z1}d_1/2 + P_z d_2/2$

Решая это уравнение относительно Q_z , получаем:

$$Q_z = \frac{P_z d_2/2 + P_{z1} d_1/2}{fd/2}$$

где Q_z – необходимая сила крепления заготовки от действия моментов сил P_z и P_{z1} .

Введем коэффициент запаса, тогда

$$Q_z = \frac{P_z d_2/2 + P_{z1} d_1/2}{d/2f} K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

Далее определяют значение P_z , пользуясь математическими моделями, приведенными в справочниках.

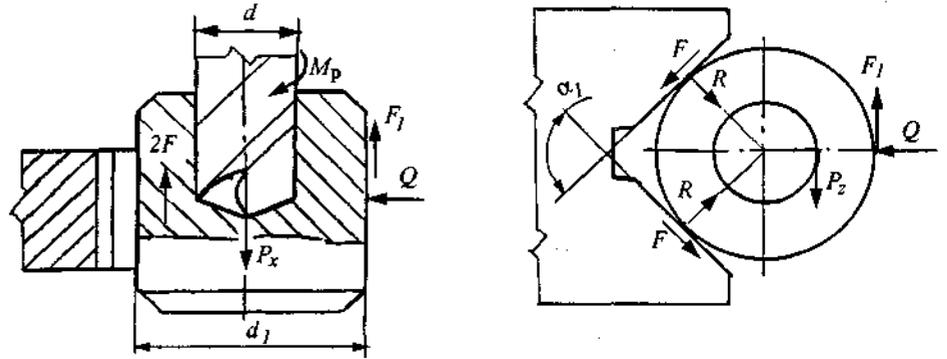


Рис. 3.38. Схема действия сил на заготовку при обработке отверстия осевым инструментом на вертикально-сверлильном станке

Так как составляющие силы резания P_z и P_x действуют одновременно, то общую силу закрепления Q определяют по формуле $Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_z^2}$.

Ответ 3.43. Для определения необходимой силы крепления заготовки составляем схему (рис. 3.38).

Из условия статического равновесия заготовки ($\sum \overline{M_z} = 0$), находящейся под действием моментов от сил P_z , F и F_1 , находим:

$$\sum \overline{M_z} = 0; \quad 2Fd_1/2 + F_1d_1/2 - P_zd/2 = 0.$$

Заменяя F и F_1 , получаем: $2R(d_1/2)f + Q_zf_1d_1/2 - P_zd/2 = 0$.

Заменяем R через Q_z , тогда: $Q_z \sin(\alpha_1/2)f d_1/2 + Q_z f_1 d_1/2 - P_z d/2 = 0$.

Решая полученное уравнение относительно Q_z , получаем:

$$Q_z = \frac{P_z d/2}{(d_1/2)(\sin(\alpha_1/2)f + f_1)}$$

Введя коэффициент запаса, получаем:

$$Q_z = \frac{P_z d/2}{(d_1/2)(\sin(\alpha_1/2)f + f_1)} K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6.$$

Затем определяют необходимую силу крепления заготовки из условия действия сил P_x , F и F_1 : $\sum \overline{P_x} = 0$ или $2F + F_1 - P_x = 0$.

Заменяя F и F_1 , получаем: $2Rf + Q_x f_1 - P_x = 0$. Так как $R = (Q_x/2) - \sin(\alpha_1/2)$, тогда это уравнение примет вид: $Q_x \sin(\alpha_1/2)f + Q_x f_1 - P_x = 0$. Решая полученное уравнение относительно Q_x , получаем:

$$Q_x = \frac{P_x}{\sin(\alpha_1/2)f + f_1}$$

После чего вводят коэффициенты запаса:

$$Q_x = \frac{P_x}{\sin(\alpha_1/2)f + f_1} K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6.$$

Известно, что составляющие силы резания P_z и P_x действуют одновременно, поэтому необходимую силу крепления Q определяют по формуле: $Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_z^2}$.

4. СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ

Из практики отечественного машиностроения и зарубежного опыта известно, что наибольшее применение получили следующие силовые приводы станочных приспособлений: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электромеханические, пружинно-гидравлические и др.

Выбор наиболее эффективной конструкции силового привода зависит от конкретных производственных условий и других факторов.

ВОПРОСЫ

Вопрос 4.1. Назовите силовые приводы используемые в технологической оснастке.

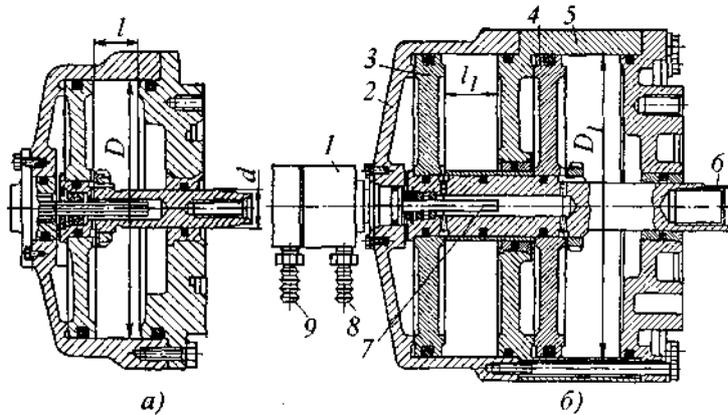


Рис. 4.1. Вращающиеся нормализованные пневмоцилиндры:
a – одинарный; *б* – двоянный; $D = 100 \dots 320$ мм; $D_1 = 160 \dots 320$ мм; $d = 25; 32$ и 45 мм;
 $l = 122$ и 125 мм; $l_1 = 32$ и 40 мм

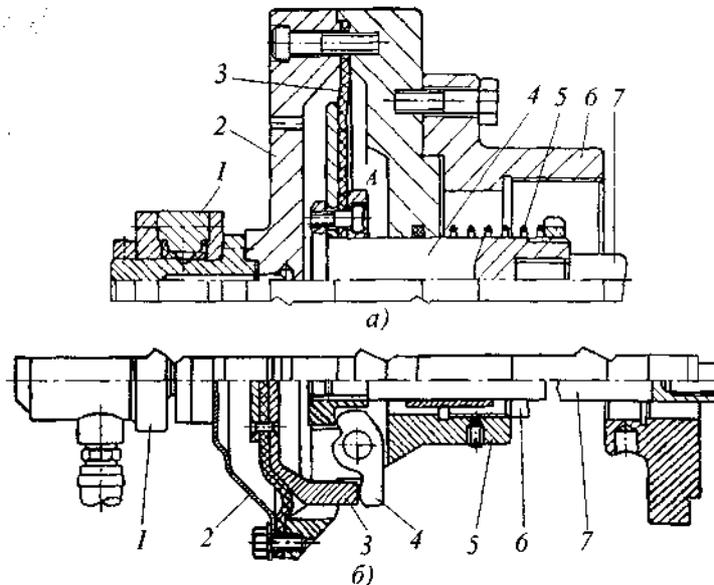


Рис. 4.2. Вращающиеся мембранные пневмоцилиндры

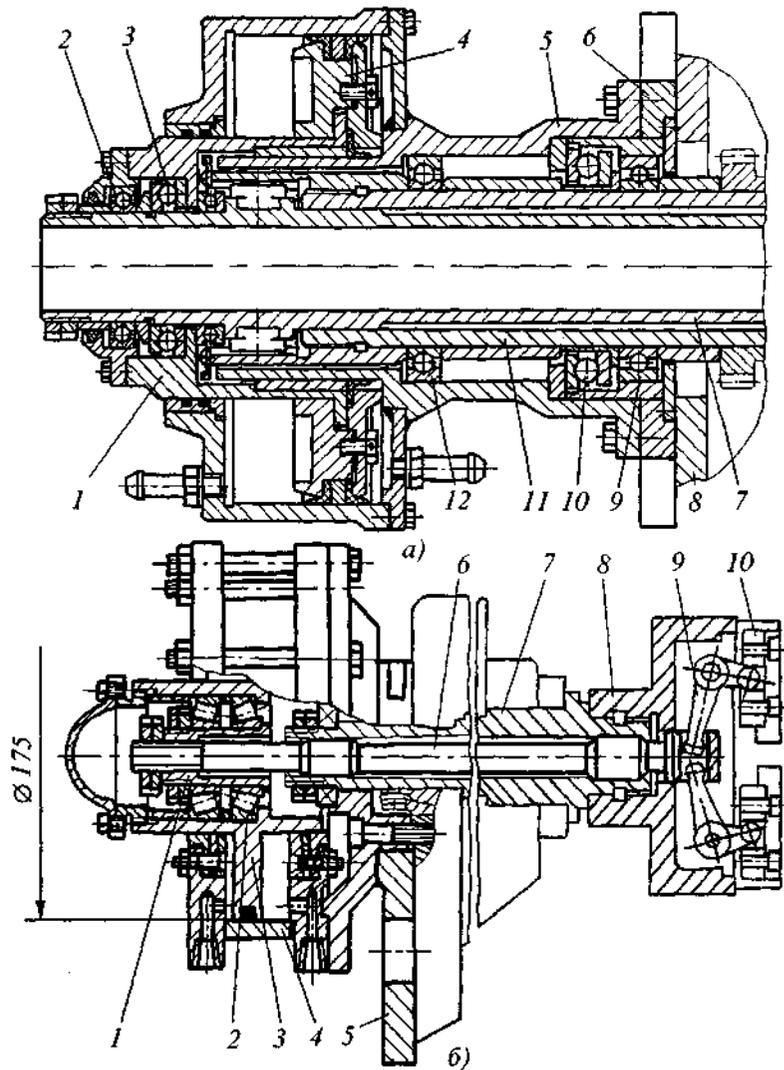


Рис. 4.3. Пневматические силовые приводы

Вопрос 4.2. Пневматические силовые приводы.

Вопрос 4.3. Составьте диаграмму работы пневмоцилиндра двухстороннего действия, связывающую параметры времени t и давления p .

Вопрос 4.4. Как определить время срабатывания пневмоцилиндра и диаметр воздухопровода?

Вопрос 4.5. Опишите назначение, принцип действия и проведите расчет пневмоцилиндров, показанных на рис. 4.1.

Вопрос 4.6. Опишите назначение и работу пневмоцилиндров, показанных на рис. 4.2.

Вопрос 4.7. Опишите назначение и принцип действия пневмоприводов, приведенных на рис. 4.3.

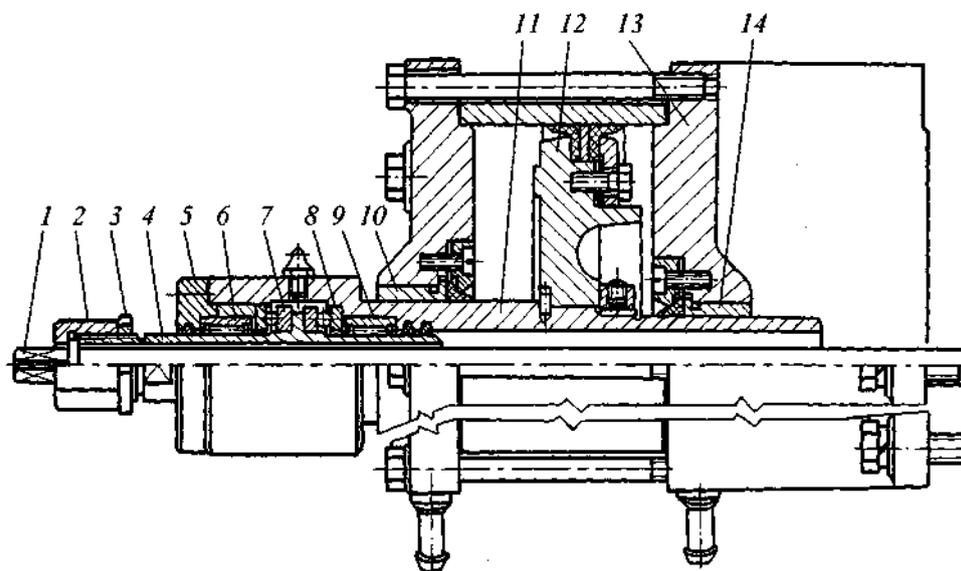


Рис. 4.4. Пневматический силовой привод

Вопрос 4.8. Опишите принцип действия пневматического силового привода, показанного на рис. 4.4.

Вопрос 4.9. Опишите принцип действия цанговых патронов, совмещенных с пневмоприводом (рис. 4.5).

Вопрос 4.10. Какую пневмоаппаратуру используют при подключении оснастки к пневмосети?

Вопрос 4.11. Опишите назначение и работу пневмоприводов, показанных на рис. 4.6.

Вопрос 4.12. Опишите назначение и принцип действия приспособлений, приведенных на рис. 4.7.

Вопрос 4.13. Опишите назначение и принцип действия универсальных силовых пневмоприводов, приведенных на рис. 4.8.

Вопрос 4.14. Гидравлические силовые приводы, их преимущества и недостатки.

Вопрос 4.15. Опишите принцип действия гидроцилиндров, показанных на рис. 4.9.

Вопрос 4.16. Опишите назначение и работу гидравлических цилиндров, показанных на рис. 4.10.

Вопрос 4.17. Опишите назначение и устройство универсальных гидравлических силовых приводов, показанных на рис. 4.11.

Вопрос 4.18. Опишите назначение и принцип действия зажимных механизмов, приведенных на рис. 4.12.

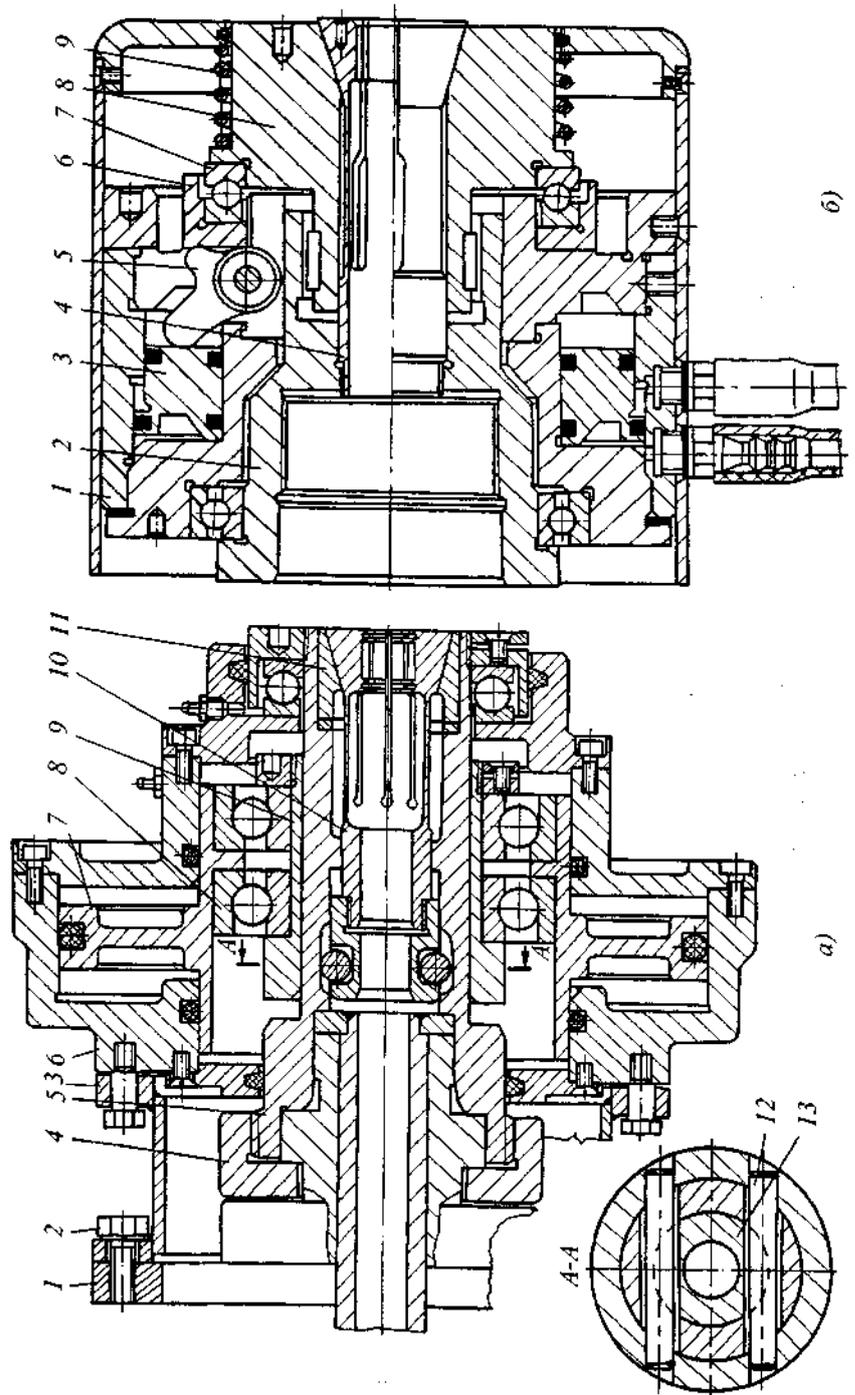


Рис. 4.5. Цанговые патроны, совмещенные с силовым пневмоприводом

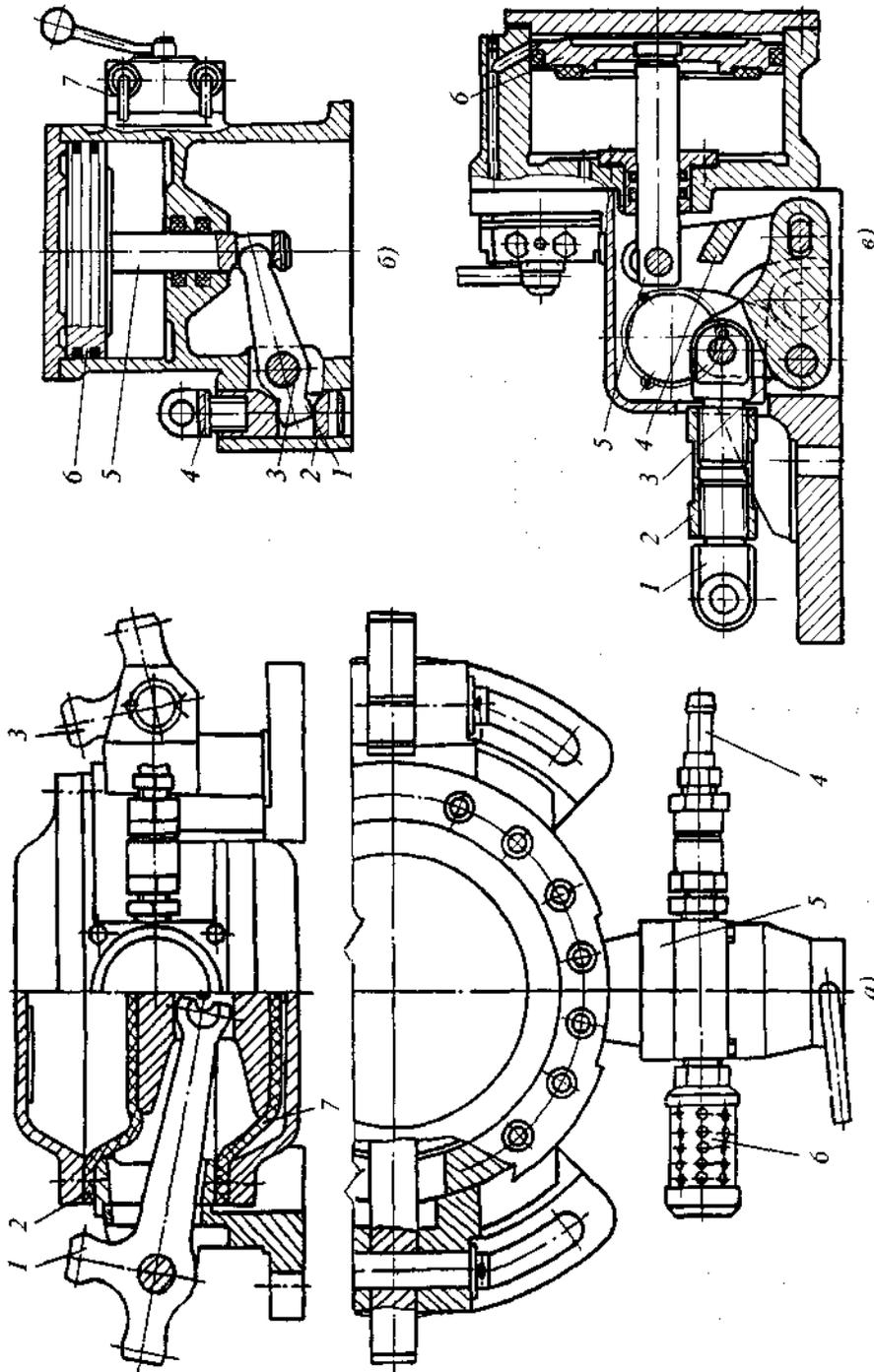


Рис. 4.6. Универсальные силовые пневмоприводы

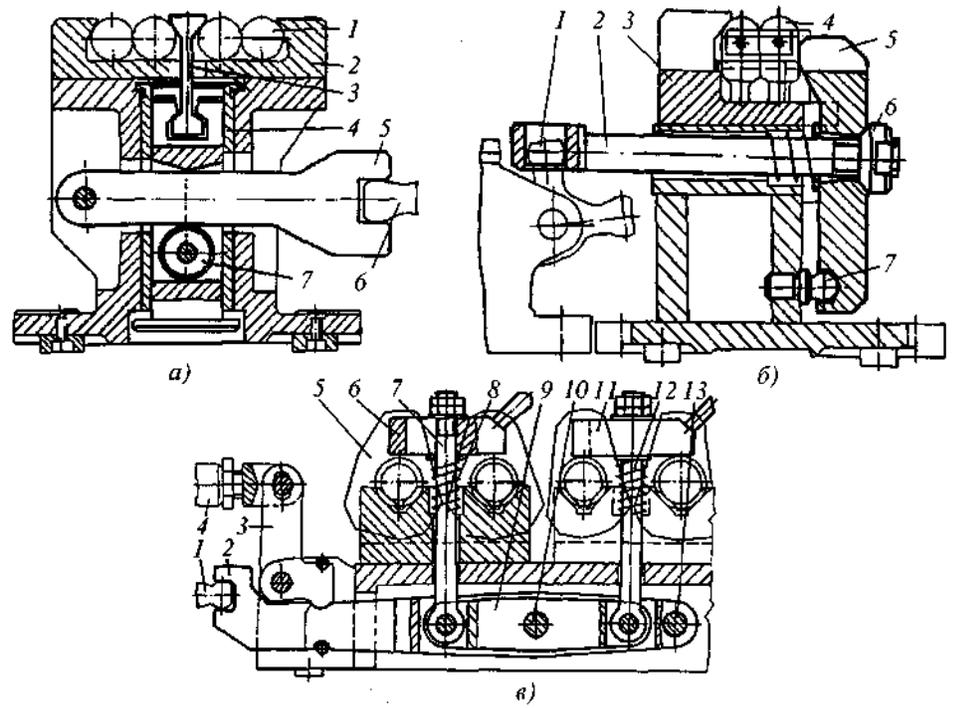


Рис. 4.7. Оснастка, работающая с универсальным силовым приводом

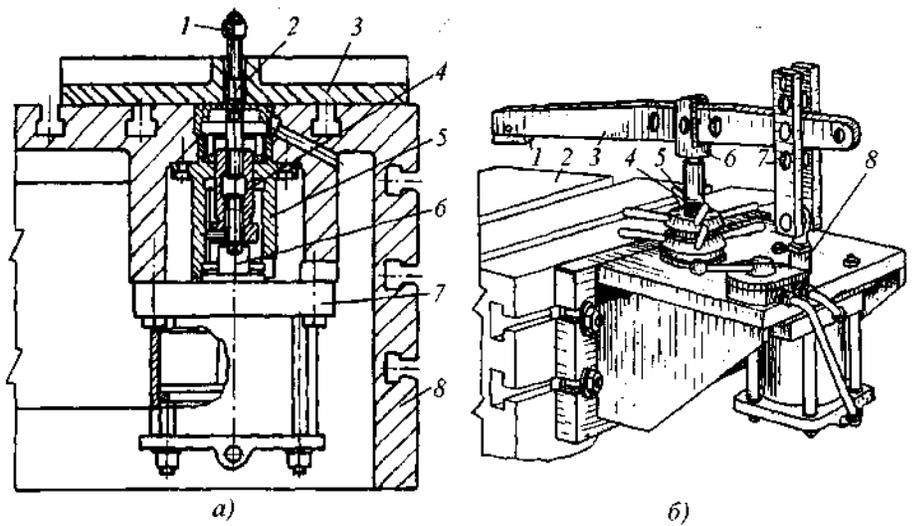


Рис. 4.8. Универсальные силовые пневмоприводы к радиально-сверлильным станкам

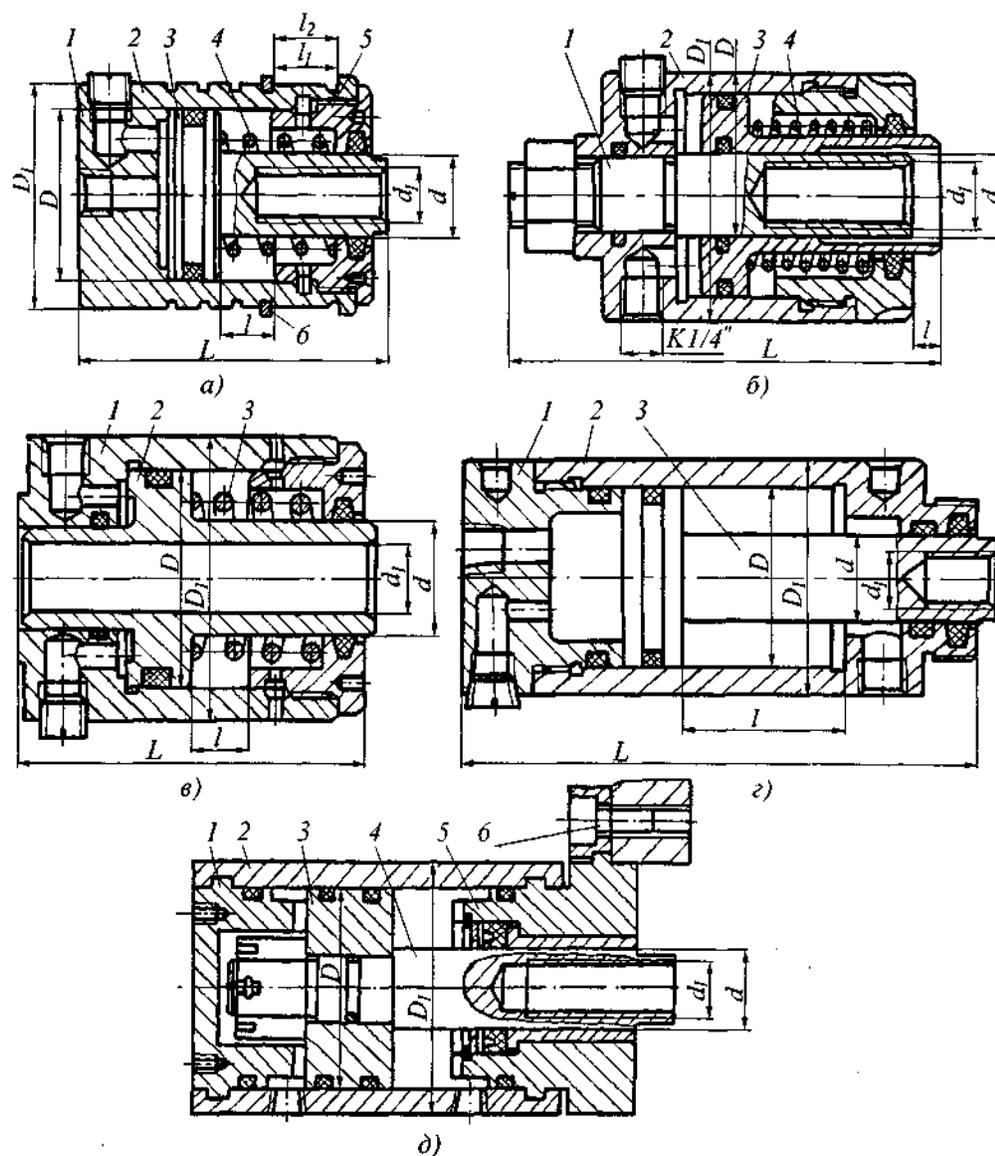


Рис. 4.9. Гидроцилиндры к технологической оснастке:
 а, б — одностороннего действия; в — с полым штоком; г, д — двустороннего действия;
 $D = 40 \dots 80$ мм; $D_1 = 50 \dots 100$ мм; $d = 18 \dots 32$; $d_1 = M12 \dots M24$;
 $L = 92 \dots 210$ мм; $l = 15 \dots 45$ мм; $l_1 = 15 \dots 20$ мм; $l_2 = 30$ мм

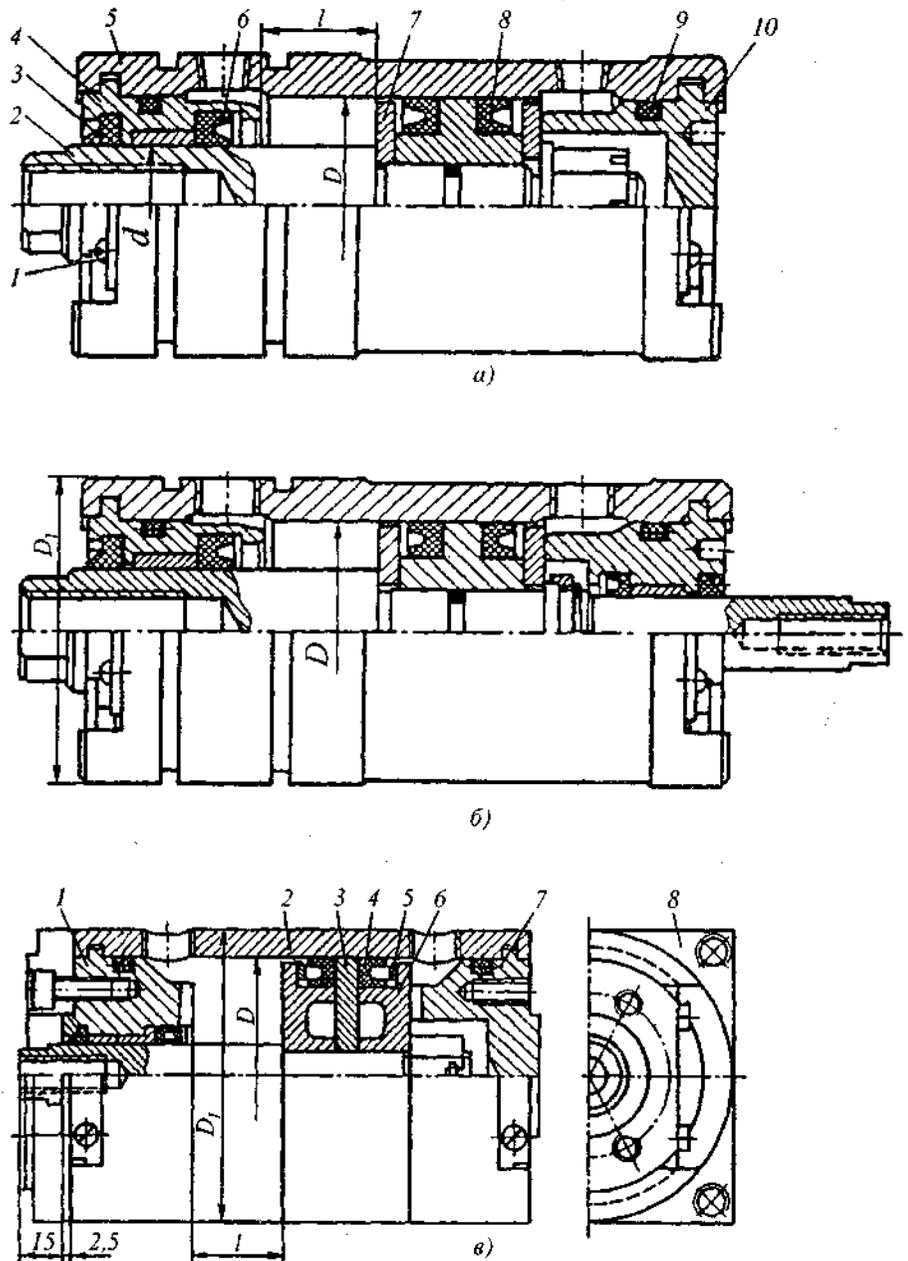


Рис. 4.10. Цилиндры гидравлические:

a – с односторонним штоком; *б* – с двусторонним штоком; *в* – с фланцем

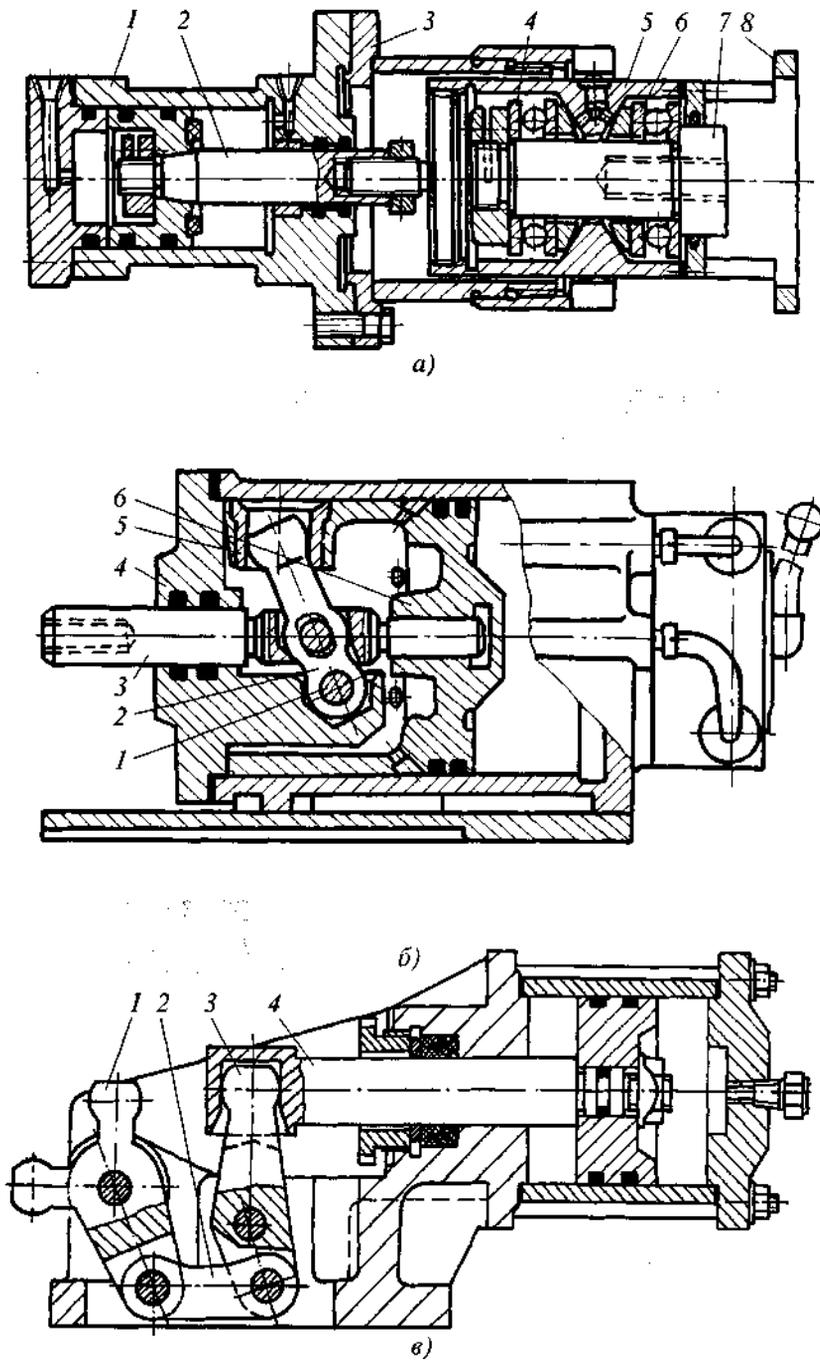


Рис. 4.11. Универсальные гидравлические силовые приводы

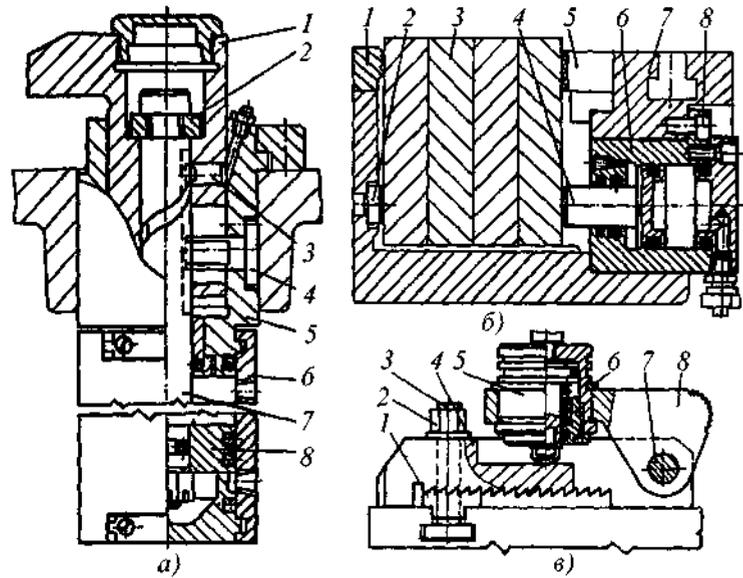


Рис. 4.12. Агрегатированные зажимные механизмы с гидроцилиндрами

Вопрос 4.19. Опишите назначение, устройство и принцип действия пневмогидравлического усилителя (мультипликатора), приведенного на рис. 4.13.

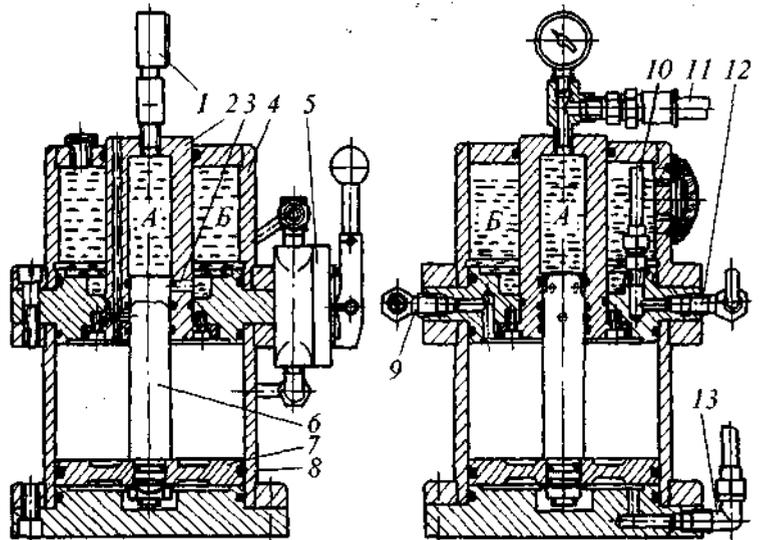


Рис. 4.13. Двухступенчатый пневмогидравлический усилитель

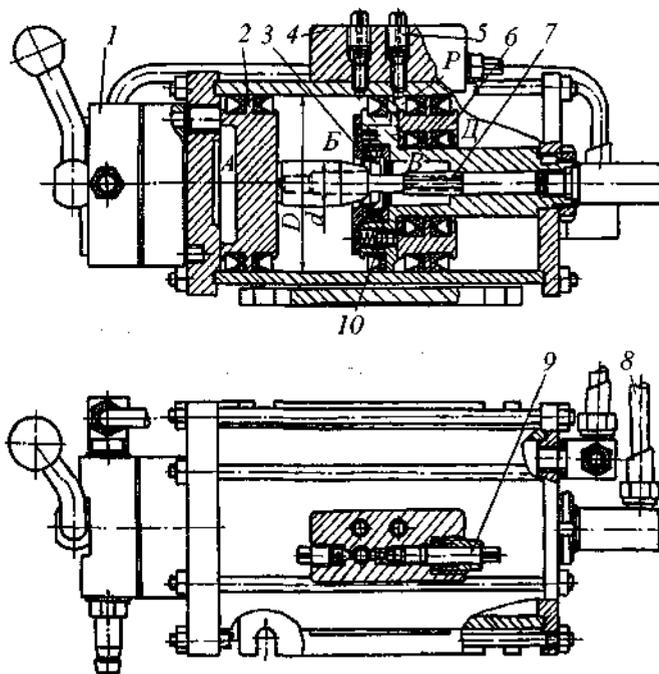


Рис. 4.14. Пневмогидравлический усилитель плунжерного типа
(конструкция "НИИТРАКТОРОСЕЛЬХОЗМАШ")

Вопрос 4.20. Опишите назначение, устройство и работу пневмогидравлического усилителя, показанного на рис. 4.14.

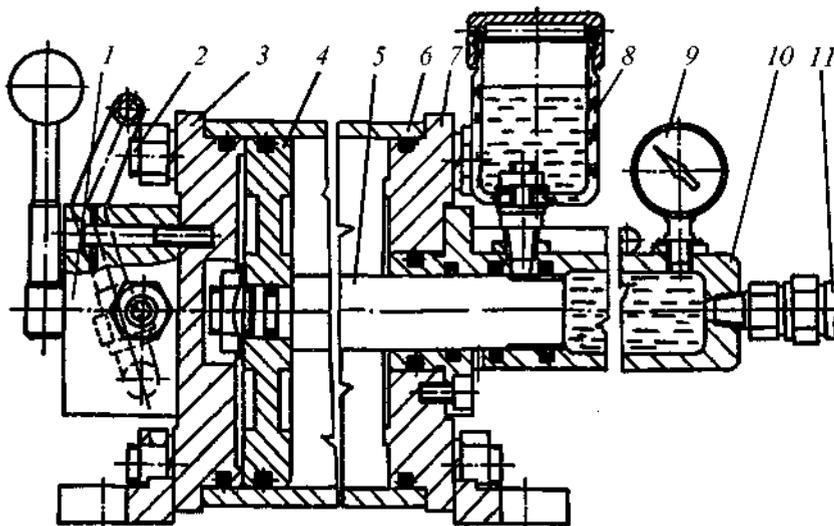


Рис. 4.15. Одноступенчатый пневматический силовой привод
(конструкция института Оргстанкинпром)

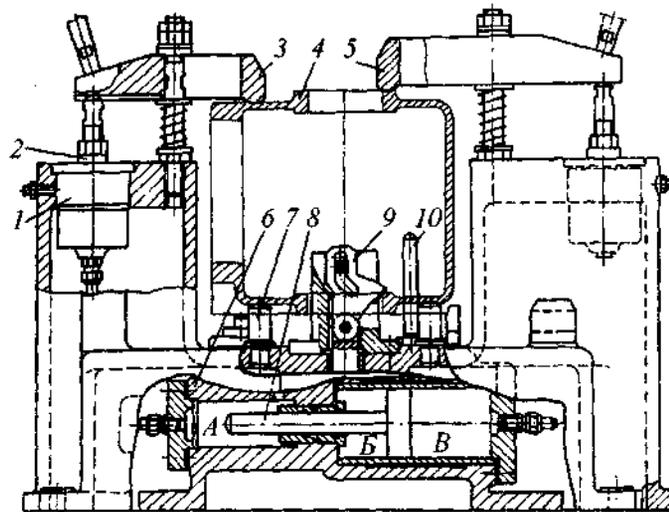


Рис. 4.16. Приспособление с встроенным пневмогидравлическим силовым приводом

Вопрос 4.21. Опишите устройство и принцип действия пневмогидравлического силового привода, показанного на рис. 4.15. Определите соотношение между давлением жидкости и воздуха в зависимости от диаметров штока и поршня.

Вопрос 4.22. Опишите назначение, устройство и принцип действия пневмогидравлического силового привода, встроенного в приспособление, приведенного на рис. 4.16.

Вопрос 4.23. Опишите назначение, устройство и принцип действия тисков, показанных на рис. 4.17.

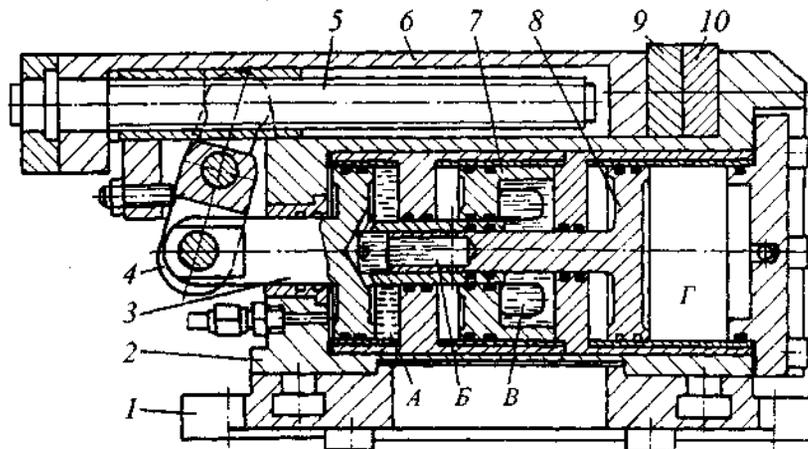


Рис. 4.17. Пневмогидравлические тиски

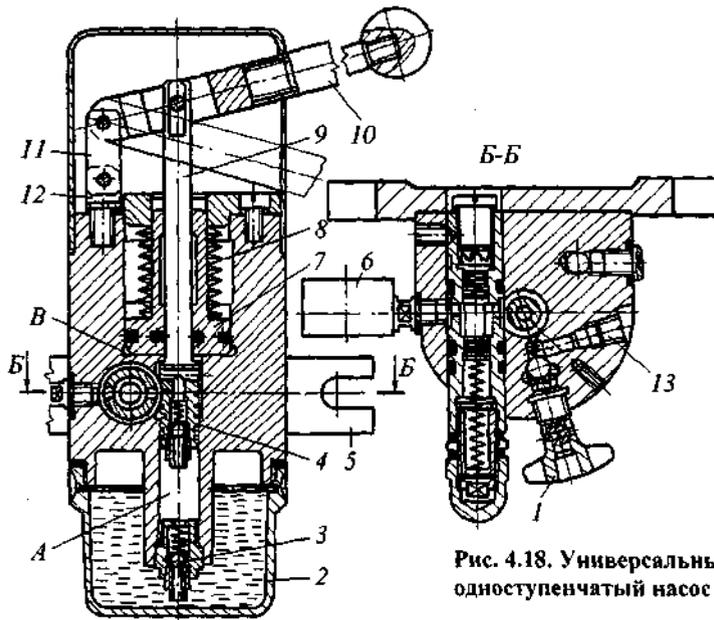


Рис. 4.18. Универсальный рычажный одноступенчатый насос

Вопрос 4.24. Опишите назначение и принцип действия насоса, показанного на рис. 4.18.

Вопрос 4.25. Составьте схему электромеханического силового привода и определите силу предварительной затяжки пружины.

Вопрос 4.26. Опишите назначение и принцип действия электромеханических приводов, показанных на рис. 4.19.

Вопрос 4.27. Опишите устройство и принцип действия электромеханического ключа, показанного на рис. 4.20.

Вопрос 4.28. Опишите устройство и работу электромеханического силового привода, показанного на рис. 4.21. Приведите его силовую характеристику.

Вопрос 4.29. Центробежно-инерционные силовые приводы и их силовая характеристика.

Вопрос 4.30. Опишите назначение и работу инерционных силовых приводов, приведенных на рис. 4.22.

Вопрос 4.31. Опишите назначение и принцип действия пружинно-гидравлических силовых приводов, приведенных на рис. 4.23. Как определяют необходимую силу деформации пружины?

Вопрос 4.32. Назначение быстроразъемных гидравлических муфт, приведенных на рис. 4.24, и принцип их работы.

Вопрос 4.33. С какой целью применяются механогидравлические силовые приводы на станках с ЧПУ?

Вопрос 4.34. Составьте схему механогидравлического силового привода и выведите уравнение для определения силы, развиваемой им.

Вопрос 4.35. Опишите принцип действия зажимных механизмов с использованием механогидравлического силового привода, приведенных на рис. 4.25.

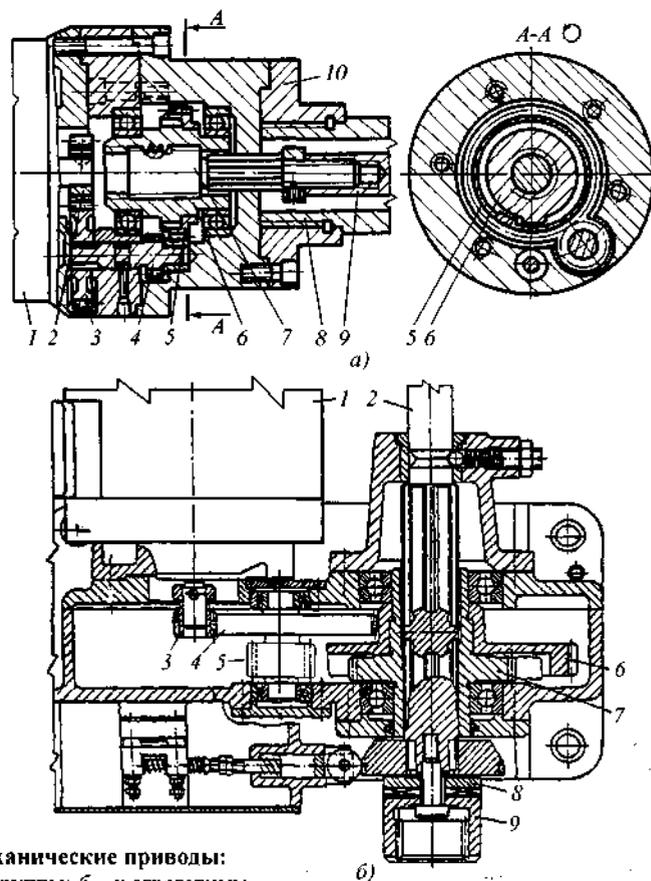


Рис. 4.19. Электромеханические приводы:
 а – к станкам токарной группы; б – к агрегатным
 станкам и автоматическим линиям

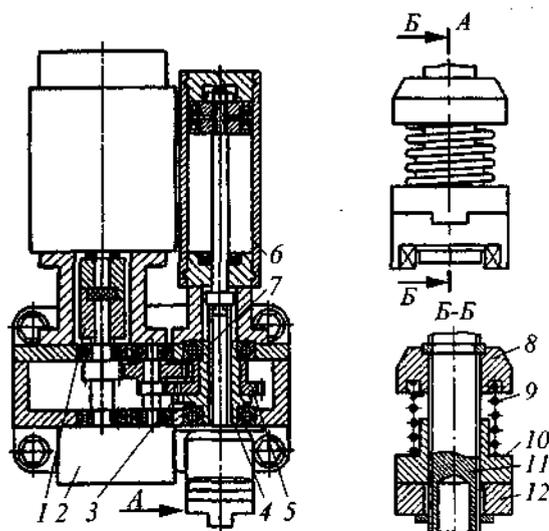


Рис. 4.20. Электромеханический
 ключ к агрегатным станкам и
 автоматическим линиям

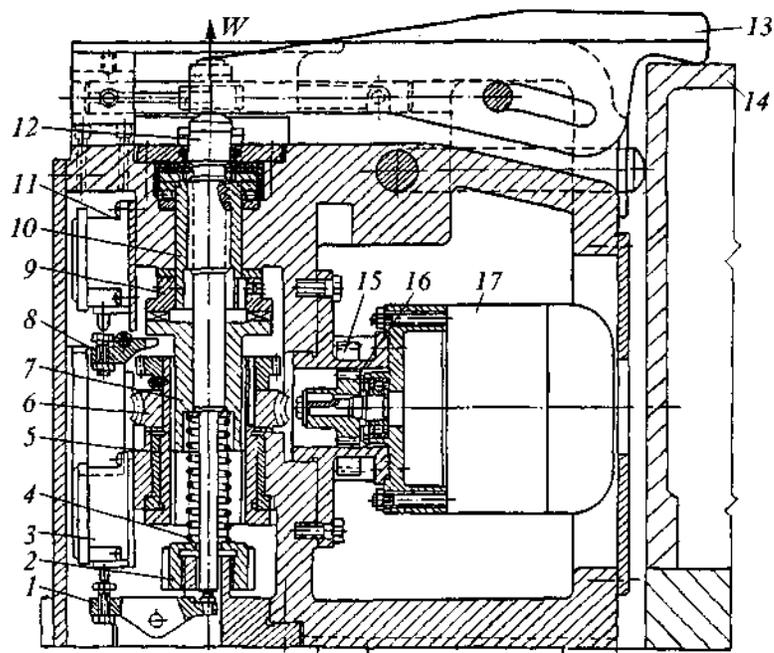


Рис. 4.21. Электромеханический силовой привод

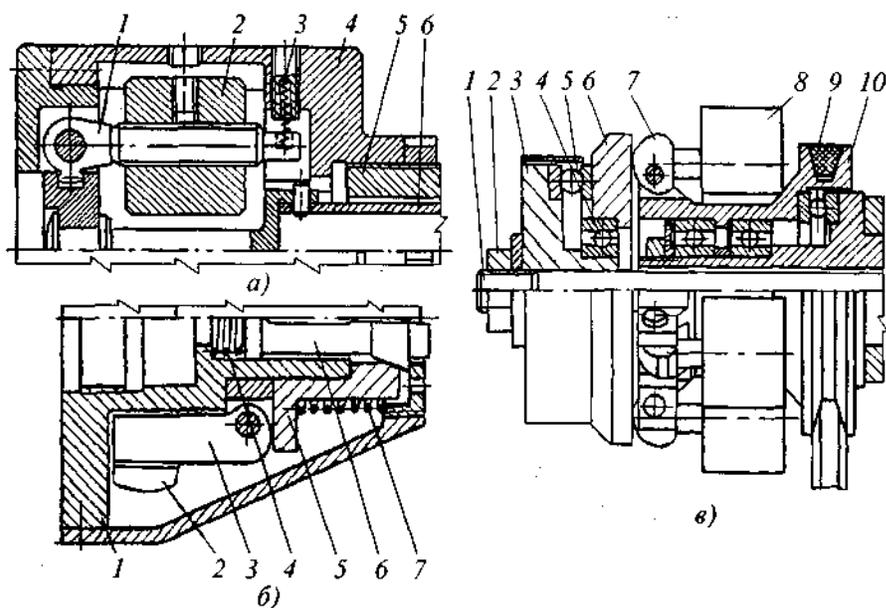


Рис. 4.22. Инерционные силовые приводы

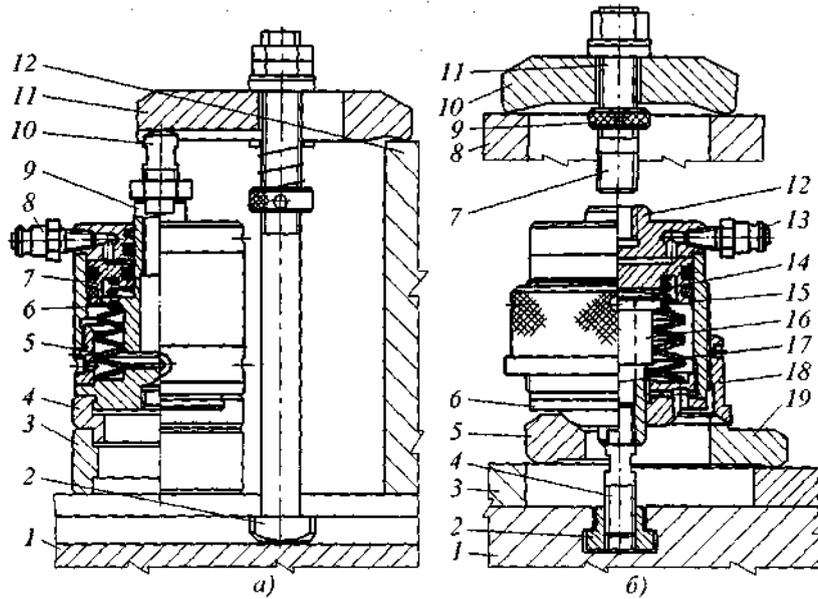


Рис. 4.23. Пружинно-гидравлические силовые приводы

Вопрос 4.36. Опишите принцип действия зажимных механизмов с использованием пружин, показанных на рис. 4.26.

Вопрос 4.37. Опишите принцип действия зажимных механизмов с использованием пружин, показанных на рис. 4.27.

Вопрос 4.38. Опишите принцип действия приспособления с пружинным силовым приводом (см. рис. 4.28).

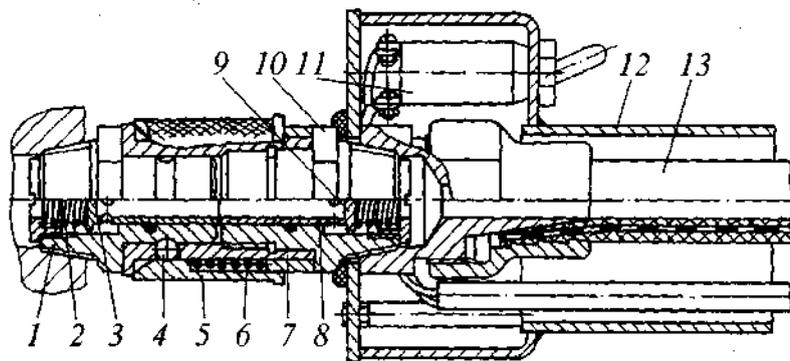


Рис. 4.24. Быстроразъемная муфта с электроуправлением гидростанций

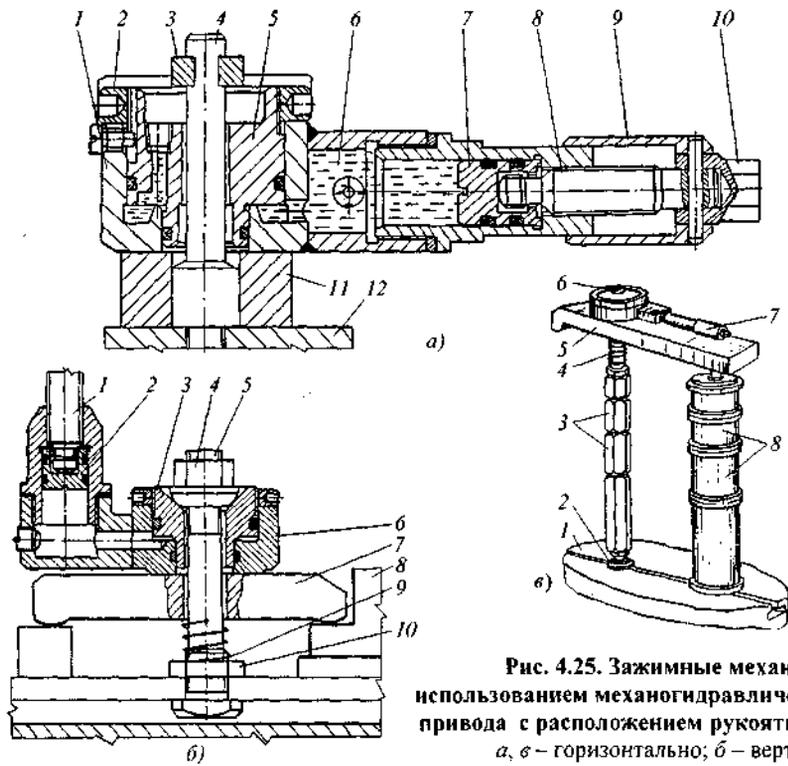


Рис. 4.25. Зажимные механизмы с использованием механогидравлического силового привода с расположением рукоятки управления: а, в – горизонтально; б – вертикально

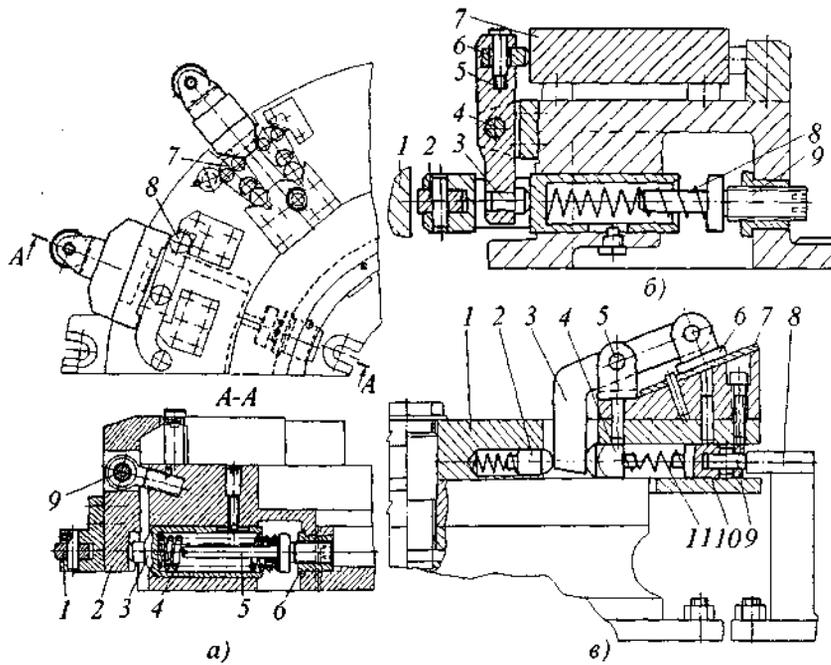


Рис. 4.26. Приспособления с использованием кинетической энергии сжатых пружин

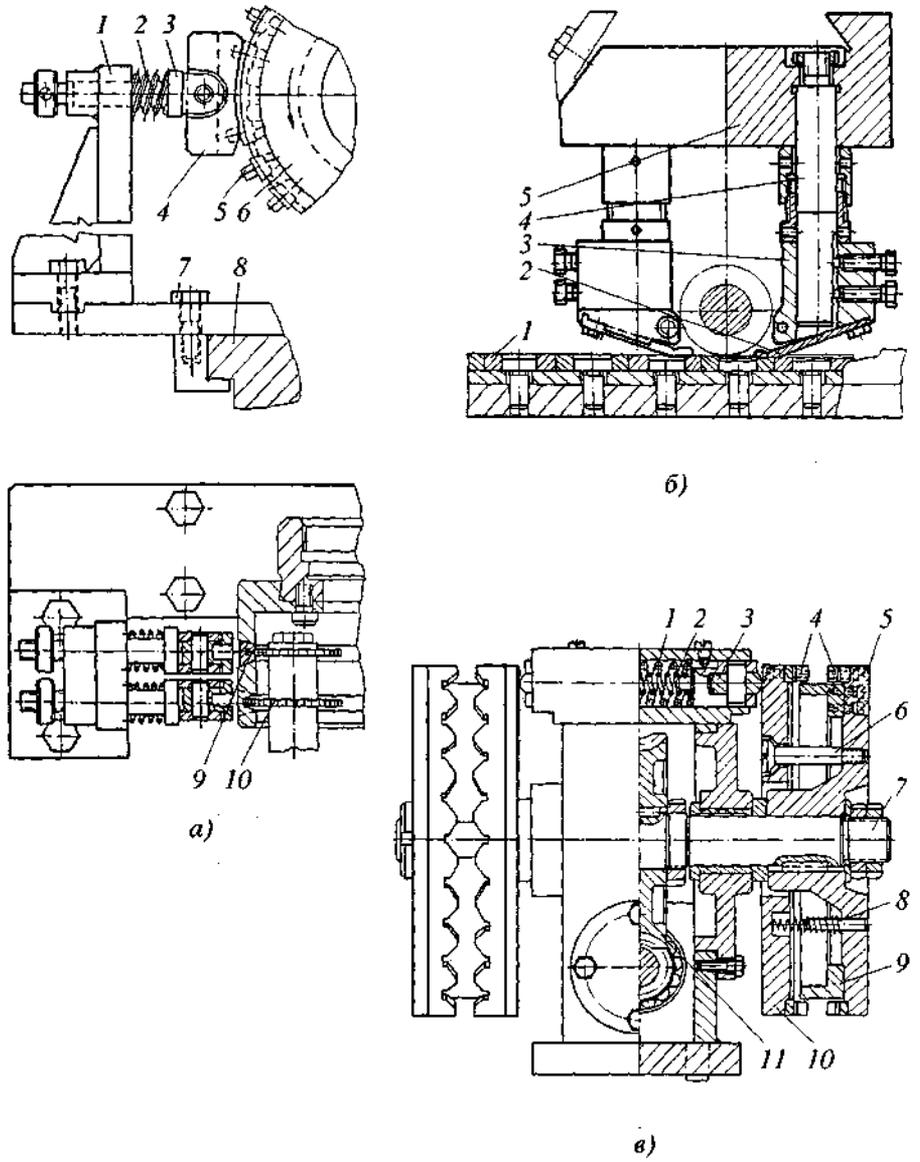


Рис. 4.27. Приспособления для непрерывного фрезерования с использованием пружин

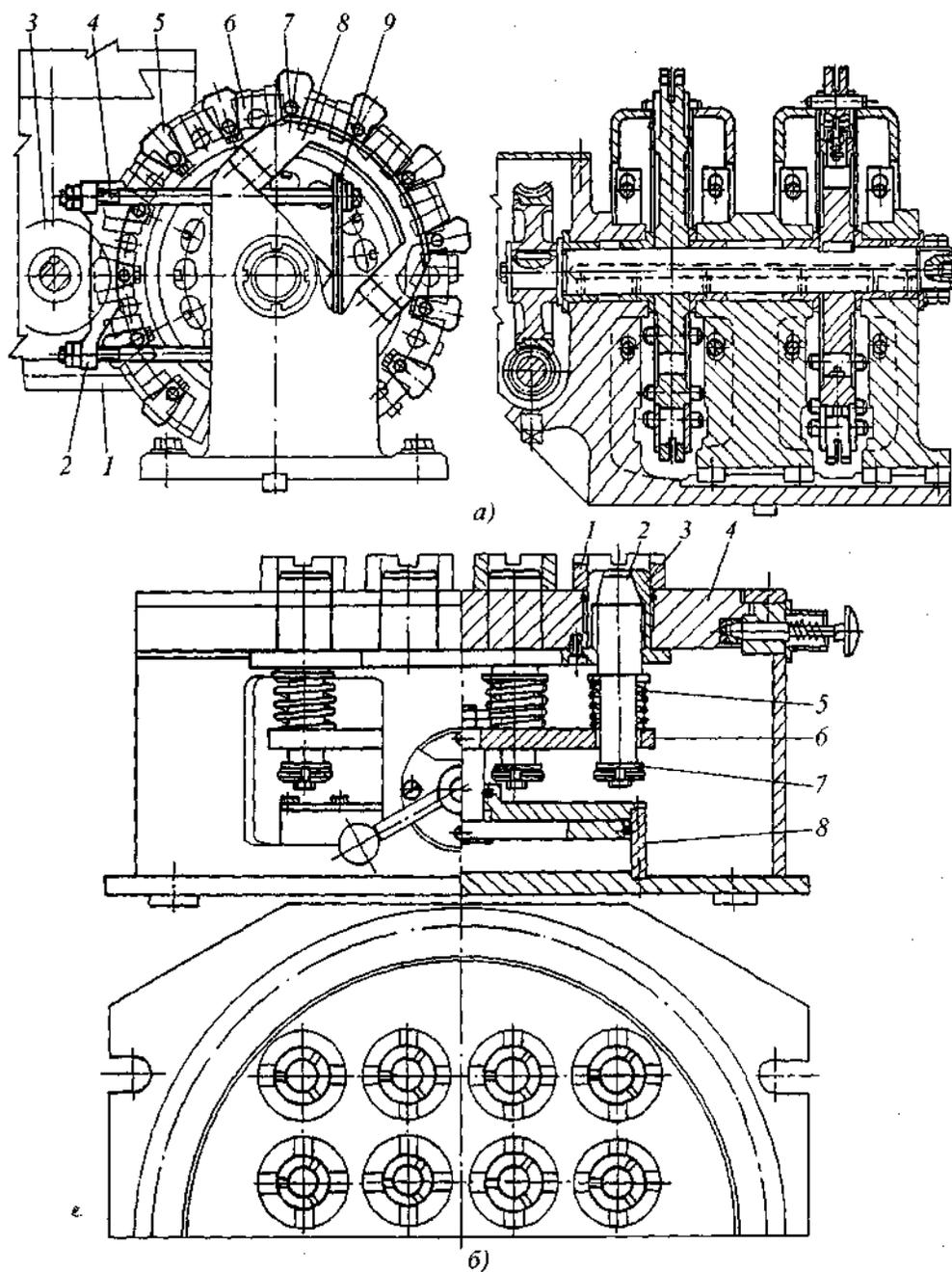


Рис. 4.28. Приспособления с использованием пружинного силового привода

ОТВЕТЫ

Ответ 4.1. Для крепления заготовок в технологической оснастке используют следующие силовые приводы: ручной (чаще винтовой и эксцентриковый); пневматический; гидравлический; пневмогидравлический; электромеханический; пружинно-гидравлический; механогидравлический; инерционный; электромагнитный и с постоянными магнитами.

Ответ 4.2. Пневматические приводы часто применяются в технологической оснастке. Согласно ГОСТ 15608–81 поршневые пневмоцилиндры изготавливают в нескольких исполнениях. По виду крепления пневмоцилиндры различают: на удлиненных стяжках, лапах, переднем фланце, заднем фланце, проушине, цапфах; по выполнению конца штока – с наружной резьбой; внутренней резьбой; по способу торможения – без торможения, с регулируемым торможением в конце хода; по присоединительной резьбе для подвода воздуха – с метрической либо конической резьбой.

Кроме стандартных пневмоцилиндров часто используют универсальные пневматические приводы как мембранные, так и поршневые. Мембранные приводы имеют ход рычага до 15 мм, поршневые – больший. Использование силовых универсальных приводов позволяет сократить срок конструирования приспособлений, упростить и ускорить ремонт станочной оснастки, сократить вспомогательное время.

Пневматические приводы работают от сжатого воздуха, поступающего из заводской магистрали под давлением 0,4 ... 0,63 МПа. Время срабатывания приводов 0,1 ... 0,8 с при диаметрах трубопровода 4 ... 8 мм, цилиндра 75 ... 250 мм и ходе штока 50 ... 100 мм.

К их достоинствам относятся: быстрота действия, простота управления, надежность и стабильность работы, нечувствительность к изменению температуры окружающей среды. Недостаток этих приводов – низкое давление сжатого воздуха 0,4 ... 0,63 МПа, что влечет увеличение диаметров рабочих цилиндров.

Ответ 4.3. Время срабатывания пневмопривода зависит от площади со стороны полости, из которой выходит воздух, длины хода поршня, проходных сечений пневмораспределителя и подводящих трубопроводов, других факторов. Методика упрощенного расчета времени срабатывания приведена в работе [3]. Рассмотрим общую картину процесса срабатывания цилиндра.

На рис. 4.29 показана диаграмма работы пневмоцилиндра двухстороннего действия во времени, где t_0 – время, в течении которого давление в левой полости изменяется от атмосферного до магистрального давления в подводящей сети; t_1 – время от момента открытия впускного канала пневмокрana до начала движения поршня; t_2 – время движения поршня (в этом интервале, в зависимости от диаметров цилиндра, воздухопровода, характера нагрузки и т.п., давление может возрастать или падать); t_3 – время от момента окончания хода поршня до выравнивания давлений в левой полости цилиндра и магистрального (p_m).

Штриховая кривая 2 характеризует процесс изменения давления в правой полости: в интервале t_1 давление падает, начиная от магистрального; в интервале t_2 давление продолжает изменяться, так как поршень перемещается вправо и объем полости непрерывно уменьшается, а сжатый воздух продолжает выходить в атмосферу; в интервале t_3 после остановки поршня давление падает до атмосферного ($p_{атм}$).

ме

по

зв

де

< 1

тсе

нж

мет

где

воз

180

где 2

сил

валы

рис.

толк

шток

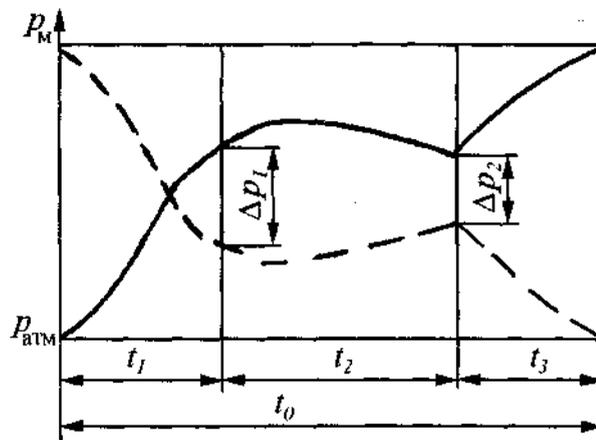


Рис. 4.29. Типовая диаграмма работы пневмоцилиндра двухстороннего действия. Изменение давления в полости: сплошная — наполняемой сжатым воздухом; штриховая — из которой выходит воздух

При подаче сжатого воздуха в левую полость поршень начинает двигаться в момент, когда сила на штоке ($Q = \frac{\pi D^2}{4} \Delta p_1$) превышает силы сопротивления (сила трения, покоя и др.); Δp_1 — разность давлений в полостях в начале хода поршня. Так как при движении поршня силы сопротивления уменьшаются по сравнению с силами сопротивления покоя, то всегда соблюдается неравенство давлений в конце хода поршня ($\Delta p_2 < \Delta p_1$). Поэтому нельзя немедленно после окончания хода поршня прикладывать к заготовке силу резания, так как сила на штоке определяется не полным магистральным давлением, а разностью давлений (Δp_2), которая в два-три раза меньше полного давления.

Ответ 4.4. В работе [5], приведена формула для определения (приближенно) времени срабатывания пневмоцилиндра при известном сечении воздухопровода

$$t = \frac{V}{100 S v_b},$$

где V — объем полости пневмоцилиндра при данной длине хода; v_b — скорость движения воздуха в воздухопроводе; при давлении 0,5 МПа воздух перемещается со скоростью 180 м/с; S — сечение воздухопроводного канала.

Для поршневого пневмоцилиндра диаметр воздухопроводного канала

$$d = \sqrt{\frac{DL}{100 t v_b}},$$

где D — диаметр пневмоцилиндра, мм; L — длина хода поршня, мм.

Ответ 4.5. На рис. 4.1 приведены конструкции вращающихся пневмоцилиндров для силового привода патронов и ЗМ токарных, токарно-револьверных, кругло-шлифовальных и других станков. Отраслевыми стандартами предусмотрены одинарные (см. рис. 4.1, а) и двохвонные (см. рис. 4.1, б) пневмоцилиндры, работающие в тянущем или толкающем режимах. Допустимое отклонение от соосности цилиндра и отверстия под шток — 0,02 мм.

Сдвоенный пневмоцилиндр имеет две камеры, расположенные в корпусах 2 и 5, и стандартную воздухопроводящую муфту 1, присоединенную к вращающемуся корпусу 2 (см. рис. 4.1, б). Для движения штока 6 влево сжатый воздух подают через штуцер 9, трубку 7 и ряд отверстий в полой части штока 6 (возле правых торцов поршней 3 и 4), создавая на штоке тянущую силу. Толкающую силу на штоке 6 создает один поршень 3 при его перемещении вправо, так как сжатый воздух поступает через штуцер 8 и пазы в стержне 7 только в левую полость цилиндра 2.

Силу P на штоке пневмопривода находят по формуле

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta,$$

где D – диаметр цилиндра, мм; p – давление сжатого воздуха (0,4...0,6 МПа); η – КПД с учетом потерь на трение манжет о стенки цилиндра ($\eta \approx 0,85 \dots 0,95$).

При подаче сжатого воздуха со стороны штока диаметром d

$$P = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta.$$

Шток пневмоцилиндра проверяют на прочность по формуле

$$\sigma \geq 1,13 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}},$$

где $[\sigma]$ – допустимое напряжение материала штока на сжатие (растяжение), Па.

В тех случаях, когда ход поршня более $(3 \dots 10)d$, а сила на штоке толкающая, шток рассчитывают на устойчивость по формуле

$$P_{кр} = \frac{2,5 EJ}{L_{шт}^2},$$

где $P_{кр}$ – критическая толкающая сила на штоке; J – момент инерции сечения штока, для круглого сечения; $L_{шт}$ – длина штока.

Ответ 4.6. В качестве силового привода к станкам токарной группы используют пневмоцилиндры, которые крепят сзади на шпиндель станка. Кроме стандартных существует много конструктивных разновидностей этих приводов.

На рис. 4.2, а показана универсальная пневмокамера, которая фланцем 6 крепится на шпинделе станка. Во время закрепления заготовки в патроне сжатый воздух подают в полость А через муфту 1, прикрепленную к крышке 2. При этом резиновая мембрана 3 перемещает шток 4 и тягу 7 влево. При раскреплении пружина 5 возвращает шток 4 и тягу 7 вправо.

На рис. 4.2, б показан рычажный мембранный привод, имеющий меньшие массу и габаритные размеры. В приводе имеются двуплечие рычаги 4, позволяющие первоначальное усилие мембраны с фланцем 3 увеличить на тяге 7 вдвое. Корпус 5 привода крепится на заднем конце шпинделя 6. Сжатый воздух подается от сети через муфту 1. Для уменьшения массы привода крышка 2 изготовлена из листовой стали. Для возврата мембраны в первоначальное положение предусмотрена пружина (на рисунке отсутствует), которая воздействует на фланец 3. Мембраны изготавливают из многослойной ткани, пропитанной и покрытой с обеих сторон маслостойкой резиной. Толщина таких мембран 4...10 мм.

Ответ 4.7. При вращении шпинделя станка с частотой более 1000 мин^{-1} возникают вибрации, снижающие точность обработки. В таких случаях для крепления длинных цилиндрических заготовок лучше использовать не вращающиеся силовые приводы, а пневмопривод с полым штоком.

На рис. 4.3, а приведена конструкция силового привода к токарным станкам.

Цилиндр крепят на заднем торце передней бабки 8 станка фланцем 6, предварительно устанавливая на шпиндель 11 станка два радиальных подшипника 9, 12 и один упорный подшипник 10. Таким образом центрируют корпус 5 невращающегося цилиндра. Сила закрепления на патрон передается от поршня 4 пневмоцилиндра через тягу 7. Полый шток 1 пневмоцилиндра и тяга 7 соединены упорным и радиальным подшипниками 2 и 3.

На рис. 4.3, б показана упрощенная конструкция пневматического невращающегося силового привода для крепления заготовок в патронах 8 на токарных станках. Пневмоцилиндр 4 крепят на заднем торце передней бабки фланцем 5. В отверстии поршня 3 на втулке 1 размещаются подшипники 2, благодаря которым вращение шпинделя 7 станка не передается поршню 3. Сила закрепления на кулачки 10 передается от поршня 3 через тягу 6.

Такая конструкция, в отличие от стандартного пневматического цилиндра, освобождает шпиндель станка от нагрузки вращающейся массы и не требует воздухораспределительного устройства, уплотнения которого плохо работают при частоте вращения более 1000 мин^{-1} .

Ответ 4.8. На рис. 4.4 показан универсальный невращающийся пневматический силовой привод к станкам токарной группы. В нем возможно регулирование длины тяги 1 без съема патрона или крышки пневмоцилиндра. Корпус 13 прикреплен к передней бабке станка винтами. Шток 11 с поршнем 12 перемещается во втулках 10 и 14. Сзади в штоке на игольчатых подшипниках 6, 9 и упорных подшипниках 7, 8 смонтирована вращающаяся втулка 4, с которой жестко соединена тяга 1. Подшипники закрыты крышкой 5. Крепление тяги 1 с вращающейся втулкой достигается прижимом ее бурта к торцу втулки 4 гайками 2 и 3.

Ответ 4.9. Для снятия нагрузки с подшипников шпинделя станка иногда силовой привод размещают в корпусе патрона (см. рис. 4.5). Корпус 6 цангового патрона одновременно является гильзой пневмоцилиндра (см. рис. 4.5, а). Его крепят к передней бабке станка, фланцем 1 и ступицей 3 с помощью винтов 2. Зажимную цангу 10 совместно с конической втулкой 11 и гильзой 5 крепят на шпинделе станка гайкой 4. Во время крепления заготовки цангу 10 перемещают влево, это происходит после подачи сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра. При этом поршень 7 перемещает втулку 9 влево, последняя через штифты 12 перемещает гайку 13 с цангой 10. Вращающаяся втулка 9 смонтирована на двух радиально-упорных шарикоподшипниках 8.

Иная конструкция невращающегося цангового патрона приведена на рис. 4.5, б. В этой конструкции патрона перемещается конус 8, а не цанга 4. Сила закрепления на цангу 4 передается от поршня 3 через три рычага 5, кольцо 6 и упорный шарикоподшипник 7. Во время раскрепления конус 8 возвращается в исходное положение пружиной 9. Гильза 1 пневмоцилиндра не вращается, стакан 2 центрируется и крепится на шпинделе станка и вращается совместно с цангой и конусом 8.

Ответ 4.10. Сжатый воздух перед подачей его в пневмоцилиндр целесообразно очищать от пыли, удалять конденсат, добавлять распыленное масло для смазывания манжет и сальников. На рис. 4.30 приведена типовая схема включения пневмоцилиндра в пневмосеть [12].

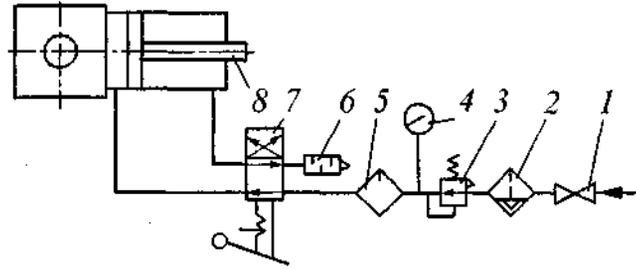


Рис. 4.30. Схема подключения пневмоцилиндра к пневмосети:

1 — вентиль; 2 — фитиль-влажнотделитель; 3 — редукционный пневмоклапан; 4 — манометр; 5 — масло-распределитель; 6 — пневмоглушитель; 7 — пневмораспределитель трех- или четырехлинейный; 8 — пневмоцилиндр

Если оснастка имеет несколько пневмоцилиндров, то срабатывание их может происходить одновременно или в заданной последовательности. Для этого используют разные крановые пневмоаппараты (пневмораспределители). Часто используют реле давления для контроля давления и отключения электродвигателя станка при аварийном падении давления. Время срабатывания реле составляет 0,2 с.

Ответ 4.11. На рис. 4.6, а приведена конструкция универсальной двухпозиционной пневмокамеры двухстороннего действия с рычагом-усилителем и тарельчатыми мембранами. Пневмопривод устанавливают на столах фрезерных, реже сверлильных станков, со станочными приспособлениями контактируют рычаги 1 или 3. Сжатый воздух поступает в пневмораспределители 5 через штуцер 4, затем в верхнюю или нижнюю полости привода, а отработанный воздух выходит в атмосферу через глушитель 6. Силовой пневмопривод имеет две тарельчатые мембраны 2 и 7, имеющие ход 20 ... 25 мм, рычаги 1 и 3 на рабочих концах имеют ход 4 ... 5 мм.

Поршневой универсальный силовой привод (см. рис. 4.6, б) отличается от мембранного (см. рис. 4.6, а) меньшими габаритами и большим ходом вилки 4, которая присоединяется к зажимному механизму приспособления. Перемещение вилки 4 происходит только вдоль вертикальной оси. При подаче сжатого воздуха в верхнюю полость пневмопривода поршень 6 перемещается вниз штоком 5 и поворачивает рычаг, закрепленный на оси 3 по часовой стрелке. При этом ползун 2 с вилкой 4 перемещается вверх. При подаче сжатого воздуха в нижнюю полость пневмопривода поршень 6 со штоком 5 перемещается вверх, сообщая движение ползуну 2 с вилкой 4 вниз. Управление подачей сжатого воздуха осуществляют крановым пневмораспределителем 7. Сила на вилке 4 зависит от диаметра поршня 6 и соотношения плеч рычага 1.

На рис. 4.6, в изображен универсальный пневматический силовой привод, который используют для крепления заготовки зажимным механизмом приспособления. Работает он следующим образом. Когда сжатый воздух попадает в правую полость пневмоцилиндра, поршень 6 и шток 5 перемещаются влево. При этом два рычага 3 и 4 перемещают вилку 1 влево. Для регулирования положения вилки, соединяемой с зажимным механизмом приспособления, предусмотрена гайка 2 с левой и правой резьбой.

Применение универсальных приводов значительно упрощает конструкцию оснастки. Используют эти приводы в мелкосерийном и серийном производствах, а также при групповом методе обработке различных заготовок.

Заготовки 1 устанавливают в паз сменной опорной планки 2 и крепят качающимся клином 3. Сила закрепления на клин передается от универсальной силовой пневмокамеры через рычаги 5 и 6, ролик 7 и плунжер 4.

На рис. 4.7, б также приведен пример использования универсального силового привода. Заготовки 4 устанавливают на плите 3 и крепят прихватом 5, качающимся на опоре 7. Сила закрепления на прихват передается от рычага 1 универсальной пневмокамеры через тягу 2 и гайку 6.

На рис. 4.7, в приведена конструкция более сложного приспособления с использованием универсальной пневмокамеры (см. рис. 4.6, а) с рычагом 1 или пневмоцилиндра на лапах со штоком 4. Заготовки 5 цилиндрическими хвостовиками устанавливают на призмы и крепят прихватами 6, 11. Сила закрепления на прихваты передается через рычаг 2, качающийся на оси 13 (либо через рычаги 3 и 2), и коромысло 9, установленное на оси 10 посредством шарнирных винтов 7, 12. Пружины 8 удерживают прихваты 6, 11 во время переустановки заготовок.

Ответ 4.12. В мелкосерийном производстве с частой сменой объекта производства используют универсальные силовые приводы. На рис. 4.7, а приведена конструкция станочного приспособления фрезерного станка для крепления заготовок валов с использованием универсального пневмоцилиндра.

Заготовки 1 устанавливают в паз сменной опорной планки 2 и крепят качающимся клином 3. Сила закрепления на клин передается от универсального силового пневмоцилиндра через рычаги 5 и 6, ролик 7 и плунжер 4.

На рис. 4.7, б также приведен пример использования универсального силового привода. Заготовки 4 устанавливают на плите 3 и крепят прихватом 5, качающимся на опоре 7. Сила закрепления на прихват передается от рычага 1 универсального пневмоцилиндра через тягу 2 и гайку 6.

На рис. 4.7, в приведена конструкция более сложного приспособления с использованием универсального пневмоцилиндра (см. рис. 4.6, а) с рычагом 1 или пневмоцилиндра на лапах со штоком 4. Заготовки 5 цилиндрическими хвостовиками устанавливают на призмы и крепят прихватами 6, 11. Сила закрепления на прихваты передается через рычаг 2, качающийся на оси 13 (либо через рычаги 3 и 2), и коромысло 9, установленное на оси 10 посредством шарнирных винтов 7, 12. Пружины 8 удерживают прихваты 6, 11 во время переустановки заготовок.

Ответ 4.13. На рис. 4.8, а показана конструкция универсального силового привода, встроенного в тумбу 8 радиально-сверлильного станка. Заготовки крепят быстросъемной шайбой. Сила закрепления на нее передается от штока 6 пневмоцилиндра 7 через гайку 4, тягу 2 и гайку 1. Плита 3 служит опорой для заготовок с накладными кондукторами.

Универсальный силовой пневмопривод (рис. 4.8, б) крепят к торцу тумбы 2 радиально-сверлильного станка. Крепят заготовки к верхней плоскости тумбы коромыслом 1. Сила закрепления на коромысло передается от штока 8 пневмоцилиндра через звенья 7 и рычаг 3. Для регулирования положения коромысла 1 с рычагом 3 по высоте предусмотрены несколько отверстий на звеньях 7 и две гайки 4 и 5 на вилке 6.

Ответ 4.14. Приспособления с гидравлическим приводом обеспечивают надежность крепления заготовок, уменьшают металлоемкость в 1,5-2 раза, исключают коррозию поверхностей цилиндров, трубопроводов, значительно упрощают схемы зажимных механизмов.

Недостатком гидравлических приводов является отсутствие самотормозящего звена, а также то обстоятельство, что электродвигатель должен работать в течение всего времени работы оснастки. В работе [6] приведен универсальный силовой привод конструкции ЭНИМАСа, в котором между поршнем и буртом штока установлены наборы тарельчатых пружин. Развиваемая сила тяги на поршне передается на шток через набор

тарельчатых пружин. Последние срабатывают при аварийном падении давления в цилиндре.

В приспособлениях с гидроцилиндрами во избежание утечки масла из них и попадания воздуха в систему, всегда используют муфты с автоматическим затвором. Рабочей жидкостью служит масло.

Ответ 4.15. Основным характерным узлом технологической оснастки являются гидравлические цилиндры, которые преобразуют энергию масла высокого давления в энергию движущегося штока, а иногда – одновременно штока и корпуса. Конструкции гидравлических цилиндров, применяемых в технологической оснастке, могут быть различными. Наибольшее распространение получили гидравлические цилиндры с прямолинейным перемещением поршня, хотя встречаются цилиндры с поворотным движением поршня.

Цилиндры, приведенные на рис. 4.9, разработанные институтом "Оргстанкинпром", нашли широкое применение, так как выгодно отличаются от стандартных компактностью и малыми размерами (внутренние диаметры всего 30...60 мм), поскольку применяемые гидростанции для подачи масла развивают давление 5...10 МПа [12]. Кроме того, в цилиндрах, используемых в станочных приспособлениях, обратный ход поршня часто осуществляется пружиной сжатия. Так, в цилиндрах, приведенных на рис. 4.9, а-в, перемещение поршня при зажиме производится жидкостью, а возврат поршня в исходное положение – предварительно сжатой пружиной. В цилиндрах двухстороннего действия (см. рис. 4.9, г, д) возвратные перемещения поршня производятся маслом под высоким давлением.

Крепление гидравлических цилиндров в станочных приспособлениях применяют, как правило, осевое: с помощью наружной или внутренней резьбы надеванием (навешиванием) полого штока на тягу или штырь, либо корпус цилиндра вставляют в отверстие и крепят стопорным кольцом. Крепление гидроцилиндров с помощью лап или шарниров в станочных приспособлениях применяют редко.

Для соединения гидроцилиндров и гидроаппаратуры (насосные станции, гидроаккумуляторы и пр.) применяют резинотканевые рукава высокого давления с металлической оплеткой, подсоединяемые типовыми быстроразъемными муфтами [12].

Гидроцилиндр (см. рис. 4.9, а) одностороннего действия, поэтому обратный ход осуществляет пружина 4. Гильза 2, выполненная заодно с задней крышкой, имеет кольцевые канавки под стопорные кольца б, что позволяет крепить ее в отверстиях прихватов. Поршень 3 выполнен заодно со штоком, в котором имеется резьбовое отверстие для соединения гидроцилиндра с зажимным механизмом оснастки. Передняя крышка 5 с сальником закрывает полость гидроцилиндра. Резьбовая пробка 1 используется для выхода воздуха при заполнении системы маслом.

На рис. 4.9, б показан гидроцилиндр одностороннего действия, в котором корпус 2 соединен с элементами приспособления через винт 1 с резьбовым отверстием, проходящим внутри полого штока поршня 3. Пружина 4 осуществляет возврат поршня в исходное положение.

Гидроцилиндр, приведенный на рис. 4.9, в, одностороннего действия с полым штоком поршнем 2. Гидроцилиндр устанавливают так, чтобы корпус 1 упирался в один элемент (заготовку), а шток поршня в другой (быстрозъемную шайбу). При раскреплении заготовки пружина 3 возвращает поршень в исходное положение.

Гидроцилиндр (см. рис. 4.9, г) двухстороннего действия может быть тянущего или толкающего типа. Корпус 2 имеет наружную резьбу, а поршень 3 – резьбовое отверстие для крепления к приспособлению. В конструкции гидроцилиндра корпус и передняя крышка выполнены как одно целое, а задняя крышка 1 закрывает полость гидроцилиндра.

Для приспособлений к продольно-фрезерным и агрегатным станкам используют гидроцилиндры конструкции Минского СКБ-8 (см. рис. 4.9, *д*). Гидроцилиндр состоит из двух крышек 1 и 5, гильзы 2, поршня 3 и штока 4. К корпусу приспособления его крепят винтами 6. Конструкция гидроцилиндра отличается высокой технологичностью изготовления, так как передняя и задняя крышки 5 и 1 легко снимаются.

Ответ 4.16. Гидроцилиндры с односторонним и двусторонним штоком предназначены для применения их в технологической оснастке в качестве силового привода при давлении жидкости 1,8... 5 МПа. Гидроцилиндр (см. рис. 4.10, *а*) состоит из гильзы 5 с двумя наружными канавками под стопорные кольца и двумя внутренними канавками для крепления передней 4 и задней 10 крышек, штока 2, поршня с кольцами 7, которые удерживают две манжеты 8, уплотнительных колец 9, манжет 3, 6 и винтов 1, предохраняющих переднюю и заднюю крышки от самопроизвольного поворота.

Гидроцилиндр с двусторонним штоком (см. рис. 4.10, *б*) используют в автоматическом производстве для привода устройств, управляющих рабочим циклом, например, для переключения конечных выключателей и др. Конструкция гидроцилиндра аналогична конструкции, изображенной на рис. 4.10, *а*.

Гидроцилиндр с фланцем (см. рис. 4.10, *в*) состоит из гильзы 2, передней 1 и задней 7 крышек, сборного поршня из двух фланцев 6, кольца 3, двух манжет 4 и двух колец 5, удерживающих манжеты 4.

Ответ 4.17. Гидроцилиндр 1 (см. рис. 4.11, *а*) фланцами 3 и 8 крепится к задней стенке передней бабки станка токарной группы. Поршень 2 соединен с втулкой 5, в которой на двух упорных подшипниках 4 и 6 смонтирована тяга 7, вращающаяся вместе с патроном станка, фланцы 3, 8 и корпус 1 с поршнем 2 не вращаются.

На рис. 4.11, *б* показан универсальный привод для крепления заготовок при их обработке на фрезерных станках. Сила закрепления заготовок передается от поршня 6 привода через двуплечий рычаг 2 на тягу 3, которая свободно перемещается в отверстиях передней крышки 4 и поршне 6. Рычаг 2 поворачивается на оси 1, запрессованной в выступе передней крышки 4. Верхний конец рычага соединен с поршнем 6 втулкой 5. Сила, развиваемая на конце тяги 3, зависит от соотношения плеч рычага 2, диаметра поршня 6 и давления масла, подаваемого в полости гидроцилиндра.

На рис. 4.11, *в* показан многорычажный универсальный гидравлический привод, который также крепят на столе фрезерного станка. Сила на штоке 4 увеличивается за счет двух рычагов 3 и 1, соединенных звеном 2.

Ответ 4.18. Агрегатированные ЗМ предназначены для использования их в сборно-разборной станочной оснастке. Зажимной механизм (см. рис. 4.12, *а*) с Г-образным прихватом при перемещении вверх автоматически поворачивается, благодаря винтовому пазу на штоке 7 гидроцилиндра 6 и срезанному штифту 3. Палец 4, установленный в корпусе 5, ограничивает подъем и поворот прихвата в пределах 90°. Сила закрепления на прихват 1 передается от поршня 8 через шток 7 и шайбу 2.

В приспособлении, показанном на рис. 4.12, *б*, зажимной механизм состоит из одного гидравлического цилиндра и прихвата. Заготовки 3 устанавливаются до упора в планку 1 и штыри 2, крепление осуществляют штоком 4 гидроцилиндра 6, прикрепленного винтами 8 к корпусу 7 приспособления.

Агрегатированный рычажный ЗМ приведен на рис. 4.12, *в*. Его корпус 4 крепят винтом 3 и гайкой 2 к столу станка. Положение прихвата регулируется с помощью зубчатого вкладыша 1. Во время крепления заготовки гидроцилиндр 5 поворачивает прихват 8 на оси 7. Корпус гидроцилиндра удерживается в отверстии прихвата 8 стопорным кольцом 6.

Ответ 4.19. Двухступенчатый пневмогидравлический усилитель последовательного действия предназначен для преобразования низкого давления сжатого воздуха 0,5 МПа, поступающего по заводской сети от компрессорной станции в высокое давление жидкости 10 МПа, направляемой в рабочие гидроцилиндры приспособлений.

Такие усилители применяют при больших расходах жидкости и для приспособлений с наличием гидроцилиндров одностороннего действия. При этом нельзя использовать конструкции зажимных механизмов с самоторможением.

Усилитель состоит из пневмоцилиндра 8, гидроцилиндров низкого давления 4 и высокого 2, пневмораспределителя 5, манометра 1 и трубопроводов. Шток 6 пневмоцилиндра 8 одновременно является плунжером гидроцилиндра 2. Уплотнения выполнены стандартными круглыми резиновыми кольцами.

Усилитель работает следующим образом. При подаче пневмокраном 5 сжатого воздуха через штуцер 12 и трубопровод 10 в верхнюю полость гидроцилиндра 4, масло из полости Б через отверстия 3 поступает в полость А гидроцилиндра 2 и далее по шлангам 11 к рабочим гидроцилиндрам приспособления. При этом происходит подвод зажимных элементов и предварительное закрепление заготовок. Давление масла равно давлению сжатого воздуха.

Затем переключают распределитель для подачи сжатого воздуха через штуцер 13, при этом поршень 7 со штоком 6 перемещается вверх, вытесняя жидкость из полости А. Как только шток 6 перекроет радиальные отверстия 3, соединяющие полости А и Б, давление жидкости в системе повысится и станет равным

$$p_{ж} = p_{в}(D/d)^2,$$

где $p_{ж}$ – давление жидкости в цилиндре 2; $p_{в}$ – давление сжатого воздуха в цилиндре 8; D, d – соответственно диаметры поршня 7 и штока 6.

При таком давлении жидкости в рабочих цилиндрах приспособления произойдет надежное крепление заготовок.

Для разжима заготовок пневмораспределителем 5 последовательного включения сжатый воздух направляют через штуцер 9 в верхнюю полость пневмоцилиндра 8. При этом жидкость из рабочих гидроцилиндров вытесняется пружинами (так как гидроцилиндры одностороннего действия) в полость А. Если рабочие гидроцилиндры двухстороннего действия, то жидкость вытесняется в полость А сжатым воздухом.

Ответ 4.20. Перемещение любого зажимного механизма складывается из установочного перемещения (от исходного положения прихвата до соприкосновения с заготовкой) и рабочего (от момента соприкосновения прихвата с заготовкой до момента выбора всех зазоров и деформаций, возникающих от приложенной силы закрепления).

Принцип работы силового привода плунжерного типа заключается в том, что подача масла в рабочие гидроцилиндры осуществляется за два цикла: за первый оно подается под низким давлением (0,5 МПа) в большом объеме для установочного перемещения (подвод прихватов), за второй – под высоким давлением (10 МПа) в небольшом объеме для незначительного рабочего хода прихватов (зажим).

Пневмогидравлический усилитель работает следующим образом. При повороте рукоятки распределителя 1 сжатый воздух поступает в полость А и перемещает поршень-плунжер 2 вправо, вытесняя по трубопроводу 8 жидкость из камер Б и В в рабочие гидроцилиндры (см. рис. 4.14). Последние подводят прихваты к заготовке и прижимают ее. Давление жидкости в рабочих гидроцилиндрах равно давлению воздуха в пневмосети.

При дальнейшем перемещении вправо поршня-плунжера 2 входит в манжету 3 и тем самым запирает камеру высокого давления В, осуществляет "отсечку" камер низкого Б и высокого В давления. Давление масла в камере В возрастает пропорционально соотношению площадей поршня и плунжера в $(D/d)^2$ раз. При этом осуществляется зажим заготовки, т.е. второй цикл работы усилителя "зажим".

Однако, для осуществления второго цикла работы необходимо обеспечить свободный выход масла из камеры низкого давления, иначе образуется масляная подушка и поршень-плунжер 2 не сможет двигаться. Масло выходит из камеры Б через дроссель 9 в аккумуляторную камеру Р, при этом поршень 6 перемещается вправо. Поскольку дроссель 9 остается открытым и при первом цикле работы, часть масла также переливается в аккумуляторную камеру Р. Размер щели дросселя определяет скорость прохождения масла через нее, а значит и скорость подвода прихватов к заготовке.

При раскреплении заготовки сжатый воздух пневмораспределителем 1 направляют в полость Д. Поршень 6 вытесняет масло из аккумуляторной камеры Р в камеру Б низкого давления через шариковый клапан 10.

В верхней части усилителя два отверстия под винты 4 и 5 предназначены для выхода воздуха при заполнении системы маслом. Для направления поршень-плунжера 2 и устранения его заклинивания служит палец 7. Продольные канавки на пальце обеспечивают проход масла в рабочие цилиндры.

Ответ 4.21. На рис. 4.15 приведена конструкция одноступенчатого привода. Подобные приводы получили широкое распространение из-за простоты конструкции. В них шток 5 поршня 4 пневмоцилиндра является плунжером (поршнем) гидравлического цилиндра 10.

Он состоит из двух цилиндров: пневматического и гидравлического. Пневмоцилиндр на лапках двухстороннего действия состоит из гильзы 6, поршня 4, штока 5 и передней 7 и задней 3 крышек, соединенных шпильками 2. На передней и задней крышках приварены лапы для крепления усилителя, трехходовой пневмораспределитель 1 прикреплен на задней крышке 3. Гидравлический цилиндр состоит из втулки 10, соединенной с передней крышкой 7. К втулке 10 прикреплены стакан 8, выполненный из прозрачного материала, манометр 9 и шланг высокого давления 11.

При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень 4 и шток 5 перемещаются вправо, при этом воздух из правой полости через пневмораспределитель 1 выходит в атмосферу. После того как шток 5 войдет в последнюю круглую резиновую манжету и перекроет выход масла в стакан 8, масло из втулки 10 поступает по шлангу 11 к рабочим гидроцилиндрам приспособления. После контакта прихватов с заготовкой давление в гидросистеме начнет повышаться по сравнению с давлением воздушной сети пропорционально соотношению площадей поршня 4 и штока 5.

Для определения силовой характеристики рассмотрим схему на рис. 4.31.

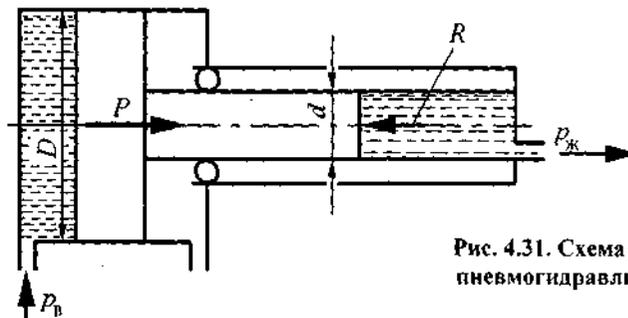


Рис. 4.31. Схема одноступенчатого пневмогидравлического привода

Из условия $\sum \bar{P}_x = 0$ имеем $P - R = 0$; $\frac{\pi D^2}{4} p_b \eta = \frac{\pi d^2}{4} p_{ж} \eta$. Откуда $p_{ж} = p_b (D/d)^2$.

Ответ 4.22. В массовом производстве, когда требуются большие силы закрепления заготовок, усилитель (силовой привод) монтируют в корпусе приспособления (см. рис. 4.16). Пневмогидравлические приводы имеют ряд преимуществ по сравнению с гидравлическими: масло не нагревается, меньше вспенивается, меньше потери энергии,

более надежны, недорогие, управление ими легко автоматизировать, а также можно использовать имеющуюся пневмосеть.

Корпусную заготовку 4 устанавливают между двумя штифтами 10 на опоры 7. Крепят ее двумя отдвижными планками 3, 5 и прихватом 9. Сила закрепления на планки 3, 5 передается от штоков 2 гидроцилиндров 1 одностороннего действия. Подачу масла высокого давления в полости гидроцилиндров осуществляет пневмогидропривод 6. При подаче сжатого воздуха в полость низкого давления В пневмогидропривода шток 8 вытесняет масло из полости высокого давления А в гидроцилиндры.

Ответ 4.23. Пневмогидравлические тиски (см. рис. 4.17) предназначены для крепления заготовок широкой номенклатуры в тех случаях, когда необходимо преодолевать значительные силы резания. При давлении воздуха в сети 0,5 МПа сила зажима на губках достигает 60 кН. Тиски универсальны, так как корпус 2 с губками 9 и 10 может поворачиваться на 360° относительно основания 1. Губки 9 и 10 можно разводить винтом 5 до 150 мм, рабочий ход губок составляет 5 мм. Корпус 2 и ползун 6 имеют Т-образные пазы для крепления сменных наладок.

В конструкции тисков используют двухступенчатый пневмогидравлический силовой привод (последовательного действия) с двумя номинальными расходами масла. Наличие двух ступеней сокращает время, необходимое на закрепление заготовок, поскольку при подводе зажимного механизма к заготовкам работает первая ступень с большим расходом масла и низким давлением.

В нашем случае предварительный зажим заготовок осуществляется подачей масла из полости В поршнем 7 под давлением, равным давлению воздушной сети 0,4 ... 0,6 МПа. Окончательное закрепление заготовок осуществляется с помощью штока 3 под действием высокого давления масла. Происходит это следующим образом. При подаче сжатого воздуха в полость Г поршень 8 перемещается влево и левым полым концом создает высокое давление масла в камере Б. Масло под высоким давлением из камеры Б поступает по четырем отверстиям в камеру А и перемещает шток 3 влево. При этом рычаг 4 перемещает ползун 6 с губкой 9 вправо, осуществляя крепление заготовок.

Ответ 4.24. Универсальный рычажный одноступенчатый насос (силовая гидростанция) предназначен для нагнетания масла в гидросистеме приспособлений, устанавливаемых на одном станке. Он обеспечивает подачу масла в рабочие гидроцилиндры (одностороннего действия) приспособлений давлением до 10 МПа. Насос может быть прикреплен лапками 5 горизонтально или вертикально на столе станка или на корпусе приспособления (см. рис. 4.18). Такие насосы нашли широкое применение на авиазаводах и на заводах станкостроения.

Установка работает следующим образом. При подъеме рычага 10 шток 9 перемещается вверх, обратный клапан 3 открывается, и масло из резервуара засасывается в полость А, одновременно из полости В масло вытекает через обратный клапан и отверстие 13 в рабочие гидроцилиндры приспособлений. При опускании штока 9 рычагом 10 закрывается обратный клапан 3, а клапан 4 открывается и масло поступает через отверстия в штоке 9 в полость В. Цикл повторяется до тех пор, пока прихваты не войдут в контакт с заготовками. При дальнейшем качании рычага 10 давление в гидросистеме повышается, контролируют его манометром 6. Поршень 7 и набор тарельчатых пружин 8 играют роль аккумулятора, если возникнут небольшие утечки масла в системе.

При раскреплении заготовок освобождают запорный клапан рукояткой-звездочкой 1, после чего масло из гидроцилиндров под действием подпружиненных поршней сливается в резервуар 2, изготовленный из прозрачного материала (оргстекла) объемом 230 см³. За одно двойное перемещение штока 9 подача масла составляет 2 см³. Для предотвращения изгиба штока 9 предусмотрено звено 11, соединяющее рычаг 10 с пружиной 12.

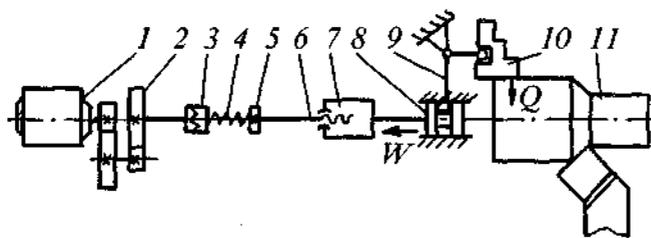


Рис. 4.32. Схема электромеханического привода

Ответ 4.25. Электромеханические приводы получили широкое распространение в приспособлениях к агрегатным станкам и автоматическим линиям, в меньшей степени их используют для токарных и фрезерных приспособлений.

Крутящий момент электромеханического силового привода регулируется тепловым реле или механически.

На рис. 4.32 приведена схема электромеханического привода.

Работа привода осуществляется следующим образом. От электродвигателя 1 через редуктор 2 и муфту 3 передается крутящий момент на винт 6, который перемещает гайку 7, связанную с исполнительным зажимным механизмом втулкой 8 патрона. Втулка 8 через двуплечий рычаг 9 и кулачки 10 передает силу закрепления Q на заготовку 11.

Электромеханические приводы имеют редуктор (чаще планетарный) с передаточным числом от 100 до 1000 и самотормозящий винтовой или червячный механизм (чаще используют одновременно тот и другой).

Силу W электромеханического привода определяют по формуле

$$W = \frac{M_{кр} \eta i}{r_{ср} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{9550 N \eta}{n r_{ср} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где W – сила тяги, Н; $M_{кр}$ – крутящий момент на валу электродвигателя, Н · м; i – передаточное число редуктора; η – КПД редуктора; $r_{ср}$ – средний радиус резьбы винта, м; α – угол подъема резьбы винта ($3 \dots 4^\circ$); φ – угол трения скольжения в резьбовой паре ($5 \dots 6^\circ$); N – мощность электродвигателя, кВт; n – частота вращения, мин^{-1} .

Электромеханические приводы обеспечивают разгон электродвигателя во время холостых оборотов, что важно при раскреплении заготовки. Угол α_1 скоса зубьев муфты 3 равен $30 \dots 40^\circ$. Силу предварительной затяжки пружины 4 осуществляют гайкой 5, а определяют из ее условия передаваемого муфтой 3 крутящего момента:

$$P_{пр} = \frac{M_{кр} \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1)}{r_1},$$

где α_1 – угол скоса зубьев муфты; φ_1 – угол трения скольжения по поверхности зубьев муфты, $\varphi_1 \approx 5 \dots 8^\circ$; r_1 – средний радиус расположения зубьев муфты.

Ответ 4.26. На рис. 4.19 показаны универсальные электромеханические силовые приводы. Привод (см. рис. 4.19, а) крепят к шпинделю 8 токарного станка фланцем 10. Сила на тягу 9 передается от электродвигателя 1 через зубчатые колеса 2–5 и винтовую пару 6, 7.

Привод (см. рис. 4.19, б) используют на агрегатных станках и АЛ. Крутящий момент на ключ 9 передается от электродвигателя 1 через зубчатые колеса 3–6, полумуфту 7, вал 2 и зубчатую полумуфту 8.

Ответ 4.27. На рис. 4.20 приведена конструкция электромеханического ключа, который применяется в автоматизированном производстве для передачи крутящего момента на винтовые ЗМ. Электродвигатель (типа ДПТ 21-4 или ДПТ 22-4) передает кру-

тящий момент на полумуфту 12 через муфту 1, редуктор 7, выдвижной шлицевый вал 11 и полумуфту 10. Вращение винта электромеханического ключа и выдвижного вала 11 происходит до тех пор, пока не произойдет закрепление заготовки. При этом резко возрастает нагрузка на электродвигатель ключа и токовое реле отключается. Гидроцилиндр 6 отводит полумуфту в исходное положение, при этом гайка 8 воздействует на конечный выключатель 2, который сигнализирует об окончании закрепления заготовки и разрешает движение спутника линии или поворот стола станка.

Для разжима заготовки электродвигатель вращает выдвижной вал ключа в противоположную сторону. При этом крутящий момент от зубчатого колеса 5 передается втулке 4 и выдвижному валу 11 через палец 3 и радиальный выступ на втулке 4, взаимодействие которых происходит после холостого оборота колеса 5. За это время электродвигатель разгоняется до полных оборотов и развивается крутящий момент 200 ... 300 Н·м, необходимый для раскрепления заготовки. Полумуфта 10 и пружина 9 облегчают совмещение полумуфты 12 и полумуфты 3М.

Ответ 4.28. На рис. 4.21 показан электромеханический силовой привод с рычажным зажимным механизмом. В нем используют асинхронный электродвигатель 17 трехфазного тока с короткозамкнутым ротором. Такие электродвигатели просты и не нуждаются в пусковом реостате, допускают 300 ... 600 включений в час, изменение скорости вращения ротора при переменной нагрузке незначительное.

Электродвигатели используют совместно с редуктором, который преобразует вращение ротора в поступательное движение зажимного механизма, в приводе имеется винтовая пара и кулачковая муфта, тарированная на определенный крутящий момент. Поэтому такие приводы называются электромеханическими.

Электродвигатель 17 через зубчатые колеса 16 и 15 вращает червяк и червячное колесо 6, которое в свою очередь вращает втулку 5 и кулачковые полумуфты 7 и 9. Последняя вращает гайку 10, при этом винт 12 перемещается вверх, осуществляя крепление заготовки 14 прихватом 13. Когда сила W на конце винта 12 достигает необходимого значения, гайка 10 прекращает вращение, а кулачковая полумуфта 9 отталкивает полумуфту 7 вниз. При этом рычаг 8 воздействует на концевой выключатель 11, останавливающий электродвигатель. Заготовка остается закрепленной вследствие самотормозящих свойств червячной и винтовой пар.

После обработки заготовку освобождают, изменяя направление вращения электродвигателя, в результате чего винт 12 перемещается вниз и поворачивает рычаг 1, который выключателем 3 останавливает электродвигатель.

Гайкой 2 регулируют усилие пружины 4 и срабатывание кулачковой муфты. Для тарирования муфты рассчитывают силу P . Силу P пружины в зависимости от материала, наружного диаметра D , диаметра проволоки d для пружины, числа витков k и величины осадки λ определяют по формуле

$$P = \frac{\lambda G d^4}{8 D^3 k},$$

где G — модуль упругости 2-го рода материала пружины.

Зная характеристику пружины, составляют по приведенной формуле таблицу необходимой осадки пружины при требуемой силе P .

Силу W , передаваемую на прихват 13, определяют по формуле

$$W = \frac{2M_{дв} i \eta}{d_{сп} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = 9550 \frac{2N i \eta}{n d_{сп} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

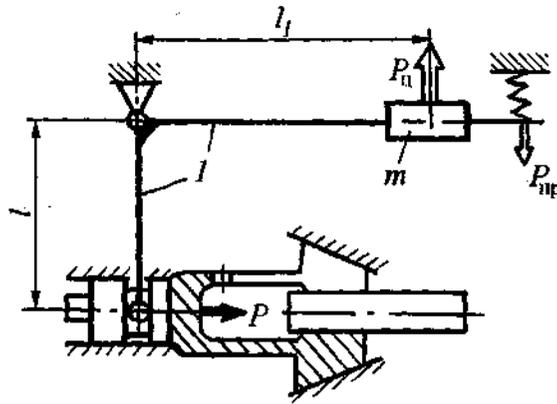


Рис. 4.33. Схема цангового патрона для расчета центробежно-инерционного привода

где $M_{дв}$ – крутящий момент электродвигателя; i – передаточное число от электродвигателя к винту; η – КПД привода; $d_{ср}$ – средний диаметр резьбы винтовой пары; α – угол подъема резьбы; φ – угол трения скольжения; N – мощность электродвигателя; n – частота вращения электродвигателя.

Ответ 4.29. Центробежно-инерционные силовые приводы используют на токарных станках (поводковые, цанговые и др.). Они получили ограниченное применение. На рис. 4.33 изображена схема для расчета привода.

Из условия статического равновесия рычага I , находящегося под действием моментов от сил P_u и момента от реакции силы P , можем записать $\sum \overline{M}_x = 0$ или $Pl - P_u l_1 = 0$. Решая это уравнение относительно P , получаем $P = (P_u l_1) / l$.

Так как $P_u = m\omega^2 = (G/g)\omega^2 = 0,102Gl(\pi n/30)^2 = 0,01Gln^2$, $P = \frac{P_u l_1}{l}$ или

$$P = \frac{0,01Gn^2 l_1}{l} = 0,01Gn^2 l_1. \text{ Окончательно с учетом } P_{пр} \text{ имеем}$$

$$P = 0,01Gln^2 - P_{пр}.$$

где P – сила привода, Н; P_u – центробежная сила, Н; $P_{пр}$ – сила пружины, Н; m – масса груза, кг; l – радиус от оси вращения цангового патрона до центра тяжести кулачков, м; ω – угловая скорость, рад/с; G – вес кулачков, Н; g – ускорение свободного падения, м/с²; n – частота вращения шпинделя, с⁻¹.

Ответ 4.30. В тех случаях, когда возникают незначительные силы резания, можно использовать инерционные силовые приводы. Корпус 4 привода (см. рис. 4.22, а) крепят на заднем конце шпинделя 5. Тягу 6 соединяют с втулкой четырьмя рычагами 1. Положение грузов 2 на рычагах 1 регулируется. Для возврата тяги 6 предусмотрены пружины 3.

Инерционный привод (см. рис. 4.22, б) совместно с цанговым патроном 1 установлен на переднем конце шпинделя станка. Сила инерции от грузов 2 передается на цангу 6 через рычаг 3 с эксцентриками и втулку 5. Возврат втулки 5 осуществляет пружина 7, а поджим цанги 6 – пружина 4.

Привод автономного действия крепят на заднем конце шпинделя станка (см. рис. 4.22, в). При вращении корпуса 10 ремнем 9, шесть грузов 8 через эксцентрики 7, фланец 6, упорный подшипник 5, фланец 3 и гайку 2 передают силу инерции на тягу 1. Так

как вращение корпуса 10 привода по скорости не совпадает с вращением шпинделя, в конструкции предусмотрено три шарикоподшипника 4.

Ответ 4.31. Для механизации закрепления заготовок на станках с затрудненным подводом масла (фрезерно-карусельных, продольно-фрезерных, расточных и др.) используют гидроцилиндры с пружинным зажимом. Такие гидроцилиндры изготавливают тянущего или толкающего типов.

Гидроцилиндр автономного действия толкающего типа показан на рис. 4.23, а. Его устанавливают на стол станка 1, регулируют по высоте цилиндрическими прокладками 3 и 4. Прихват 11 удерживается пружиной, положение которой на винте 2 также регулируется гайкой. Во внутренней полости гидроцилиндра помещен пакет тарельчатых пружин 5. Масло под высоким давлением подается в полость цилиндра через штуцер 8 и поршень 7 сжимает пружину 6 и пакет тарельчатых пружин 5.

После подвода прихвата 11 к заготовке 12 производят слив масла из цилиндра в бак гидропитателя. При этом пружина 6 возвращает поршень 7 в исходное положение, а сжатый пакет тарельчатых пружин давит на заготовку 12 через шток 9, регулирующую опору 10 и прихват 11. Таким образом, разъединенный с гидропитателем цилиндр становится автономным источником зажимной силы.

Гидроцилиндры с пружинным зажимом тянущего типа (см. рис. 4.23, б) часто устанавливают на столе станка через переходные кольца 18 необходимой высоты, а шток 16 гидроцилиндра прикрепляют шпилькой 4 и гайкой 2 к столу 1. При подаче масла под высоким давлением через штуцер 13 в полость гидроцилиндра поршень 15 сжимает пружину 14 и пакет тарельчатых пружин 17. При этом прихват 5 или 19 освобождает заготовку 3.

После установки новой заготовки масло из полости цилиндра переливают в бак гидропитателя. В это время силой, создаваемой тарельчатыми пружинами, крепится заготовка. Сила закрепления передается от пакета тарельчатых пружин 17 через крышку 6 со сферой на конце на прихват 5 или через гайку 18 на прихват 19.

Если заготовка 8 имеет литое отверстие или окно, то крепление производят прихватом 10, соединенным с корпусом гидроцилиндра 12 двумя шпильками 11 и 7. Стяжная гайка 9 позволяет регулировать положение прихвата 10 по высоте.

Основные параметры гидроцилиндров автономного действия:

создаваемая сила закрепления зависит от размеров и количества тарельчатых пружин и колеблется от 20 до 100 кН;

ход штока 8... 12 мм;

диаметр поршня 60... 100 мм.

Тарельчатые пружины используют как сплошные, так и с двумя рядами прорезей. Пружины выполняют из стали 65Г или 60С2А с толщиной диска 0,50... 1,25 мм и с последующей термообработкой до 40... 45 HRC. Максимальный ход пружин допускается не более 1/4 их высоты.

Необходимую силу деформации пружины определяют по формуле [5]

$$P = \frac{4E\delta\lambda}{(1-\mu^2)D^2A} \left[(h-\lambda) \left(h - \frac{\lambda}{2} \right) + \delta^2 \right],$$

где E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона материала пружины; δ – толщина пружины; D – наружный диаметр пружины; λ – осадка пружины; A – коэффициент, зависящий от отношения $D/d = m$ (d – внутренний диаметр пружины); h – высота пружины.

При $m = 2$, $A = 0,68$; при $m = 3$, $A = 0,79$; при $m = 4$, $A = 0,80$.

Ответ 4.32. Для подачи масла под высоким давлением к гидроцилиндрам с пружинным зажимом от гидроаккумуляторной установки с электромагнитным распределителем служит быстроразъемная гидромуфта (см. рис. 4.24). Гидромуфта состоит из шарикового замка 10, тумблера 11, шланга 13 высокого давления и защитного кожуха 12. Гидромуфту надевают притертой бронзовой втулкой 7 на штуцер 1, ввернутый в гидроцилиндр. При этом втулка 5 запирает шарик 4 с помощью пружины 6. Одновременно клапан 3 штуцера, преодолевая сопротивление пружины 2, открывается и полость гидроцилиндра соединяется через отверстие в клапане 9 и шланг 13 с электромагнитным распределителем. Для переключения распределителя в положение "напор" или "слив" на гидромуфте смонтирован тумблер 11, подсоединенный к электрической схеме гидроаккумуляторной установки.

В работе [12] приведены примеры других конструкций быстроразъемных муфт и примеры сборки резинотканевых рукавов со штуцерами.

Ответ 4.33. На станках с ЧПУ часто применяют ЗМ с ручным приводом. Однако, для увеличения силы, действующей на зажимной элемент (прихват), применяют механогидравлические силовые приводы.

В станках с ЧПУ, имеющих двух- или четырехпозиционные поворотные грузозачно-разгрузочные столы или два прямолинейно перемещаемых стола, поочередно являющиеся грузозачно-разгрузочными, целесообразно взамен винтовых использовать механогидравлические зажимные механизмы. Они выгодно отличаются от механических, так как развивают силу закрепления до 70 кН. Эти приводы часто используют и при креплении корпусных заготовок на продольно-строгальных и продольно-фрезерных станках.

Ответ 4.34. На рис. 4.34 приведена схема механогидравлического силового привода. Заготовку 6 устанавливают отверстием на оправку 9, затем на эту оправку надевают механогидравлический привод. Последний имеет полый шток-поршень 3. В паз оправки 9 вставляют быстросъемную шайбу 1. Крепление заготовки осуществляется при перемещении поршня 7 влево винтом 8. Масло из полости малого цилиндра 4 поступает в полость корпуса 5, при этом полый шток-поршень 3 упирается в быстросъемную шайбу 1, а корпус 5 крепит заготовку 6.

При раскреплении заготовки поршень 7 перемещают вправо винтом 8, при этом пружина 2 вытесняет масло из корпуса 5 в полость малого цилиндра 4.

Силу Q можно определить из силовой характеристики винтовой пары, развиваемой силой W : $W = \frac{PL}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}$ и статического равновесия двух гидроцилиндров

$\frac{\pi D^2}{4} p_{ж} \eta = \frac{\pi d^2}{4} W \eta$. Заменяя W и решая это уравнение относительно силы закрепления

Q , получаем

$$Q = \frac{PL}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \left(\frac{D}{d} \right)^2,$$

где P – усилие рабочего, приложенное на конце ключа или рукоятки 9; L – длина ключа или рукоятки; r_{cp} – средний радиус резьбы винта 8; α – угол подъема резьбы ($2 \dots 3^\circ$); φ – угол трения скольжения ($6 \dots 8^\circ$); D – диаметр поршня 3; d – диаметр поршня 7; $p_{ж}$ – давление жидкости в полостях двух гидроцилиндров; W – сила, развиваемая резьбовой парой (винт-гайка) на плунжере диаметром d .

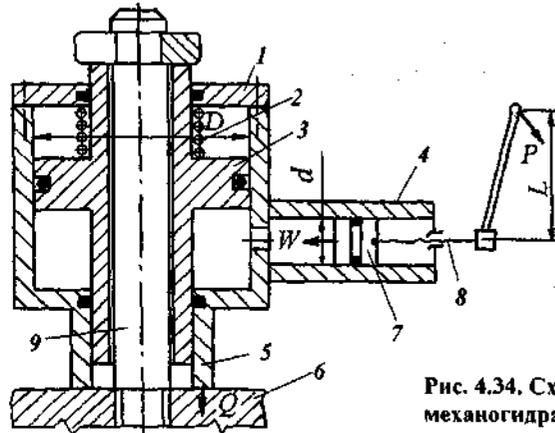


Рис. 4.34. Схема механогидравлического привода

Ответ 4.35. Зажимные механизмы с использованием механогидравлического привода производятся с горизонтальным и вертикальным расположением рукоятки управления.

Корпус 1 силового привода с поршнем 5 расположены вертикально, а винт 8 и гидроцилиндр 6 малого диаметра – горизонтально (см. рис. 4.25, а). Во время перемещения малого поршня 7 винтом 8 поршень 5 поднимается вверх до упора в быстросъемную шайбу 3, а корпус 1 опускается вниз и крепит заготовку 11 к опорной плите 12. Быстросъемная шайба 3 находится в пазу оправки 4. При изменении толщины заготовки 11 гайкой 2 регулируют положение поршня в корпусе 1. Крепление и раскрепление можно осуществлять рукояткой 9 или ключом за шестигранную головку 10. Взамен ключа можно предусмотреть перекидную рукоятку.

В зажимном механизме, приведенном на рис. 4.25, б, прихват 7 установлен на винт 5, последний прикреплен к столу станка гайкой 10. Пружина 9 и опора 8 удерживают прихват на требуемой высоте. Для регулирования положения прихвата по высоте предусмотрена гайка 4. Во время закрепления заготовки винтом 1 перемещают поршень 2 вниз, при этом поршень 3 упирается в гайку 4, а корпус 6 давит на прихват 7.

На рис. 4.25, в положение прихвата 5 по высоте регулируется сменными элементами 3 и 8, а также винтом 4, конической и сферической шайбами 6. Прихват 5 приводится в действие механогидравлическим силовым приводом 7, подобным изображенному на рис. 4.25, а. Сменные элементы 3 крепят к столу станка 1 гайкой 2. Сила закрепления заготовки на прихват 5 передается от механогидравлического силового привода 7.

Ответ 4.36. В автоматизированном производстве широко используют в качестве силового привода кинетическую энергию сжатых пружин (чаще цилиндрических, иногда тарельчатых и плоских).

На рис. 4.26, а приспособление установлено на вращающийся стол. В зоне установки заготовок 7 и 8 (зона загрузки приспособления) ролик 1 набегают на копира и, преодолевая сопротивление пружины 4, поворачивают прихват 2 против часовой стрелки. Это позволяет перезарядить приспособление. При дальнейшем вращении стола с приспособлением ролик 1 сходит с копира и подпружиненный плунжер 3 поворотом прихвата 2 по часовой стрелке зажимает заготовки. Для регулирования силы зажима предусмотрен винт 5 и гайка 6.

На рис. 4.26, б заготовку 7 устанавливают в приспособление в зоне загрузки, когда ролик 2 набегают на копир 1. Затем ролик сходит с копира и заготовка закрепляется. Сила закрепления на заготовку 7 передается от пружины 8 через плунжер 3, рычаг 5 и качающийся прихват 6. Силы регулируются винтом 9. При разжиге ролик 2, набегающий на копир 1, перемещает плунжер 3 вправо, последний поворачивает прихват на оси 4 против часовой стрелки.

При вращении стола 1 с заготовками (см. рис. 4.26, в) ролик 9, набегающий на копир 8, сжимает через плунжер 10 пружину 11. Последняя, через плунжер 4, рычаг 3 и планку 6 передает силу закрепления на заготовку 7. Разжим происходит в то время, когда ролик 9 сбегает с копира, а плунжер 2 поворачивает рычаг 3 на оси 5.

Ответ 4.37. Для непрерывного фрезерования в крупносерийном производстве используют приспособления с пружинным силовым приводом. Заготовки 5 (см. рис. 4.27, а) вставляют в отверстия планшайбы 6 (в два ряда), которая установлена на шпинделе резьбофрезерного станка. В зоне обработки заготовок фрезами 9 и 10 заготовки крепят качающимися планками 4, шарнирно закрепленными на скалках 3. Положение планок 4 регулируют перемещением кронштейна 1 по направляющим станка 8; кронштейн стопорят винтами 7. Сила закрепления заготовок регулируется подбором пружин 2.

Заготовки 1 (см. рис. 4.27, б) устанавливают на штыри. Их крепление осуществляется пластинчатыми пружинами 2. Для регулирования силы закрепления на колонках 4 предусмотрена возможность перемещения втулки 3 с пружинами 2. Корпус 5 крепят к станку.

Приспособление, приведенное на рис. 4.27, в, крепят к столу горизонтально-фрезерного станка. Заготовки устанавливают вручную, между вкладышами 4 на опорный диск 9, а при подходе кольца 10 к ролику 3 их зажимают пружинами 1 и 2, а затем фрезеруют. Кольцо 10 разжимается под действием пружин 8, и обработанные заготовки падают в тару. Обработка ведется одновременно на двух позициях набором необходимых фрез. Диски 5 закреплены на валу 7, на который насажено червячное колесо 11, а кольцо 10 прикреплено к диску 5 винтами 6. Вращение на диски передается от ходового вала горизонтально-фрезерного станка через зубчатые колеса, червяк и червячное колесо 11.

Ответ 4.38. В приспособлениях для непрерывного фрезерования часто используют пружинные силовые приводы. Заготовки 6 (см. рис. 4.28, а) устанавливают на два поворотных диска между клиновидными подпружиненными планками 5, которые качаются на осях 7. Крепление заготовок осуществляет планка 2 в зоне обработки фрезами 3. Планка 2 соединена с рессорой 9 двумя тягами 4. Положение планки, т.е. сила закрепления, легко регулируется гайками. Во время установки заготовок планки 5 отводятся копиром 8. Червяк 1 соединен с валиком продольной подачи станка.

Заготовки 1 (см. рис. 4.28, б) устанавливают на цанги 3 до упора в плиту 4. Разжим цанг осуществляют конусами 2, которые перемещаются вверх пружинами 5. Во время раскрепления заготовок конуса 2 отводят вниз планкой 6, перемещаемой штоком пневмоцилиндра 8. Гайками 7 регулируют положение конусов 2.

5. ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Делительные устройства часто состоят из двух механизмов: один осуществляет поворот или перемещение заготовок с планшайбой относительно неподвижного корпуса, второй – фиксацию и стопорение подвижной части оснастки. Корпус приспособления крепят на столе станка, при этом центрируют его чаще по двум координатам пазовыми шпонками. После поворота или перемещения подвижной части (планшайбы) с заготовкой необходимо обеспечить надежное крепление планшайбы и точность деления, так как это существенно влияет на точность обработки заготовок. Эту задачу выполняет фиксатор.

Конструкции поворотных и фиксирующих механизмов разнообразны. Однако принцип их работы сводится к следующему: принудительный вывод фиксатора из втулки или паза делительного диска, затем поворот или перемещение подвижной части приспособления, далее ввод фиксатора в очередное гнездо делительного диска пружиной сжатия или растяжения и крепление поворотной части к неподвижному корпусу.

Делительные устройства с ручным управлением применяют в мелкосерийном производстве их конструкция может быть с горизонтальной или вертикальной осью поворота. Кроме того, они различаются способами стопорения поворотной части. Предпочтительной конструкцией являются механизмы, в которых вывод фиксатора, поворот планшайбы и ее стопорение осуществляют одной рукояткой.

В серийном производстве используют делительные устройства с управлением от пневмоцилиндра. Они также могут быть с горизонтальной или вертикальной осью поворота и различаются механизмом вывода фиксатора, способом регулирования хода штока рейки и конструкцией фиксатора.

В крупносерийном механизированном производстве используют многошпиндельные делительные устройства, что позволяет значительно повышать производительность труда. В автоматизированном производстве находят применение делительные механизмы автоматического действия или с управлением от перемещения стола станка. В этих механизмах для стопорения поворотной планшайбы с обрабатываемой заготовкой используют пневмопривод.

Для уменьшения погрешности фиксации поворотной части используют конические втулки, а для уменьшения износа в цилиндрической части фиксатора – клиновые вставки, цанги, самоустанавливающиеся вставки, гофрированные втулки и тонкостенные деформационно-упругие втулки, которые выбирают зазор между фиксатором и корпусом под воздействием жидкости.

В настоящее время для обработки заготовок в механосборочных цехах находят применение автоматизированные и роботизированные технологические комплексы. Это вызывает необходимость совершенствования и создания новых механизмов и устройств к технологической оснастке, работающих в автоматическом режиме, управляемых пневмо- или гидроприводом.

ВОПРОСЫ

Вопрос 5.1. Опишите принцип действия фиксаторов, конструкции которых показаны на рис. 5.1.

Вопрос 5.2. Опишите принцип действия фиксаторов, показанных на рис. 5.2.

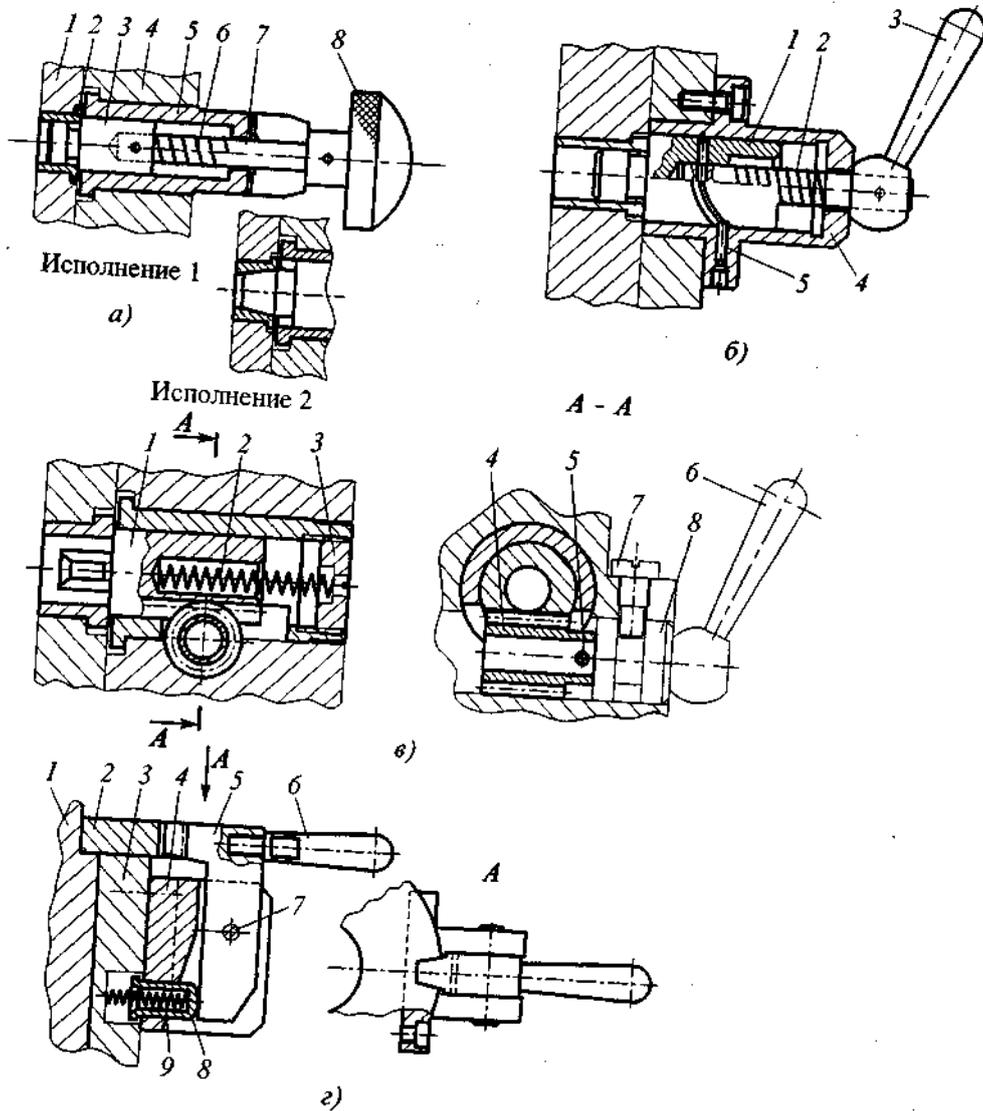


Рис. 5.1. Фиксаторы:

а - кнопочный; б - байонетный; в - реечный; г - рычажный

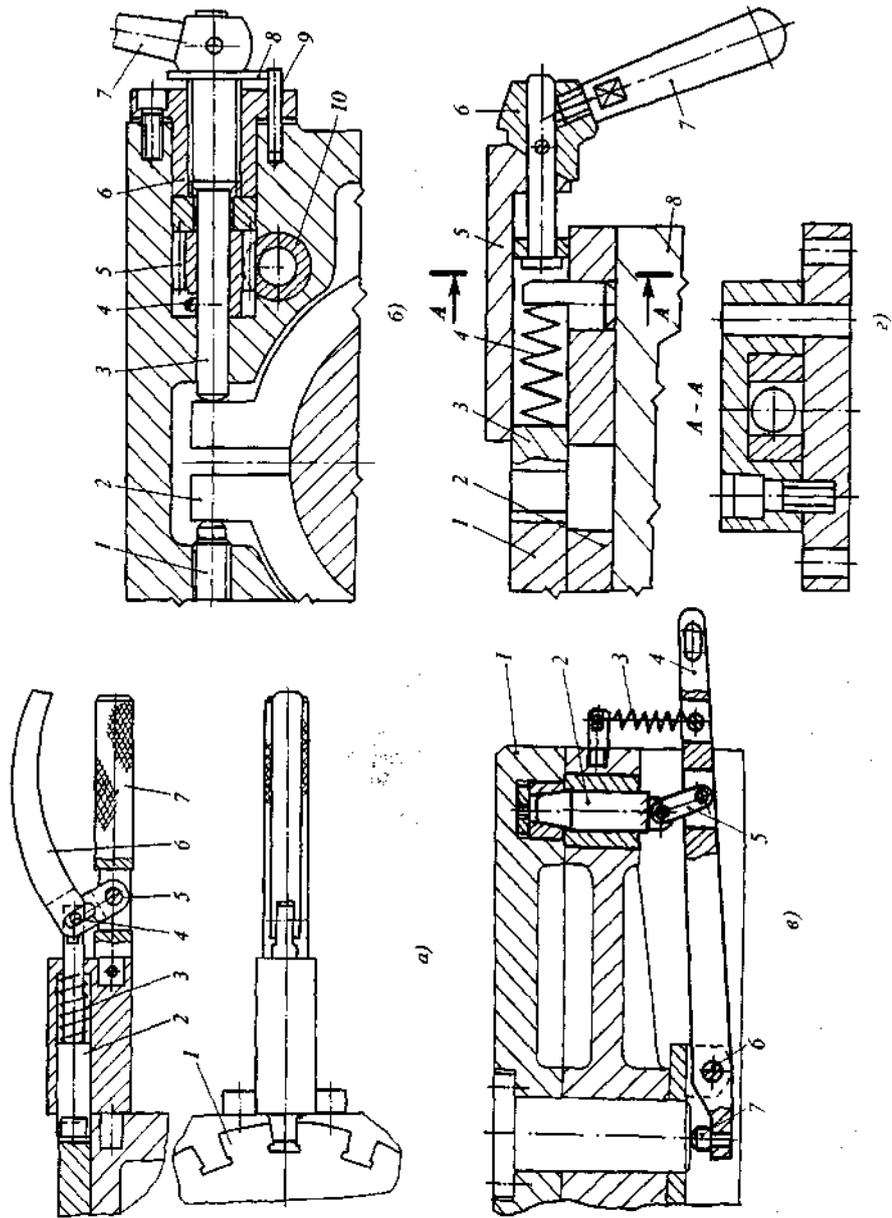


Рис. 5.2. Фиксаторы:
 а - рычажный; б - реечный; в - ножной; з - байонетный

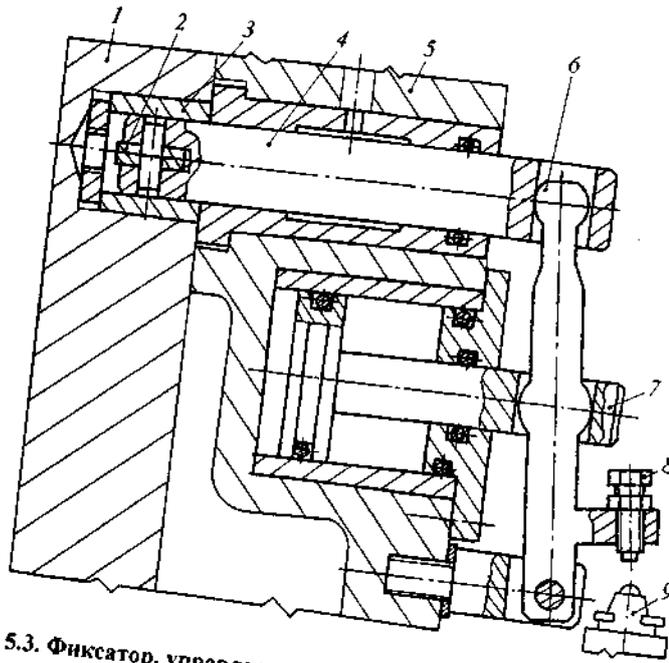


Рис. 5.3. Фиксатор, управляемый гидро- или пневмоцилиндром

Вопрос 5.3. Опишите принцип действия фиксатора, показанного на рис. 5.3.

Вопрос 5.4. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.4.

Вопрос 5.5. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.5.

Вопрос 5.6. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.6.

Вопрос 5.7. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.7.

Вопрос 5.8. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.8.

Вопрос 5.9. Опишите работу делительных устройств, показанных на рис. 5.9.

Вопрос 5.10. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.10.

Вопрос 5.11. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.11.

Вопрос 5.12. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.12.

Вопрос 5.13. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.13.

Вопрос 5.14. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.14.

Рис. 5.2. Фиксаторы:
а - рычажный; б - реечный; в - ножной; г - байонетный

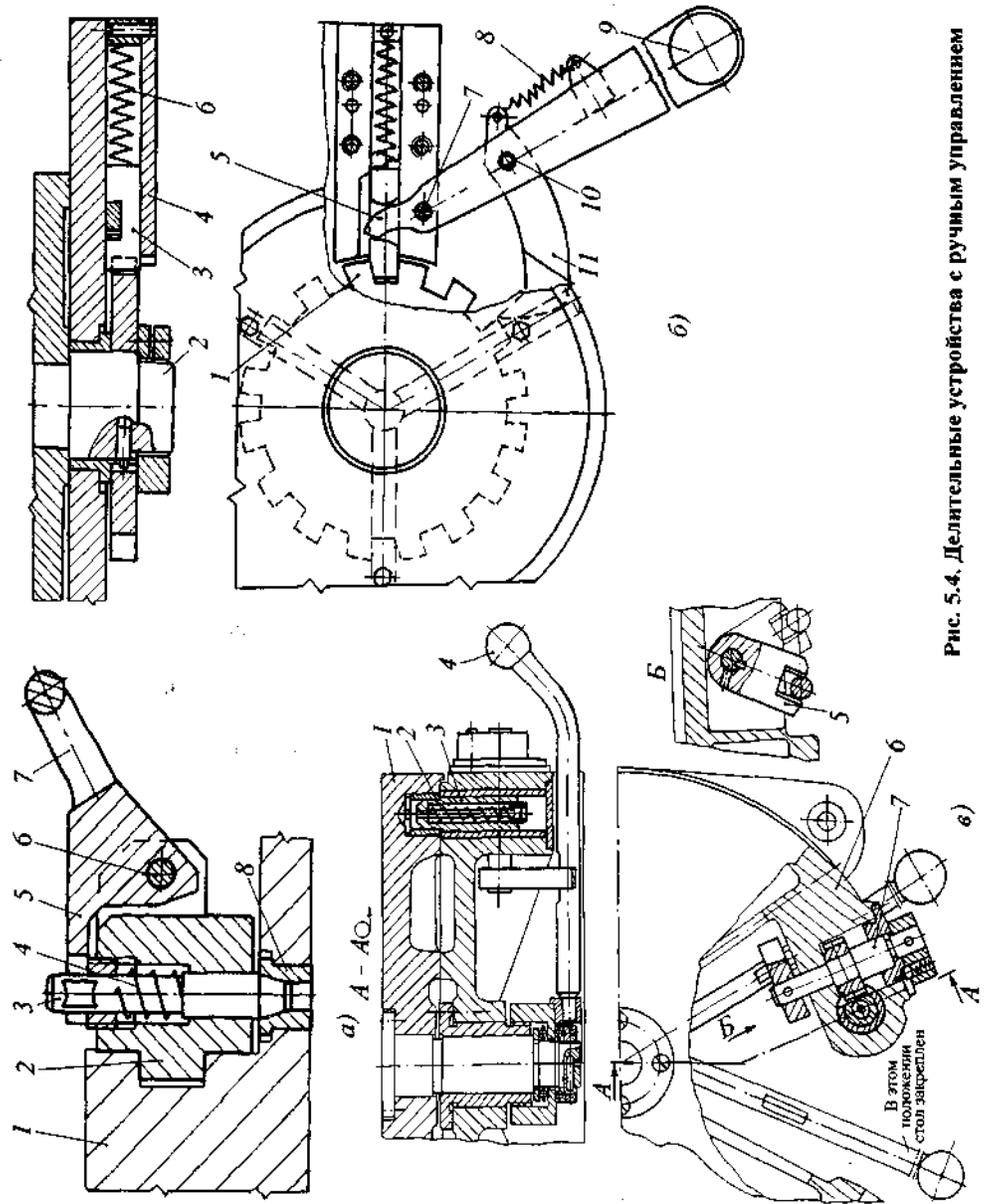


Рис. 5.4. Делительные устройства с ручным управлением

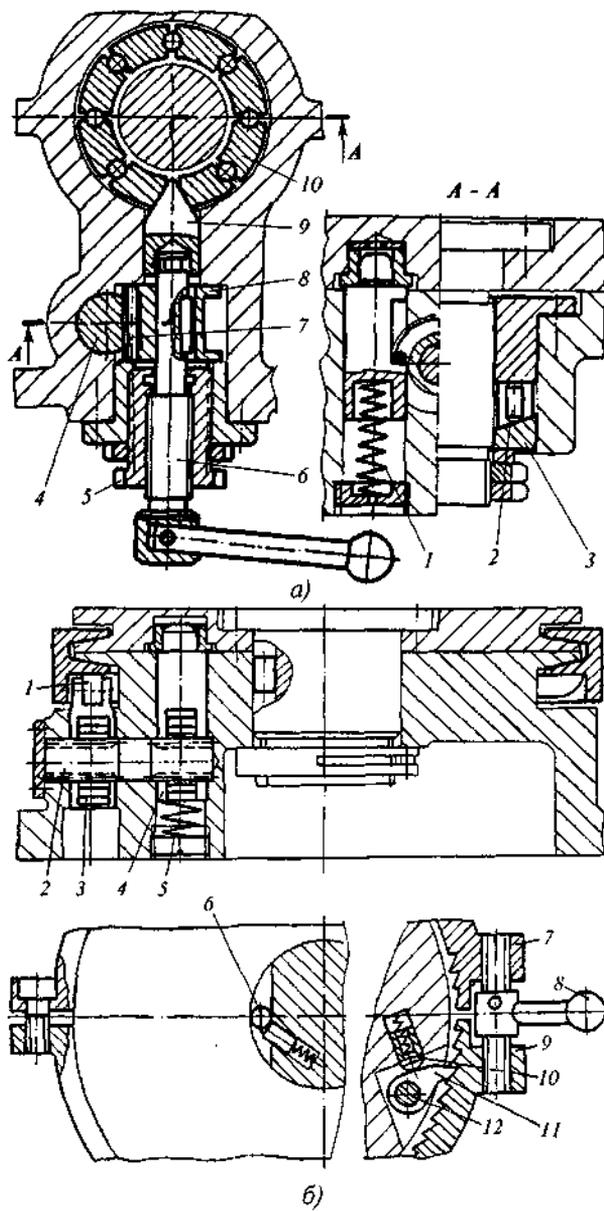


Рис. 5.5. Делительные устройства с реечным выводом фиксатора и стопорением поворотной части одной рукояткой

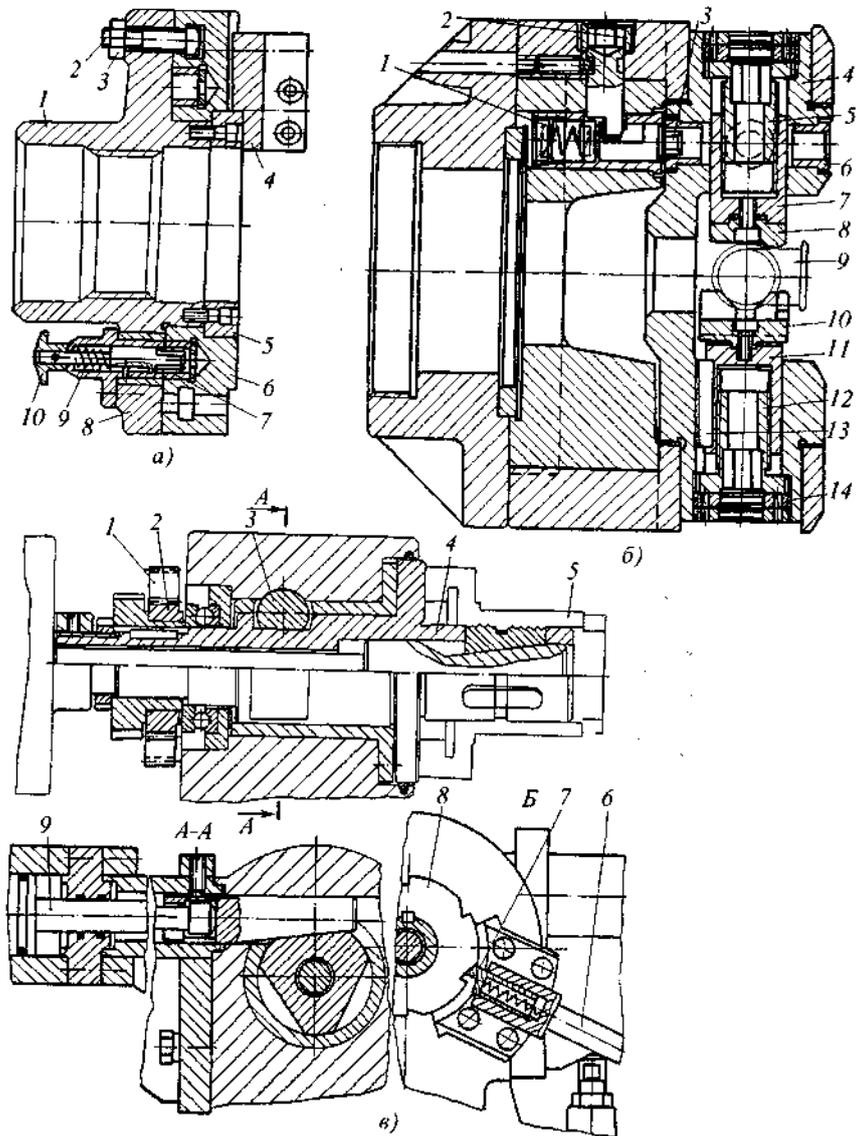


Рис. 5.6. Делительные устройства к станкам:
 а, б – токарным; в – вертикально-протяжным

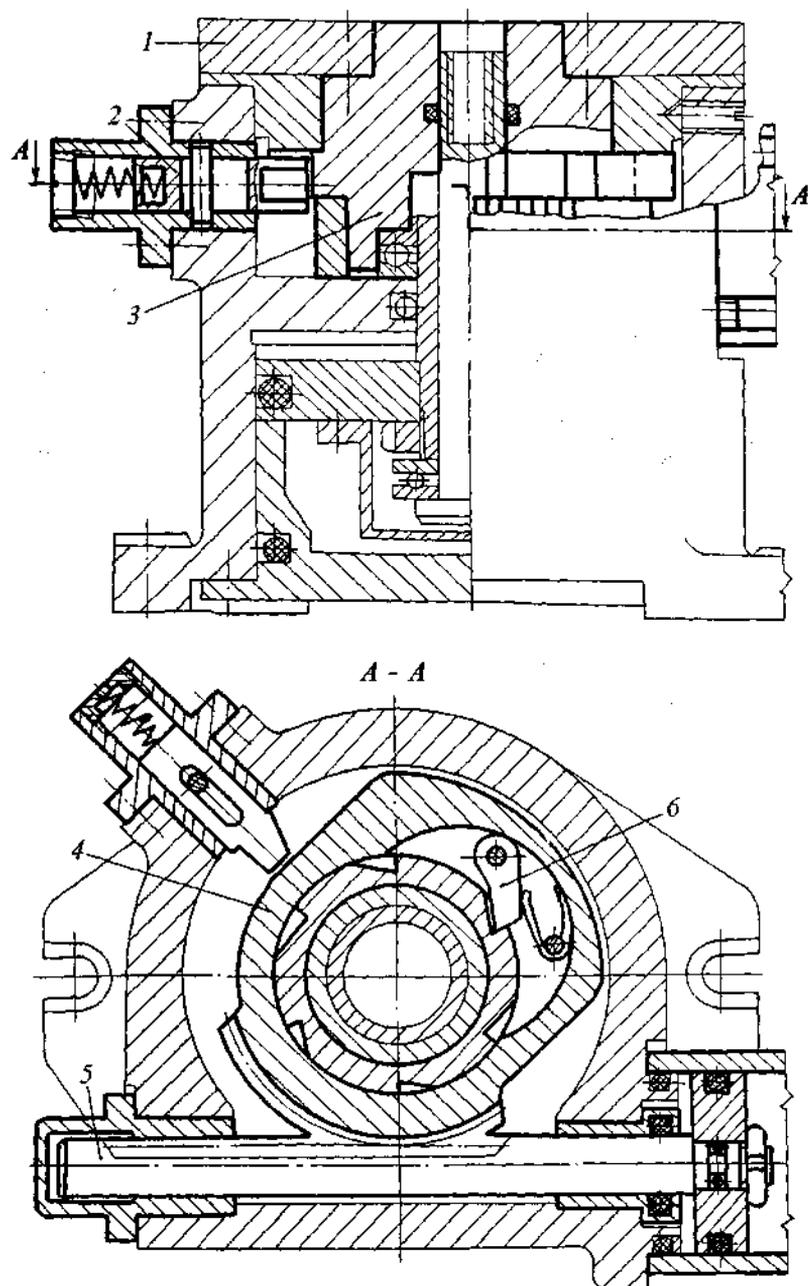


Рис. 5.7. Делительное устройство с управлением от пневмоцилиндра

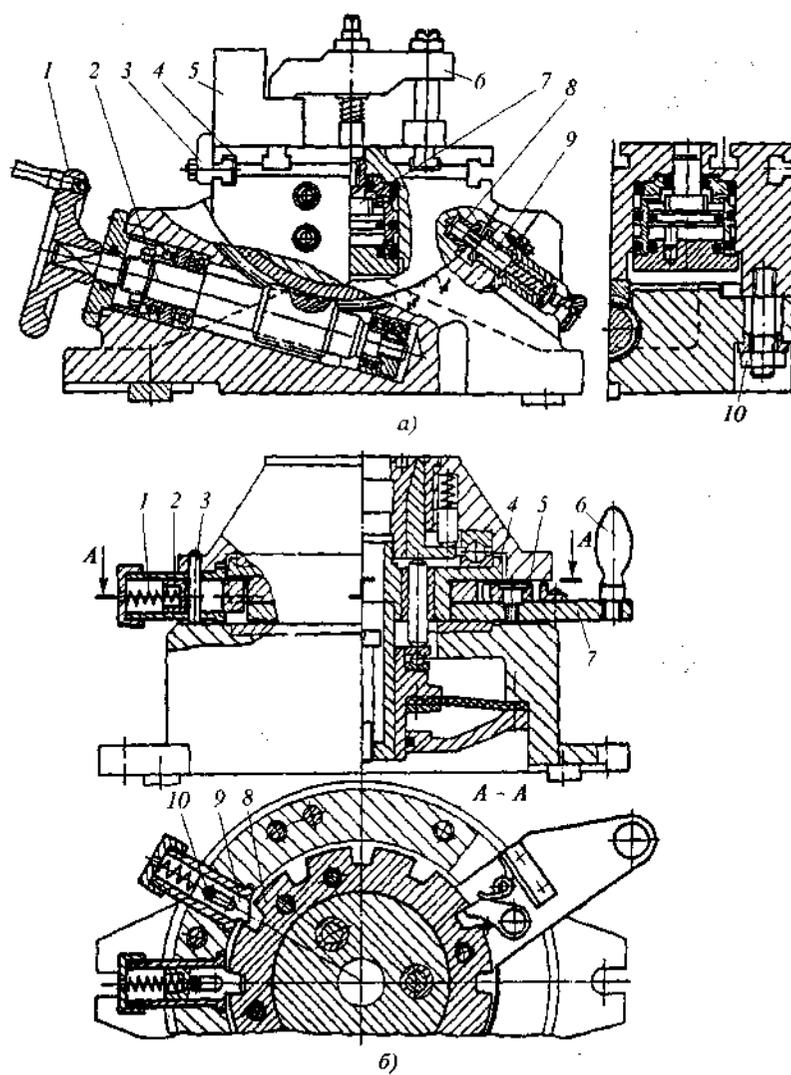


Рис. 5.8. Делительные устройства с ручным управлением и поворотом стола:
a – относительно горизонтальной оси; *б* – относительно вертикальной оси

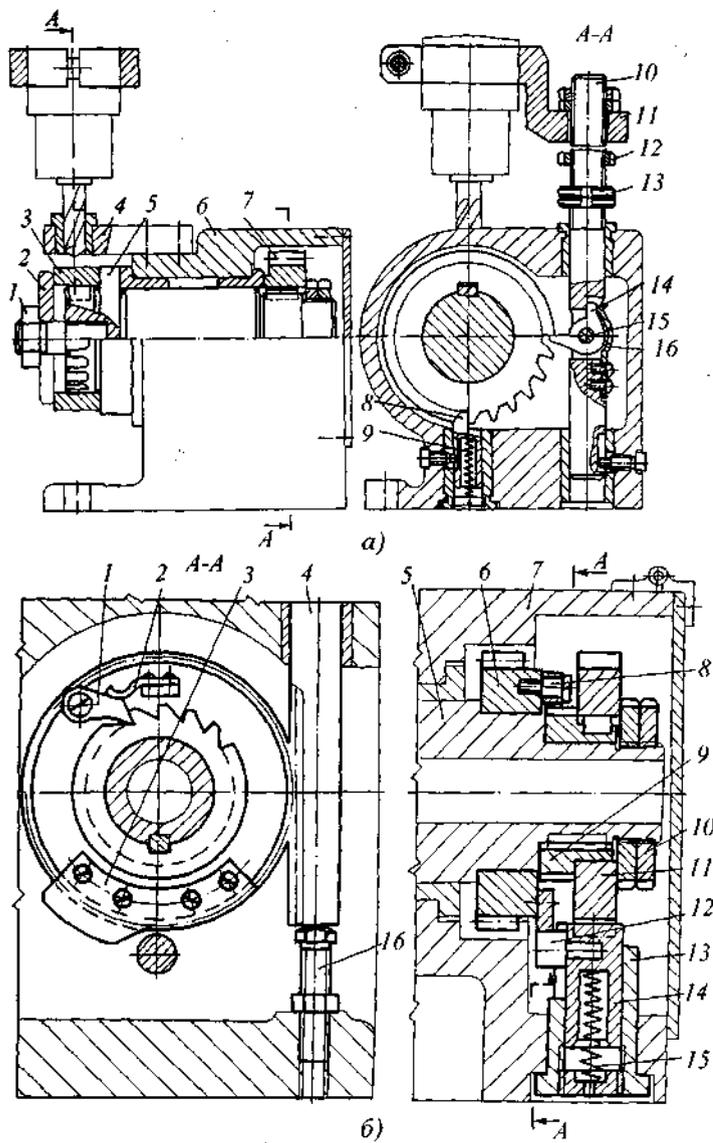


Рис. 5.9. Делительные устройства к вертикально-сверлильным станкам с управлением от шпинделя станка

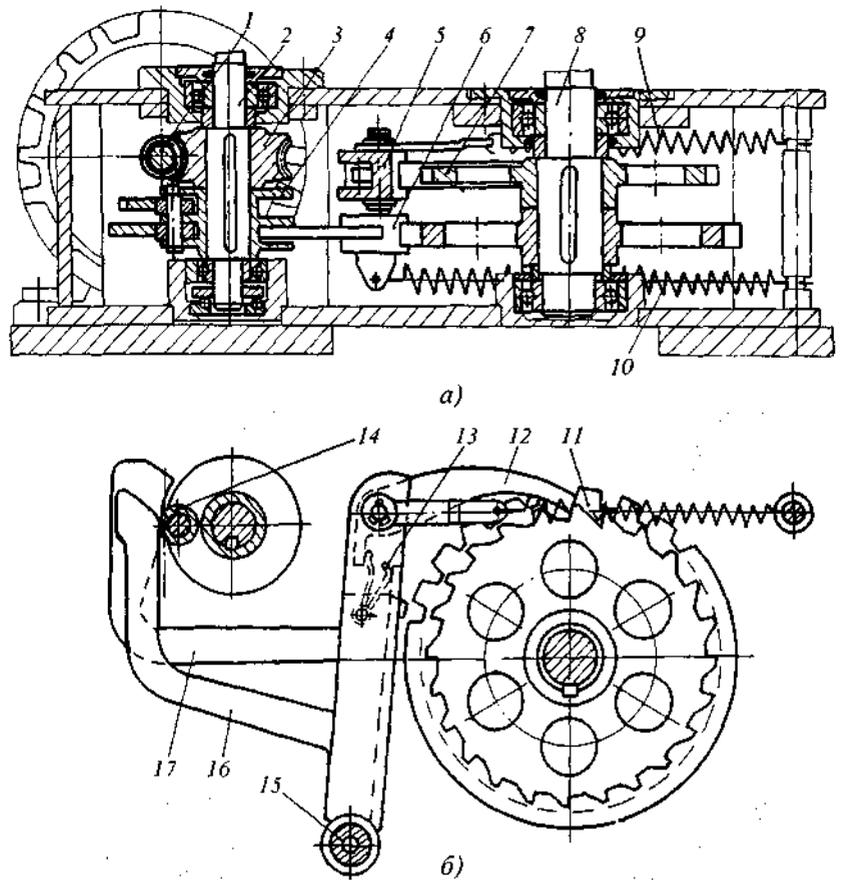


Рис. 5.10. Делительное устройство автоматического действия (от электродвигателя):
 а – продольное сечение; б – механизм деления (вид сверху)

Вопрос 5.15. Опишите принцип действия делительного устройства, показанного на рис. 5.15.

Вопрос 5.16. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.16.

Вопрос 5.17. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.17.

Вопрос 5.18. Опишите принцип действия делительных устройств, показанных на рис. 5.18.

Вопрос 5.19. Какой материал и посадки применяют для делительных устройств. Приведите формулу для определения погрешности положения стола при его повороте.

Вопрос 5.20. Опишите принцип действия поворотного устройства, показанного на рис. 5.19.

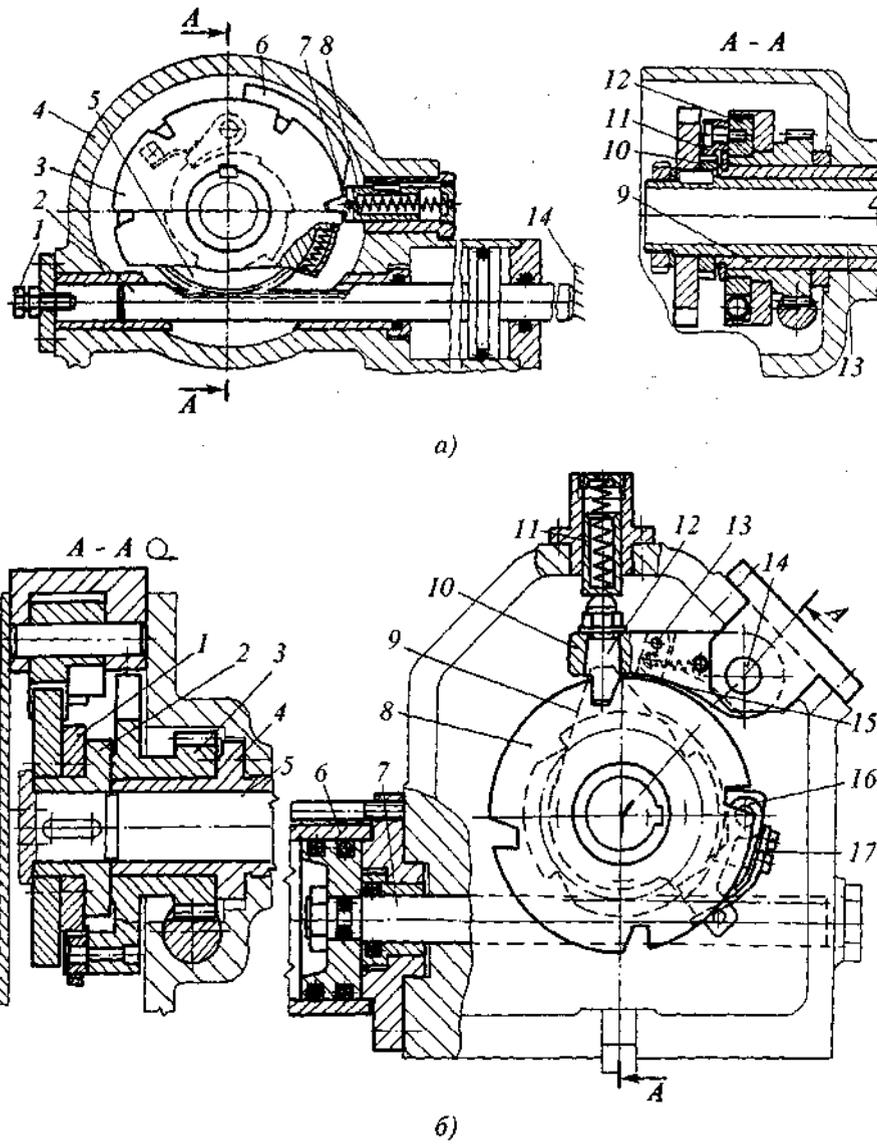


Рис. 5.11. Делительные устройства с управлением от пневмоцилиндра
(поворот относительно горизонтальной оси)

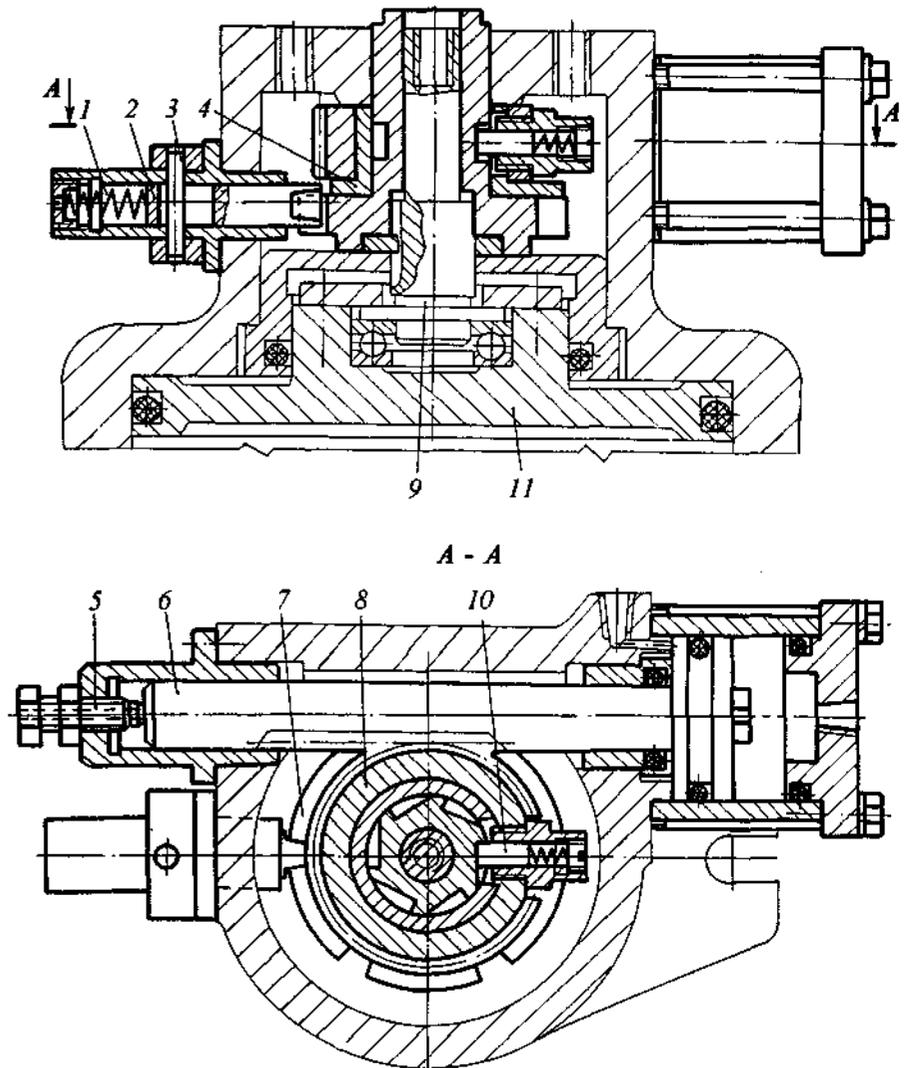


Рис. 5.12. Делительное устройство с управлением от пневмоцилиндра
(поворот относительно вертикальной оси)

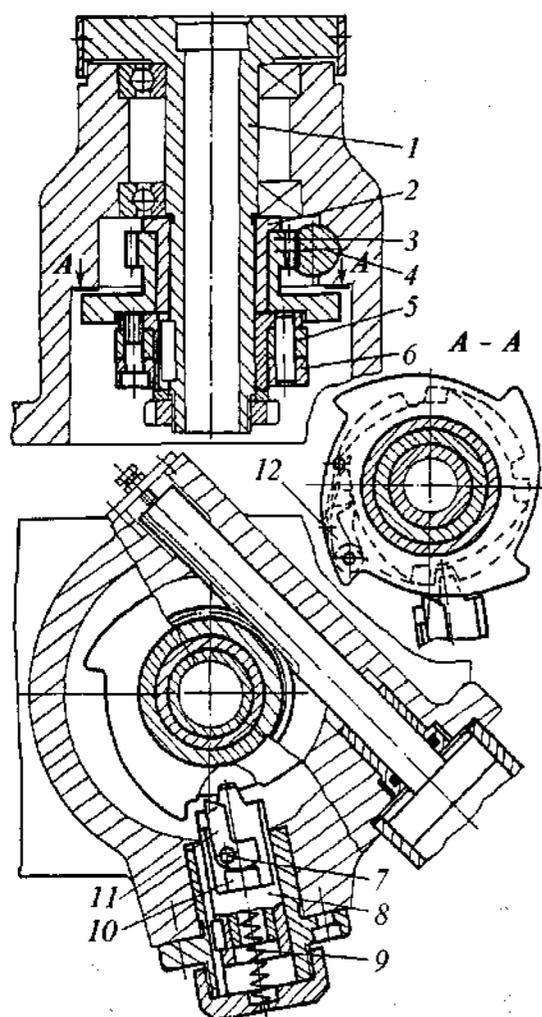


Рис. 5.13. Делительное устройство с управлением от пневмоцилиндра
(поворот относительно вертикальной оси)

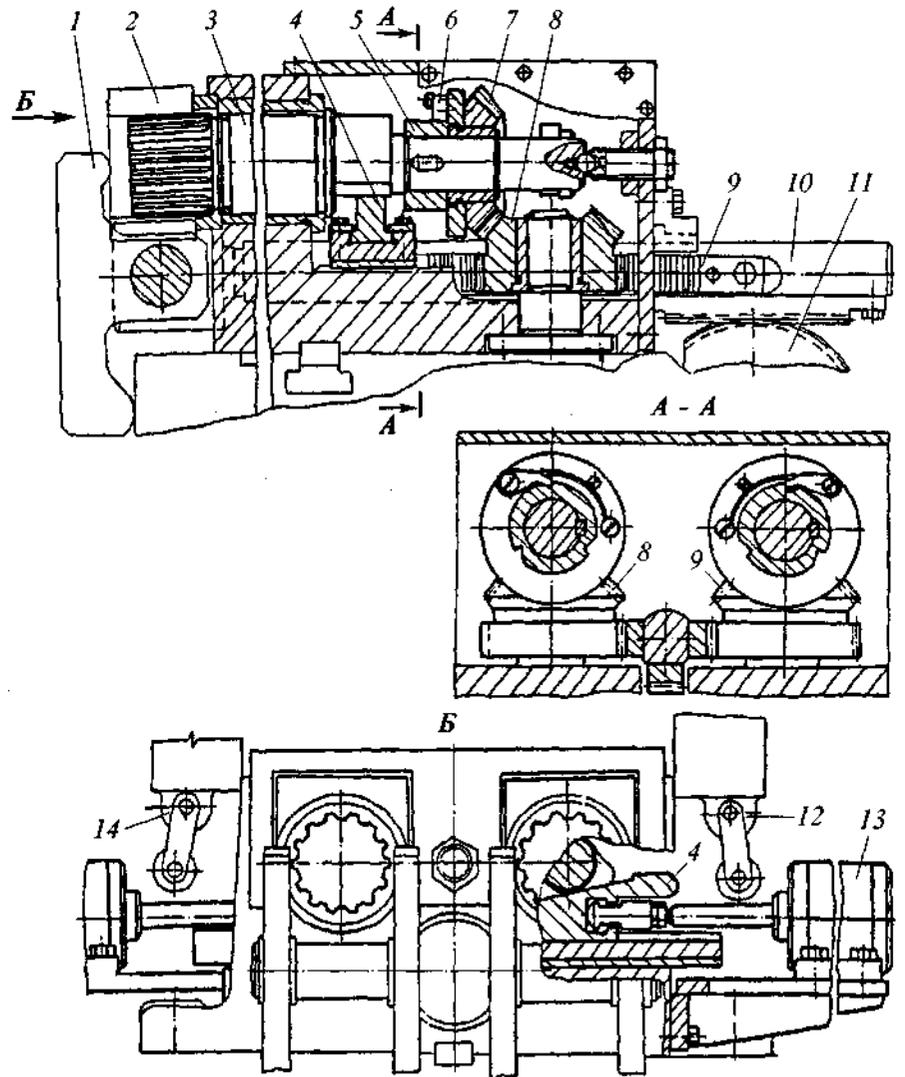


Рис. 5.14. Двухшпindelное делительное устройство с управлением от гидроцилиндров

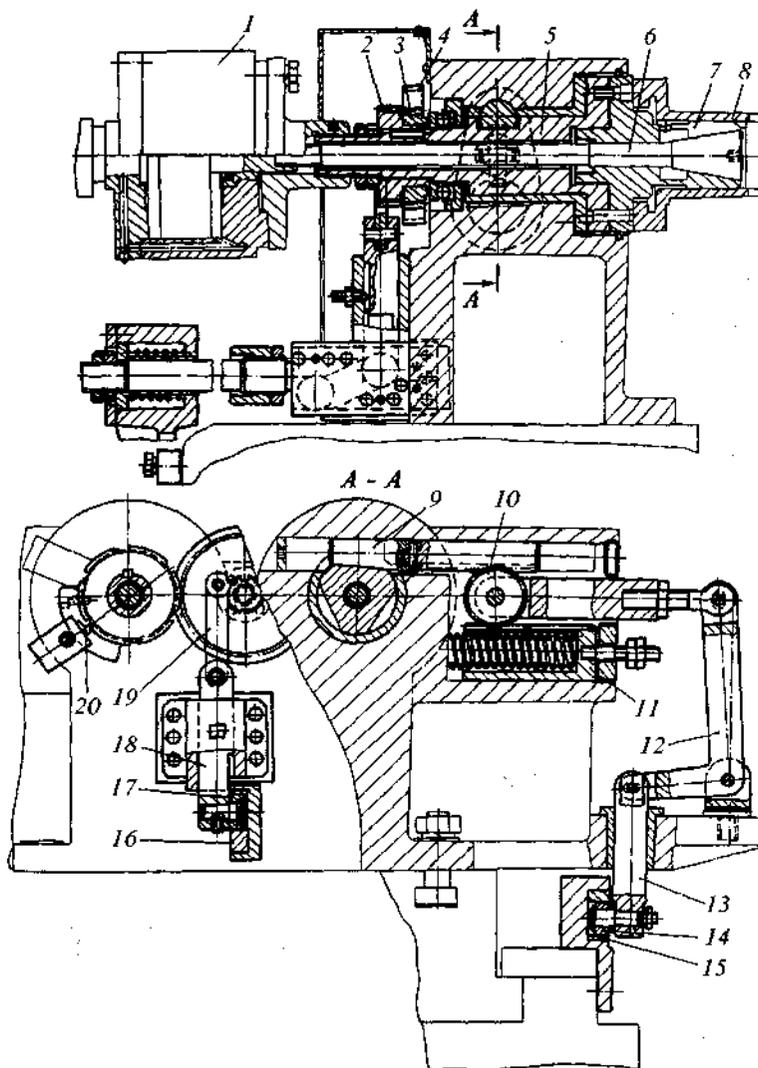


Рис. 5.15. Двухшпindelное делительное устройство с управлением от движения стола вертикально-протяжного станка

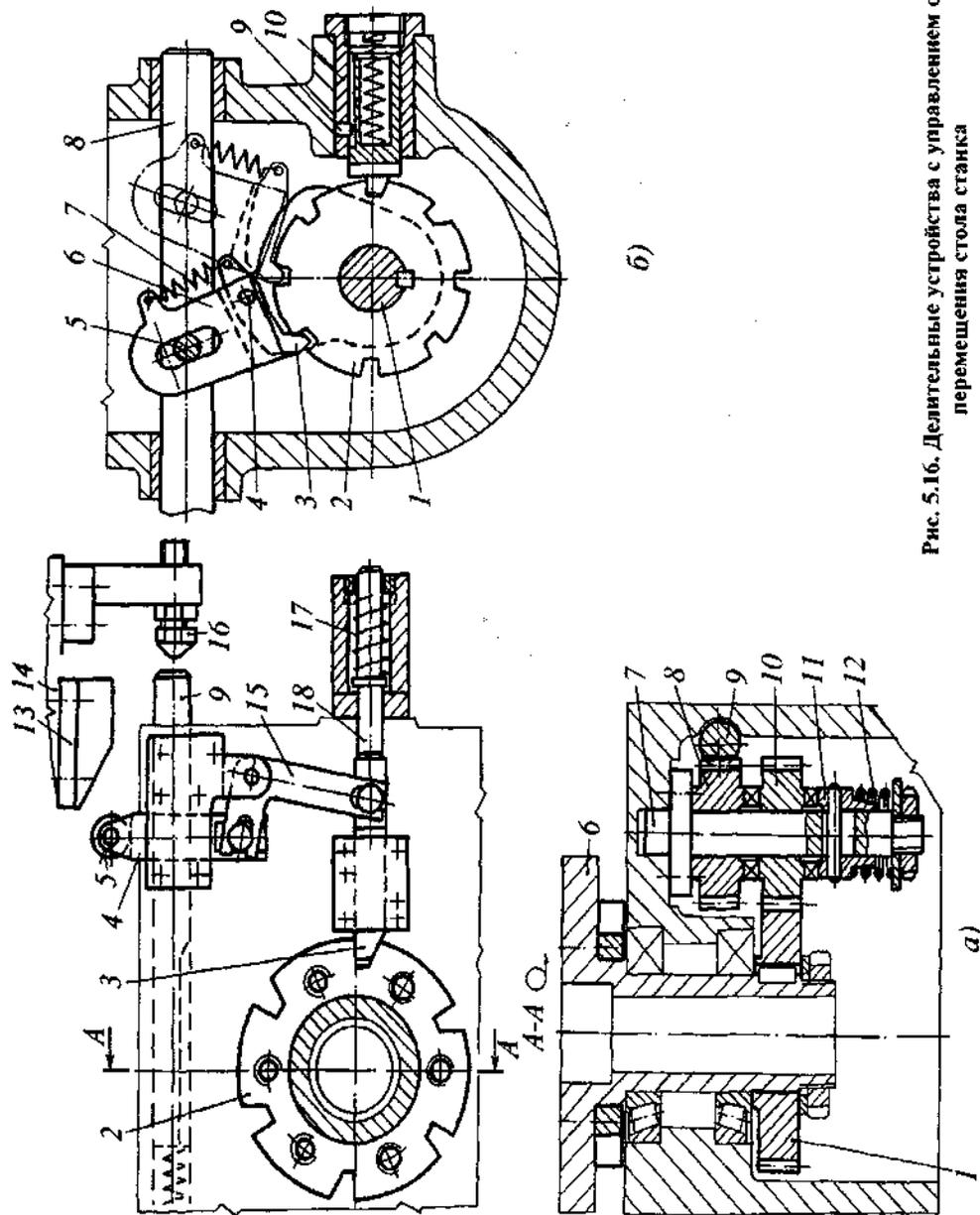


Рис. 5.16. Делительные устройства с управлением от перемещения стола станка

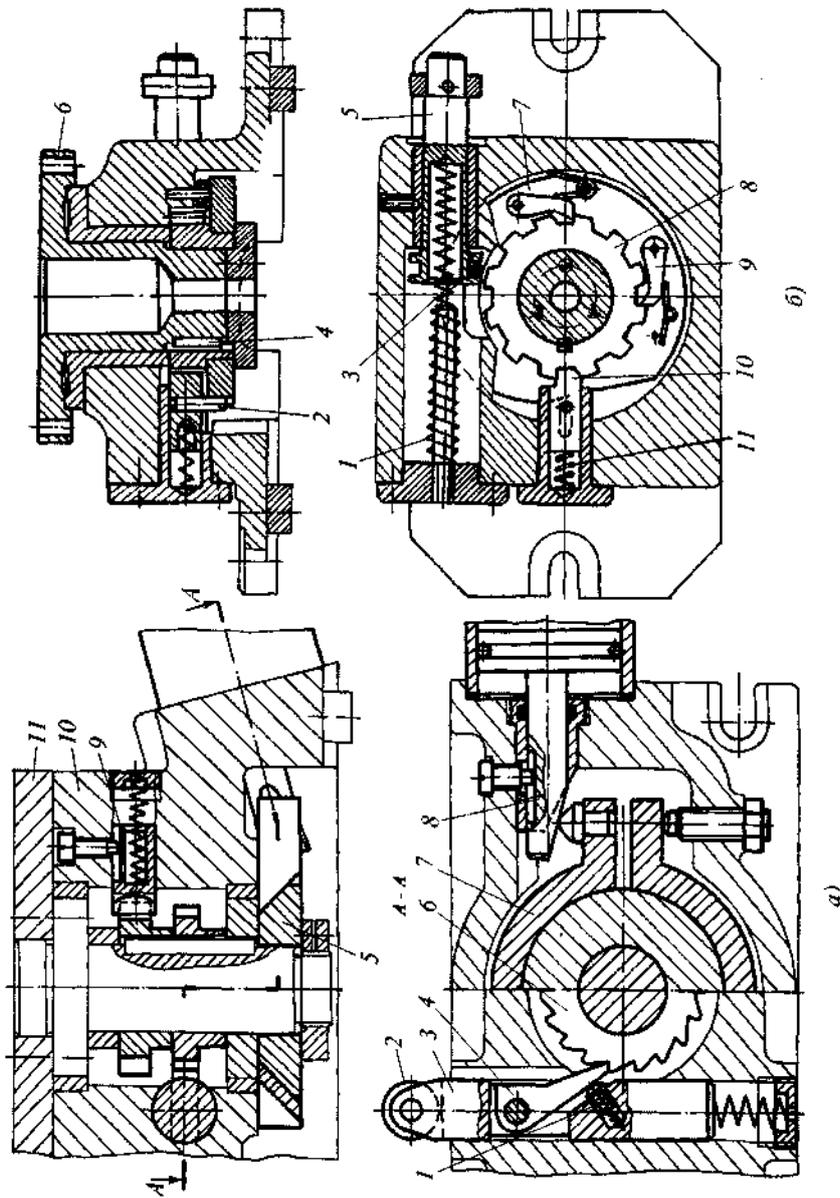


Рис. 5.17. Делительные устройства с управлением от перемещения стола станка

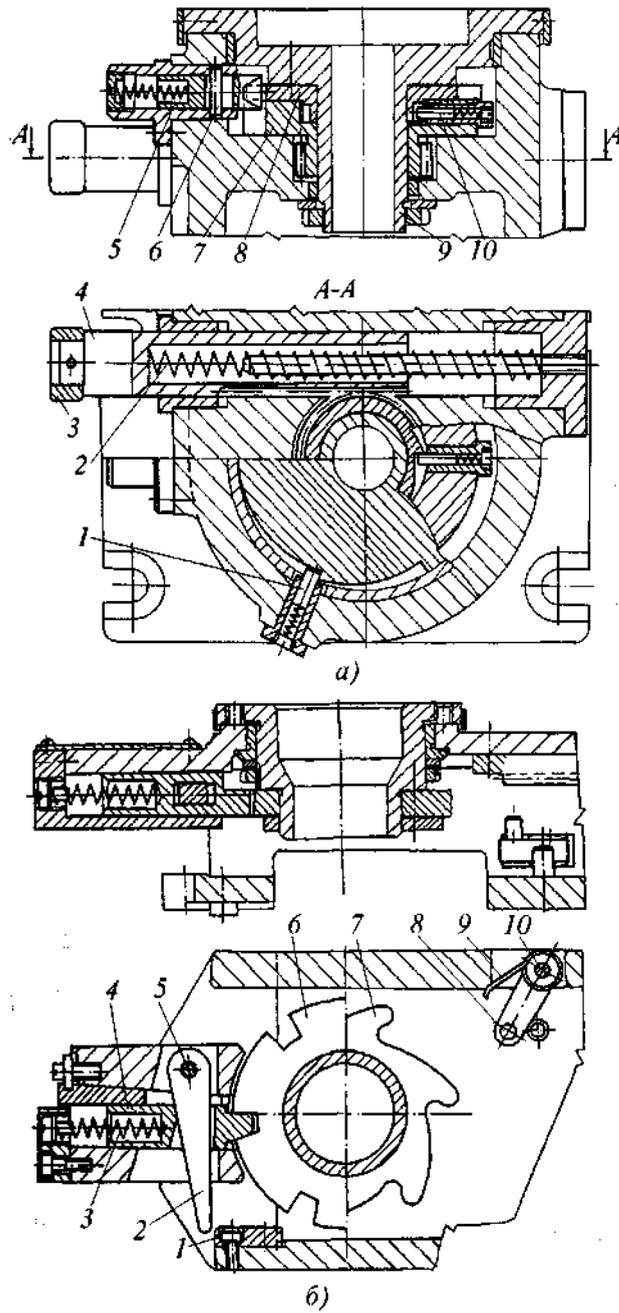


Рис. 5.18. Делительные устройства с управлением от перемещения стола станка

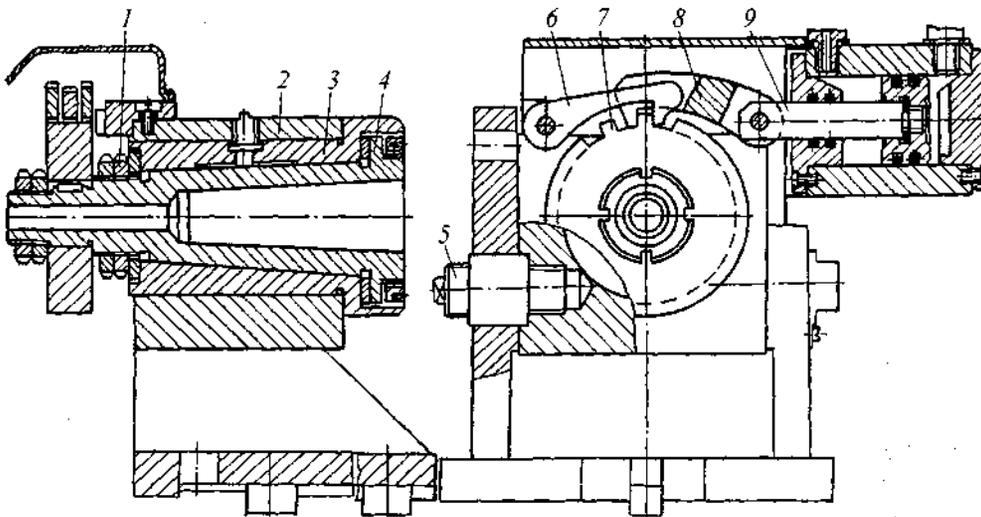


Рис. 5.19. Поворотное устройство с управлением от пневмо- или гидропривода

ОТВЕТЫ

Ответ 5.1. На рис. 5.1, а показана конструкция фиксатора, в которой цилиндрический стержень 3 выводят из втулки 2 вручную за рукоятку 8 до тех пор пока штифт 7 не выйдет за прорезь стакана 5, закрепленного в неподвижном корпусе 4. Затем его поворачивают на 90°. Пружина 6 вводит фиксатор в следующую втулку при повороте планшайбы 1.

При повороте рукоятки 3 (см. рис. 5.1, б) против часовой стрелки происходит вывод фиксатора 1 благодаря наличию винтового паза на его поверхности. В этот паз входит плунжер 5, закрепленный в корпусе 4. Ввод фиксатора 1 в очередную втулку осуществляет пружина 2.

Фиксатор 1 (см. рис. 5.1, в) выводят вручную поворотом шестерни 4 рукояткой 6. Шестерня 4 насажена на валик 8 и закреплена штифтом 5. Ввод фиксатора осуществляет пружина 2, сжатие которой регулируется гайкой 3. Размеры валика 8 зависят от конструкции приспособления, а его положение фиксируют винтом 7.

Делительный диск 2 (см. рис. 5.1, г) прикреплен к поворотной части 1 приспособления, а корпус фиксатора к неподвижной части 3. При выводе фиксатора 5 необходимо рукояткой 6 повернуть его на оси 7 по часовой стрелке. Ввод фиксатора осуществляет пружина 9 через плунжер 8.

Ответ 5.2. При выводе фиксатора оператор берет рукоятку 7 и нажимает ладонью на рычаг 6, который поворачивается на оси 5, и штифтом 4 выводит фиксатор 2 из паза делительного диска 1 (см. рис. 5.2, а). Вводится фиксатор пружиной 3.

Фиксатор 10 (см. рис. 5.2, б) выводится зубчатым колесом 5. Вывод фиксатора заблокирован с поджимом поворотной части к неподвижному корпусу разрезной кониче-

ской шайбой 2. Происходит это так: при повороте рукояткой 7 винта 3 штифт 4 упирается в выступ зубчатого колеса 5 и выводит фиксатор 10 из втулки поворотной части приспособления. Одновременно винт 3 перемещается в гайке 6 влево, сжимая коническую шайбу 2. Ограничение поворота винта 3 осуществляет кольцо 8 с выступом и штифт 9. Момент стопорения поворотной части регулируют винтом 1.

При повороте рычага 4 (см. рис. 5.2, в) ледалью на оси 6 звено 5 выводит фиксатор 2, а штырь 7 поднимает планшайбу 1, облегчая этим ее поворот. Ввод фиксатора осуществляет пружина 3.

Фиксатор 3 (см. рис. 5.2, г) смонтирован в П-образных направляющих 5, которые прикреплены к корпусу 8 приспособления. Вывод фиксатора 3 из паза диска 1 осуществляют при повороте срезанной втулки 6 на угол 130° рукояткой 7. Ввод фиксатора производят пружиной 4.

Ответ 5.3. Корпус фиксатора 4 (см. рис. 5.3) запрессован в неподвижный корпус 5 приспособления. Вывод фиксатора 4 из втулки 3, запрессованной в поворотную планшайбу 1, осуществляет гидро- или пневмоцилиндр, у которого шток 7 соединен с фиксатором 4 рычагом 6. Шток 7 кроме ввода или вывода фиксатора в очередную втулку 3 винтом 8 осуществляет включение микропереключателя 9, управляющего работой электродвигателя поворота планшайбы. Ролик 2 облегчает ввод фиксатора, а положение винта 8 можно регулировать.

Ответ 5.4. Для перемещения подвижной части 2 приспособления относительно неподвижного корпуса 1 необходимо вывести фиксатор 3 из втулки 8 (см. рис. 5.4, а). Для этого рукояткой 7 поворачивают вилку 5 на оси 6 по часовой стрелке. Эта конструкция фиксатора снижает утомляемость рабочего, так как требуется нажим на рукоятку 7 сверху вниз. Ввод фиксатора 3 в очередную втулку 8 осуществляет пружина 4.

Вывод фиксатора 3 (см. рис. 5.4, б) осуществляется в начальной стадии поворота по часовой стрелке рычага 5 на оси 7 рукояткой 9. При дальнейшем повороте рычага 5 защелка 11 поворачивается на оси 10 и вводится в паз делительного диска 1 пружиной 8. Под действием пружины 6 осуществляется поворот планшайбы 2. При повороте рычага 5 против часовой стрелки фиксатор входит в очередной паз делительного диска. Фиксатор 3 смонтирован в П-образных направляющих 4.

При повороте рукоятки 4 вправо (см. рис. 5.4, в) поворачиваются рычаг 5 и валик 7 с шестерней, последняя выводит фиксатор 3. Одновременно поднимается планшайба 1 относительно корпуса 6, чем облегчается ее поворот. Ввод фиксатора осуществляется пружиной 2 при повороте рукоятки 4.

Ответ 5.5. Фиксатор 4 (см. рис. 5.5, а) выводится штифтом 7 при повороте влево втулки 8 винтом 6. Ввод фиксатора осуществляет пружина 1 при повороте винта 6 по часовой стрелке. Одновременно винт перемещает клин 9, который разжимает секторы 10. Последние через ролики 2 перемещают кольцо 3 с планшайбой вниз. Для регулирования работы фиксатора предусмотрена гайка 5.

Поворотом рукоятки 8 (см. рис. 5.5, б) вверх ослабляют два полукольца 7 и 9, затем поворачивают их против часовой стрелки. При этом ролик 1 опускает рейку 3 вниз и через зубчатый валик 2 выводит фиксатор 4. Затем рукояткой 8 поворачивают полукольца 7 и 9 по часовой стрелке совместно с защелкой 11 и планшайбой 10 до тех пор, пока пружина 5 не введет фиксатор. Ролик 6 выполняет роль тормоза. Крепят планшайбу 10 к корпусу поворотом рукоятки 8 вниз, в это время происходит стягивание полуколец 7 и 9.

Ответ 5.6. Поворотная планшайба 6 (см. рис. 5.6, а) установлена на цилиндрический выступ корпуса 1 и удерживается кольцом 5. Фиксатор 10 выводят из втулки 7,

затем поворачивают планшайбу 6 с поводком 4 до ввода фиксатора 10 пружиной 9 в очередную втулку 7. Корпус 1 крепится к планшайбе 6 винтом 2 и гайкой 3.

Тройник 9 (см. рис. 5.6, б) устанавливают на три призмы 10 и крепят пятой 8 при перемещении гайки 7 винтом 5. При необходимости положение призм 10 настраивают перемещением гайки 11 винтом 12. От самопроизвольного поворота винты 7 и 12 удерживаются шпонками 13, а от перемещения — гайками 14.

Для поворота заготовки совместно с зажимным устройством фиксатор 3 выводят валиком 2. После поворота планшайбы 4 на цапфах фиксатор входит в очередную втулку 6 под действием пружины 1.

В двухшпиндельном приспособлении (см. рис. 5.6, в) фиксаторы-клинья 3 выводят гидроцилиндрами 9. Синхронный поворот двух заготовок 5 совместно с шпинделями 4 осуществляется вручную поворотом рукоятки 6 по часовой стрелке. При этом защелка 7 поворачивает храповой диск 8, а через две шестерни 2 и промежуточное колесо 1 поворачиваются шпиндели 4 совместно с заготовками.

Ответ 5.7. При ходе шток-рейки 5 (см. рис. 5.7) вправо зубчатый сектор 4, в котором закреплена защелка 6, поворачивается против часовой стрелки, выжимая фиксатор 2 из паза делительного диска 3. При ходе шток-рейки 5 в обратном направлении сектор 4 поворачивается по часовой стрелке, одновременно защелка 6 поворачивает делительный диск 3 и планшайбу 1 до входа фиксатора 2 в очередной паз.

Ответ 5.8. Заготовку 5 (см. рис. 5.8, а) устанавливают на планшайбу 4 до упора в планку 3 и крепят прихватом 6, соединенным со штоком 7 встроенного гидроцилиндра.

Для поворота планшайбы 4 с заготовкой фиксатор 9 выводят из втулки 8 вручную. Затем поворачивают рукояткой 1 червяк 2, последний поворачивает планшайбу 4. Для стопорения планшайбы к неподвижному корпусу предусмотрены гайки 10.

Фиксатор 2 (см. рис. 5.8, б) выводят из паза делительного диска 8 эксцентриком 7, который поворачивают рукояткой 6 по часовой стрелке. При этом плунжер 9 удерживает делительный диск 8 от поворота. Во время поворота эксцентрика 7 против часовой стрелки, защелкой 5 поворачивается делительный диск 8 и поворотная часть 4 совместно с заготовкой. Вводится фиксатор пружиной 1. Штифты 3 и 10 ориентируют и ограничивают ход фиксатора и плунжера 9.

Ответ 5.9. Заготовка 3 (см. рис. 5.9, а) надевается на оправку 5 и крепится гайкой 1 через съемную шайбу 2. Кондукторная плита 4 прикреплена к неподвижному корпусу 6, а заготовка 3 автоматически поворачивается после каждого двойного хода шпинделя. Так, при ходе шпинделя станка вверх, защелка 14 поворачивает делительный диск 7 на одно или несколько делений. Защелка 14 закреплена осью 15 и пружиной 16 на штанге 10, которая через кронштейн 11 прикреплена к гильзе станка. Ход штанги зависит от положения гаек 12 и 13. В конце поворота пружина 9 вводит фиксатор 8 в очередной паз диска.

При ходе шток-рейки 4 вверх относительно корпуса 7 (рис. 5.9, б) сектор 3 перемещает вниз палец 12 и выводит фиксатор 14. При ходе шток-рейки вниз шестерня 6 поворачивает защелкой 1 храповое колесо 9, делительный диск 11 и планшайбу 5 до тех пор, пока фиксатор не войдет в очередной паз под действием пружины 15. Ход шток-рейки регулируется упором 16. Поворот защелки 1 на оси 8 осуществляет пружина 2. Гайки 10 крепят делительный диск 11 с храповым колесом 9 на планшайбе 5.

Ответ 5.10. Делительное устройство (см. рис. 5.10, а) работает от электродвигателя, который соединен с червяком 1 и червячным колесом 3. Последнее поворачивает вал 2, на котором закреплена втулка 4 с двумя прорезями. В прорезях на одной оси помещены два ролика 14.

Поворотную планшайбу (на рисунке не показана) устанавливают и крепят на валу 8. Периодический поворот планшайбы с валом 8 осуществляет зубчатый диск 7, а стопорение — фиксатор 6. Происходит это следующим образом.

Во время вращения втулки 4 ролики 14 поворачивают рычаги 16 и 17 на оси 15 (см. рис. 5.10, б). При этом рычаг 16, преодолевая сопротивление пружины 9, поворачивает защелку 12 против часовой стрелки на один зуб диска 7. Затем выводится фиксатор 6 из делительного диска 11. Защелка 12 постоянно поджимается к зубчатому диску 7 пружиной 13. Последовательность поворота рычагов 16 и 17 зависит от их конфигурации. Так, при дальнейшем повороте втулки 4 по часовой стрелке, рычаг 16 сойдет с ролика 14 и пружина 9 будет поворачивать рычаг 16 с защелкой 12 на оси 15 по часовой стрелке. При этом диск 7 будет поворачивать вал 8 с планшайбой. Затем освободится рычаг 17 и пружина 10 введет фиксатор 6 в очередной паз делительного диска 11.

Ответ 5.11. При ходе шток-рейки 2 (см. рис. 5.11, а) влево шестерня 5 поворачивает эксцентрик 6, который штифтом 7 выводит фиксатор 8 из делительного диска 3. При обратном ходе шток-рейки 2 шестерня 5 поворачивает диск 12 защелкой 11, которая поворачивает храповик 10 и связанный с ним делительный диск 3 планшайбой до тех пор пока фиксатор под действием пружины не войдет в очередной паз. Шестерня 5 с эксцентриком 6 и диском 12 свободно поворачиваются на втулке 9, запрессованной в корпус 4. Винтом 1 регулируют ход рейки, а микропереключателем 14 управляют работой приспособления.

Фиксатор 12 (см. рис. 5.11, б) выводится из паза делительного диска эксцентриком 9 при повороте рычага 10 на оси 13. Это происходит, когда шток-рейка 7 пневмоцилиндра 6 поворачивает колесо 3 на втулке 4 влево. При повороте колеса 3 вправо собачка 14 поворачивает храповое колесо 1, делительный диск 8 и планшайбу 5 на втулке 2. Вводится фиксатор в очередной паз плунжером 11.

Ответ 5.12. Фиксатор 2 (см. рис. 5.12) выводится из паза делительного диска 7 эксцентриком 4, когда шестерня 8 поворачивается по часовой стрелке шток-рейкой 6. При повороте шестерни 8 против часовой стрелки плунжер 10 упирается в торец храповика 1 и поворачивает делительный диск 7 с пневмотягой 9 пока пружина 1 не введет фиксатор 1 в очередной паз. Винтом 5 регулируют ход шток-рейки 6, а штифт 3 ориентирует фиксатор. Пневмотяга 9 опирается на упорный подшипник, расположенный в поршне 11.

Ответ 5.13. Вывод фиксатора 8 (см. рис. 5.13) и поворот планшайбы 1 осуществляют пневмоцилиндр при перемещении шток-рейки 4 вниз. В это время шестерня 3 с профильным диском поворачивается по часовой стрелке на втулке 2, а рычаг 11, сидящий на оси 7, скользя по эксцентровому профилю, выводит фиксатор. При дальнейшем ходе шток-рейки 4 вниз подпружиненная собачка 12 упирается в выступ диска 5, поворачивает его совместно с делительным диском 6 и планшайбой 1 до соскока рычага 11 с выступа и входа фиксатора под воздействием толкателя 10 с пружиной 9 в очередной паз делительного диска.

Ответ 5.14. Две заготовки 2 (см. рис. 5.14) надевают на шлицевые оправки 3 для упора в кольца и крепят прихватами 1, которые перемещают зубчатый сектор 11 через скалку 10. Сам сектор соединен с гидроцилиндром. После крепления заготовок гидроцилиндры 13 перемещаются два клина 4, происходит стопорение положения оправки. После обработки первых пазов заготовки раскрепляются и автоматически поворачиваются на 120°. Это происходит при повороте зубчатого сектора 11 против часовой стрелки и перемещения влево скалки 10 и двух реек 9. Последние через два блока цилиндрических и конических шестерен 8 поворачивают шестерни 7, свободно сидящие на оправках 3 и соединяемые с ними при помощи храповой пары 5 и 6. Конечные выключатели 12 и 14 управляют работой гидроцилиндров 13 через электромагнитные распределители

Ответ 5.15. Две заготовки 8 (см. рис. 5.15) устанавливаются на цапги 7 и крепятся, перемещая конические тяги 6 влево пневмоцилиндрами 1. После обработки первого паза заготовки автоматически поворачиваются на 120° при отходе стола вертикально-протяжного станка. Происходит это следующим образом. При отходе стола станка вначале выводятся два фиксатора 9 перемещением шестерен 10 рычагами 12. Рычаги 12 соединены со звеном 13, которое перемещается при движении роликов 14 по копирам 15. Затем вступает в действие копир 16, по которому перемещается ролик 17, соединенный со скалкой 18 и серьгой 19. Последняя поворачивает через шестерню 4 два зубчатых колеса 3 с делительными дисками 2. При возврате стола станка делительный механизм возвращается в исходное положение, при этом защелки 20 удерживают шпиндели 5 от поворота, а подпружиненный сектор 11 досылает клин-фиксатор 9.

Ответ 5.16. При ходе стола станка с приспособлением вправо (см. рис. 5.16, а), ролик 5, набегая на копир 13, закрепленный на корпусе 14 станка, через толкатель 4 и рычаг 15 выводит фиксатор 3 из делительного диска 2. Затем плунжер-рейка 9, упираясь в винт 16, поворачивает шестерню 8 на оси 7, при этом зубчатая пара 1 и 10 поворачивает планшайбу 6. При движении стола станка влево пружина 18 толкателем 17 вводит фиксатор в паз диска. Подпружиненная полумуфта 11 и штифт 12 необходимы при возвращении плунжер-рейки 9 назад.

При перемещении скалки 8 вправо (см. рис. 5.16, б) сектор 6 поворачивается на оси 1 штифтом 5 и выводит фиксатор 9 из паза делительного диска 2. При обратном ходе скалки 8 защелка 3 поворачивается на оси 4 под действием пружины 7, входит в паз диска 2 и поворачивает его вместе с планшайбой и осью 1 на следующее деление. Пружина 10 вводит фиксатор 9 в очередной паз диска 2.

Ответ 5.17. При ходе стола станка в одну сторону (см. рис. 5.17, а) подается сжатый воздух в левую полость пневмоцилиндра, шток-клин 8 освобождает разрезанное кольцо 7. Затем ролик 2, набегая на неподвижный копир, перемещает скалку 3 вниз. При этом защелка 4, прижатая подпружиненным упором 1 к храповику 6, поворачивает его вместе с планшайбой 11. Вывод фиксатора не требуется, так как делительный диск имеет односторонний скос под углом $20 \dots 30^\circ$. После поворота планшайбы шток-клин 8 сжимает кольцо 7, что вызывает прижим шайбой 5 планшайбы 11 к корпусу приспособления 10.

Поворот планшайбы 6 (см. рис. 5.17, б) приспособления заблокирован с перемещением скалки 5. Так, при перемещении стола станка вправо, скалка 5 опирается в регулируемый упор (на рисунке не показан) и перемещается влево. При этом штифтом 3 поворачивается эксцентрик 7, свободно сидящий на делительном диске 8. Последний штифтом 2 выводит фиксатор 10 из паза диска 8, а две защелки 9 отводятся в следующие пазы делительного диска. При обратном ходе стола станка пружина 1 перемещает скалку 5 вправо и осуществляет поворот делительного диска 8 защелками 9 до ввода фиксатора 10 пружиной 11 в очередной паз. Делительный диск 8 передает вращение планшайбе 6 шпонкой 4.

Ответ 5.18. Вывод фиксатора 5 (см. рис. 5.18, а) из паза делительного диска 8 осуществляется выступом фланца-шестерни 7. Это происходит во время перемещения рейки 4 вправо, когда она упирается кольцом 3 в упор. При этом плунжер 1 задерживает планшайбу 9. Ее поворот осуществляется во время перемещения рейки 4 пружиной 2 влево. В это время фланец-шестерня 7, поворачиваясь против часовой стрелки, плунжером 10 поворачивает храповое колесо и делительный диск 8. Штифт 6 удерживает фиксатор 5 от самопроизвольного поворота.

Вывод фиксатора 4 (см. рис. 5.18, б) осуществляется во время перемещения верхней части приспособления вправо, при этом рычаг 2, упираясь в планку 1, поворачивается на

оси 5. Вводится фиксатор пружинной 3 после схода рычага 2 с планки 1. До этого делительный диск 6 начнет поворачиваться против часовой стрелки, так как штифт 8 упирается в паз диска 7. При ходе плиты влево штифт 8 с подпружиненным рычагом 9 поворачиваются на оси 10 и диск 7 проходит свободно.

Ответ 5.19. В конструкции фиксатора сопряжение с втулкой или с пазом делительного диска осуществляется по посадке H7/f7, а в фиксаторах повышенной точности H6/g6. Пальцы, втулки, а также делительные диски выполняют из стали 20X, цементируют на глубину 0,8 ... 1,2 мм и закаливают до твердости 55 ... 60 HRC, что способствует уменьшению их износа.

Погрешность положения стола поворотной части после его поворота и фиксации ($\epsilon_{\text{пов}}$) находят по формуле

$$\epsilon_{\text{пов}} = \sqrt{\epsilon_{\text{д}}^2 + \epsilon_{\text{ф}}^2},$$

где $\epsilon_{\text{д}}$ – погрешность деления; $\epsilon_{\text{ф}}$ – погрешность фиксации [3].

Погрешность деления определяется погрешностями: диаметра отверстий делительного диска, расположения их по углу и радиусу, формы их поверхностей и неперпендикулярности отверстий к поверхности стола. Погрешность фиксации определяется погрешностями диаметров фиксатора и втулки, неперпендикулярности фиксатора к поверхности стола. Погрешность расположения втулок по шагу, углу и радиусу определяют по допускам из чертежа. Износ и перекосы фиксаторов неизбежны, особенно в механизированном производстве, что снижает точность деления. Погрешность положения стола с учетом этого фактора

$$\epsilon_{\text{пов}} = \sqrt{\epsilon_{\text{д}}^2 + \epsilon_{\text{ф}}^2} + aN^k,$$

где a – коэффициент, определяемый экспериментально [$a = (0,5 \dots 0,3)10^{-5}$]; N – число поворотов стола, равное числу заготовок, умноженному на число делений; k – показатель степени, определяемый экспериментально ($k = 1 \dots 1,3$).

Ответ 5.20. На рис. 5.19 приведено универсальное приспособление с поворотным устройством. Обрабатываемые заготовки крепят на оправке, которую устанавливают в коническое отверстие втулки 4. Поворот осуществляется при ходе штока 9 пневмо- или гидроцилиндра с участием защелок 6, 8 и делительного диска 7. При ходе штока 9 влево, защелка 8 поднимает защелку 6 и заходит за следующий зуб делительного диска 7. При ходе штока 9 вправо происходит поворот на один зуб диска 7, при этом защелка 6 опускается и стопорит делительный диск. Вся поворотная часть вместе с корпусом 2 и втулкой 3 может быть повернута относительно осей винтов 5. Гайками 1 регулируют зазор по торцу втулки 4.

6. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

К вспомогательным элементам (деталям) технологической оснастки относятся кондукторные втулки, копиры, высотные и угловые установки, элементы для связи и фиксации оснастки на станках. К базовым – корпус приспособления.

ВОПРОСЫ

Вопрос 6.1. Назначение кондукторных втулок, материал для их изготовления, термообработка.

Вопрос 6.2. Приведите примеры конструкций неподвижных специальных кондукторных втулок?

Вопрос 6.3. Определите величину увода сверла ($\epsilon_{y.c}$) при обработке отверстий (рис. 6.1).

Вопрос 6.4. В какой системе, вала или отверстия, выполняются отверстия в кондукторной втулке? От каких факторов зависит погрешность положения оси просверленного отверстия? В каких пределах необходимо обеспечить зазор (h) между нижними торцами втулок и верхней поверхностью заготовок при сверлении отверстий диаметром 8 мм?

Вопрос 6.5. Применение высотных установок (ГОСТ 13444-68), расчет погрешности настройки инструмента (ϵ_n) при использовании высотного установка.

Вопрос 6.6. Какие требования предъявляют к корпусам приспособлений?

Вопрос 6.7. Какая из приведенных схем приспособления (рис. 6.2) для фрезерования зубчатых колес обеспечивает наибольшую точность обработки и почему?

Вопрос 6.8. Какая схема приспособления (рис. 6.3) для фрезерования зубчатых колес обеспечивает наибольшую точность обработки и почему?

Вопрос 6.9. Элемент оснастки нагружен силой P_2 (рис. 6.4). Определите опасное сечение и покажите как рассчитывается его прочность.

Вопрос 6.10. Элемент оснастки нагружен силой P_2 (рис. 6.5). Определите опасное сечение и покажите как рассчитывается его прочность.

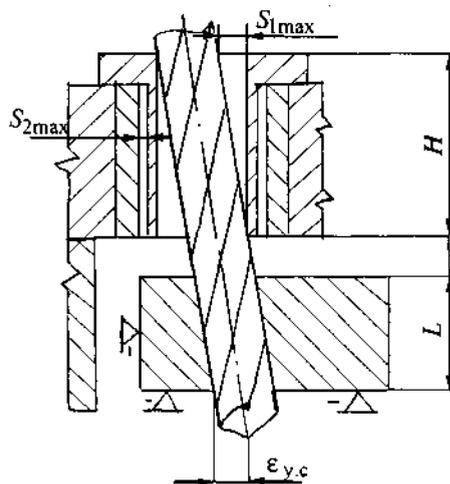


Рис. 6.1. Схема для определения величины увода сверла

Вопрос 6.11. Элемент корпуса приспособления воспринимает силу резания $P_z = 8 \text{ кН}$ (рис. 6.6). Определите величину прогиба f .

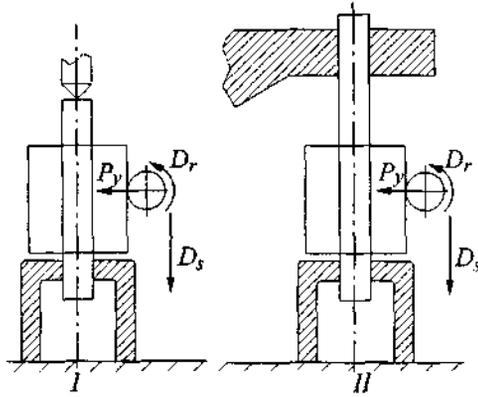


Рис. 6.2. Схема приспособлений для фрезерования

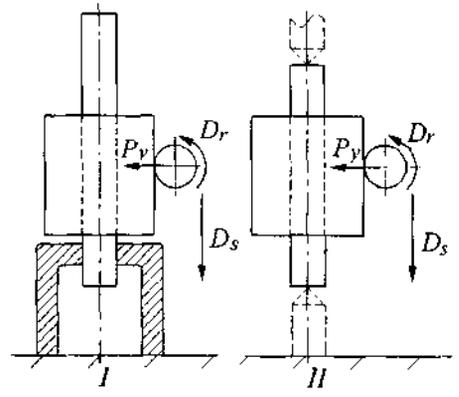


Рис. 6.3. Схема приспособлений для фрезерования

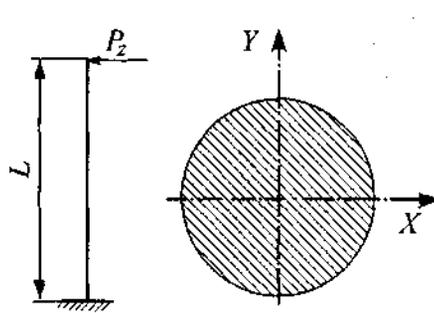


Рис. 6.4. Схема нагружения элемента оснастки и его сечение

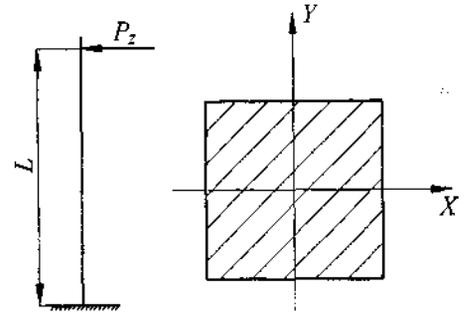


Рис. 6.5. Схема нагружения элемента оснастки и его сечение

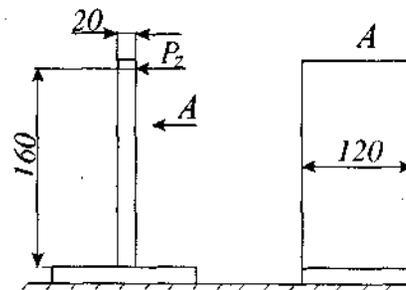


Рис. 6.6. Схема нагружения элемента корпуса приспособления

ОТВЕТЫ

Ответ 6.1. Кондукторные втулки используют при выполнении технологических операций на сверлильных и расточных станках. Они позволяют увеличить жесткость осевого инструмента и борштанг, уменьшить упругие отжатия, способствуют повышению точности обработки. Втулки подразделяют на неподвижные и вращающиеся.

Стандартами (ГОСТ 18429-73 ... 18434-73) предусмотрены:

- неподвижные кондукторные втулки: постоянные, сменные и быстросменные;
- вращающиеся: упорные для ограничения осевого перемещения инструмента; для направления борштанг и инструмента.

Зазор между втулкой и заготовкой при обработке вязких материалов $h = (0,2 \dots 0,6d)$; при обработке чугуна и хрупких материалов - $(0,5 \dots 1,0)d$; при зенкеровании - $0,3d$ и меньше.

Постоянные неподвижные втулки (с буртиком или без него) применяют в приспособлениях для мелкосерийного производства; сменные - в приспособлениях для крупносерийного производства; быстросменные - при обработке отверстий несколькими последовательно сменяемыми инструментами; вращающиеся кондукторные втулки применяют для направления борштанг с инструментом (рис. 6.7).

Для изготовления втулок диаметром до 9 мм используют сталь 9ХС, диаметром 9 ... 25 мм - сталь У10, У12 (закалка до твердости 61 HRC).

Ответ 6.2. На рис. 6.8 показаны конструкции специальных неподвижных кондукторных втулок. Исполнительные размеры: D по g5; g6 или f7, d по F7, F8.

Ответ 6.3. Из схемы, приведенной на рис. 6.1, можно определить значения увода сверла ($\epsilon_{y,c}$)

$$\epsilon_{y,c} = S_{2max} + S_{1max} \left(\frac{L+h}{H} + \frac{L}{2} \right) + \epsilon_{изм},$$

где S_{1max} - наибольший зазор между втулкой и инструментом; S_{2max} - наибольший зазор между постоянной кондукторной втулкой и сменной кондукторной втулкой; $\epsilon_{изм}$ - погрешность измерения; H - длина втулки; L - высота заготовки; h - расстояние между нижним торцом втулки и заготовкой.

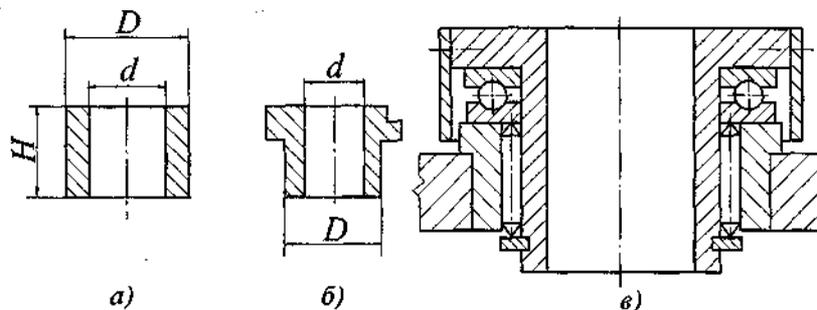


Рис. 6.7. Кондукторные втулки:

- a* - неподвижная постоянная; *b* - сменная неподвижная;
- в* - вращающаяся упорная

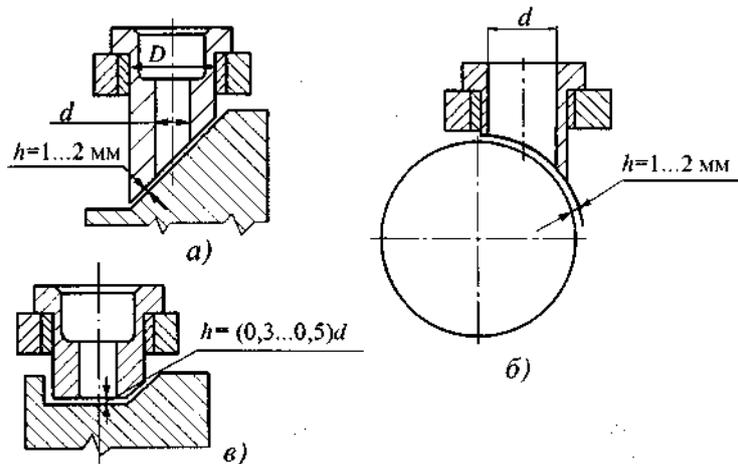


Рис. 6.8. Специальные неподвижные кондукторные втулки, применяемые:
 а, б – при обработке отверстий по наклонной поверхности; в – при расположении отверстий
 в углублениях

Ответ 6.4. Отверстия (d) в кондукторных втулках для направления сверл и зенкеров выполняют в системе основного вала по посадке F8. При необходимости получения более точного расположения обрабатываемых отверстий и уменьшения величины увода сверла можно применять кондукторные втулки с отверстием под инструмент, выполненным по посадке H7 с обязательным использованием смазочно-охлаждающей жидкости во избежание нагревания инструмента и его заедания во втулке.

Точность положения оси просверленного отверстия зависит от: а) зазора (h) между нижним торцом кондукторной втулки и заготовкой; б) высоты кондукторной втулки; в) износа отверстия втулки; г) назначенной посадки исполнительного размера отверстия втулки и пр.

Зазор (h) между нижними торцами кондукторных втулок и верхней поверхностью заготовок при сверлении отверстий $\varnothing 8$ мм принимают в пределах

$$h = 0,3 \dots 0,5(d) = 0,3 \dots 0,5(6,8) \approx 2 \dots 3,4 \text{ мм.}$$

Ответ 6.5. На рис. 6.9 показан пример применения высотного установа для фрезерного приспособления. Установы используют для настройки технологической системы на выдерживаемый (получаемый при обработке заготовки) размер A без пробных ходов инструмента 2. Высотный установ 4 закрепляют одним, а угловой установ – двумя винтами и двумя штифтами на корпусе 5 приспособления. При этом рабочие (эталонные) поверхности установов располагают ниже обрабатываемых поверхностей заготовки 6, чтобы не мешать проходу режущего инструмента 2.

Во время настройки положения инструмента 2 шуп 3 устанавливают на установ 4 и поднимают стол с приспособлением до упора режущих пластин фрезы в шуп или опускают инструмент. Затем шуп убирают.

Погрешность настройки согласно схеме на рис. 6.9 определяют по равенству:

$$\varepsilon_n = K \sqrt{T_B + T_B} = 1,2 \sqrt{0,02^2 + 0,012^2} = 0,023 \text{ мм.}$$

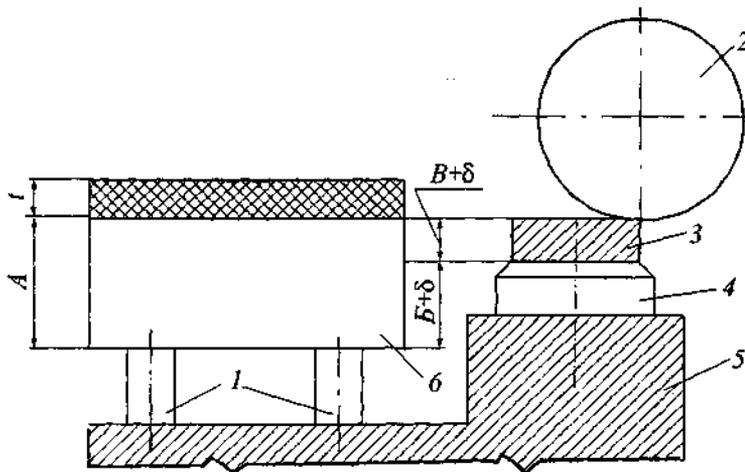


Рис. 6.9. Схема применения высотного установа на фрезерном приспособлении:
A – обрабатываемый размер; *B* – размер задаваемый на чертеже наладки от верхних поверхностей опорных пластин *I* до эталонной поверхности высотного установа *4* с отклонениями $\delta = \pm 0,01$ мм ($T_\delta = 0,02$ мм); *B* – размер плоского щупа *3* с отклонением $\delta_1 = \pm 0,006$ мм ($T_B = 0,02$ мм);
t – припуск на обработку

Установы выполняют из стали 20Х, цементуют на глубину 0,8...1,2 мм и термообрабатывают до твердости 55...60 HRC.

Ответ 6.6. Корпус приспособления воспринимает все силы и моменты от этих сил (резания, закрепления, инерции и др.), поэтому требования к нему следующие:

1. Жесткость и виброустойчивость. Это достигается двумя способами:
 - а) применением ребер жесткости;
 - б) увеличением сечения наиболее нагруженных элементов.

2. Минимальная масса, особенно кантующихся приспособлений, накладных кондукторов и съемных кассет.

3. Удобная конструкция для удаления стружки (рис. 6.10).

4. Безопасность работы: отсутствие острых углов, малые просветы между рукояткой и корпусом, устойчивость и др.

5. Возможность быстрой установки приспособления на станке без выверки и легкой установки заготовок.

Первое и второе требования находятся в противоречие друг к другу. Однако можно избежать этого, используя сварную конструкцию из сортового проката с ребрами жесткости или литые корпуса из легких сплавов на основе алюминия и магния.

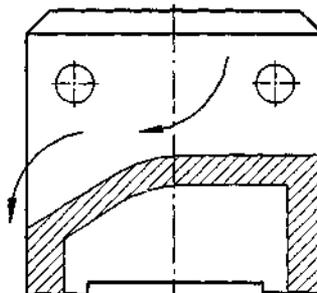


Рис. 6.10. Разрез корпуса с наклонной поверхностью для удобства удаления стружки

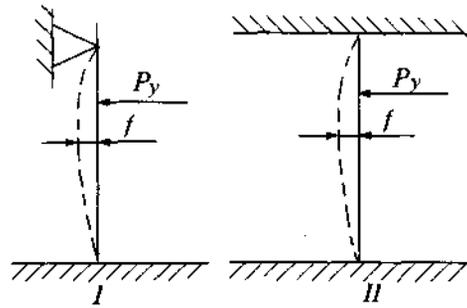


Рис. 6.11. Расчетные схемы

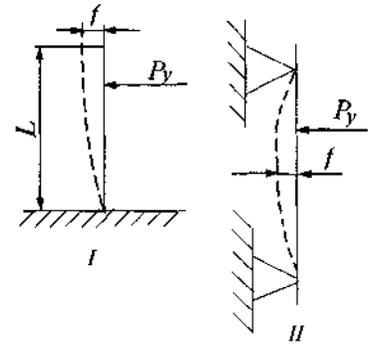


Рис. 6.12. Расчетные схемы

Ответ 6.7. Схемы приспособлений, показанных на рис. 6.2, изобразим в виде расчетных схем (рис. 6.11).

Определим прогиб f заготовки, посаженной на оправку длиной L и диаметром d :

$$\text{для схемы I } f = \frac{7}{708} \frac{PL^3}{EJ} \approx \frac{1}{100} \frac{PL^3}{EJ}, \text{ м, где } E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа;}$$

$$\text{для схемы II } f = \frac{1}{192} \frac{PL^3}{EJ}, \text{ м; } J = \frac{\pi d^4}{64}, \text{ м}^4 - \text{ для круглого сечения оправки. Коэф-}$$

фициенты зависят от способа поддержки свободного конца оправки: центром – 708 (схема I); кронштейном – 192 (схема II). Наибольшую точность обработки обеспечит приспособление, выполненное по схеме II.

Ответ 6.8. Составим расчетные схемы (рис. 6.12) для схем приспособлений, показанных на рис. 6.3.

Прогиб для схемы I при отсутствии поддержки свободного конца оправки определим по формуле $f = \frac{1}{3} \frac{PL^3}{EJ}$, м, где $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $J = \frac{\pi d^4}{64}$, м⁴ – для круглого сечения.

Прогиб для схемы II с поддержкой свободного конца оправки определим по формуле $f = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EJ}$. Наибольшую точность обработки независимо от размеров оправки обеспечивает приспособление, выполненное по схеме II.

Ответ 6.9. Составим расчетную схему (рис. 6.13) для схемы нагружения элемента оснастки, показанного на рис. 6.4.

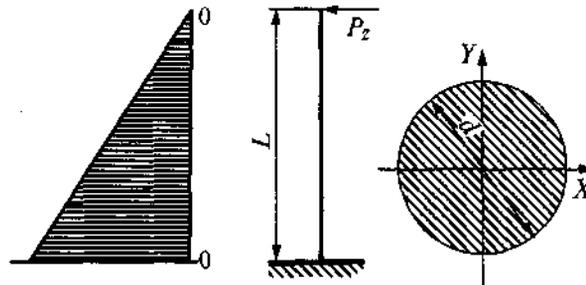


Рис. 6.13. Расчетная схема

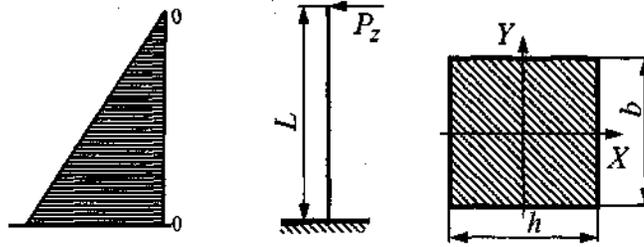


Рис. 6.14. Расчетная схема

Для круглого сечения: $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} \leq [\sigma]$, где W_y – осевой момент сопротивления, м^3 ; $[\sigma]$ – допустимое напряжение.

$$W_y = W_x = \frac{\pi d^3}{32}, \text{ м}^3, \text{ тогда: } \sigma_{\max} = \frac{32M_{\max}}{\pi d^3} \leq [\sigma], \text{ откуда: } d = \sqrt[3]{\frac{32M_{\max}}{\pi[\sigma]}} \text{ м.}$$

Ответ 6.10. Составим расчетную схему (рис. 6.14) для схемы нагружения элемента оснастки, показанного на рис. 6.5.

Для прямоугольного сечения: $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} \leq [\sigma]$, где W_y – осевой момент сопротивления, м^3 ; $[\sigma]$ – допустимое напряжение.

$$W_y = \frac{bh^2}{6}, \quad W_x = \frac{hb^2}{6}, \quad \text{м}^3, \text{ тогда: } \sigma_{\max} = \frac{6M_{\max}}{bh^2} \leq [\sigma].$$

Ответ 6.11. Составим расчетную схему (рис. 6.15) для схемы нагружения элемента корпуса приспособления, показанного на рис. 6.6.

Прогиб f определяется по формуле

$$f = \frac{PL^3}{3EJ},$$

где $P = P_z$; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $b = 0,12$ м; $h = 0,02$ м; $J_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,12 \cdot 0,02^3}{12} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$,

$$f = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 0,16^3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 8 \cdot 10^{-8}} = 0,7 \text{ мм.}$$

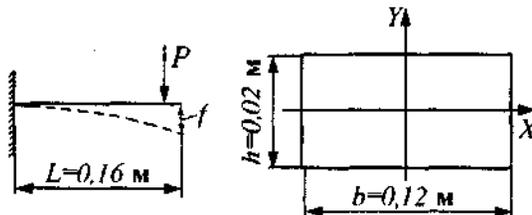


Рис. 6.15. Расчетная схема

7. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ СИСТЕМ УСП И УСПО (УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОЙ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ)

УСП – универсально-сборные приспособления кратковременного применения (до 5–10 дней), собирающиеся из стандартных элементов (базовые плиты, неразборные узлы, опорные и установочные детали, прижимные и крепежные детали). В комплект УСП входит от 10 000 до 25 000 деталей. Одновременно можно собрать из этих элементов 80 ... 100 приспособлений. Положение каждого элемента УСП фиксируется тремя-четырьмя шпонками; крепление осуществляется болтами. Базовые элементы УСП имеют сетку Т-образных пазов размерами 8, 12 и 16 мм (УСП-12; УСП-16; УСП-8).

Элементы УСП изготавливают из хромистых сталей (20Х, 40Х), а также хромоникелевых (12ХН3А, 18ХН3А), цементуемых на глубину 0,8 ... 1,2 мм и закаливаемых до 58 ... 62 HRC, так как они находятся в постоянном обращении 15–20 лет. УСП могут быть одноместными и многоместными и имеют ручное крепление заготовок и малую жесткость в стыках. Обычно их используют в единичном и мелкосерийном производствах или в период освоения выпуска новой техники.

В настоящее время применяют приспособления системы УСПМ-ЧПУ и СРП-ЧПУ. Такие комплекты приспособлений обеспечивают механизированное крепление заготовок.

УСПМ-ЧПУ – система универсально-сборных механизированных приспособлений для станков с ЧПУ – является развитием системы УСП. Основой этих приспособлений являются гидравлические блоки, представляющие собой базовые плиты УСП с сеткой Т-образных и П-образных пазов и встроенными гидроцилиндрами, а также плиты без гидроцилиндров. Используют эти приспособления в единичном и мелкосерийном производствах, а также при частой смене объекта производства.

Жесткость сборно-разборных приспособлений СРП-ЧПУ в 2 раза больше УСПМ-ЧПУ, что объясняется отсутствием поперечных Т-образных пазов.

В отличие от ранее применяемых элементов УСП, имеющих при сборке зазоры между шпонками и пазами, элементы УСПО, в которых пазаы заменены отверстиями, соединяют с помощью конических фиксирующих втулок и штифтов, устраняющих зазоры. Базовые плиты и элементы УСПО выпускаются двух типов: а) с отверстием Ø10Н7 и шагом 30 мм; б) с отверстиями Ø12Н7 и шагом 40 мм. Приспособления поставляются в комплекте с ГПС (гибкие производственные системы).

ВОПРОСЫ

- Вопрос 7.1. Опишите устройство приспособлений, приведенных на рис. 7.1.
- Вопрос 7.2. Опишите устройство приспособлений, приведенных на рис. 7.2.
- Вопрос 7.3. Опишите устройство приспособлений, приведенных на рис. 7.3.
- Вопрос 7.4. Опишите устройство приспособлений, приведенных на рис. 7.4.
- Вопрос 7.5. Опишите устройство приспособлений, приведенных на рис. 7.5.
- Вопрос 7.6. Что Вы знаете о приспособлениях системы УСП.
- Вопрос 7.7. Что Вы знаете о приспособлениях УСПО.

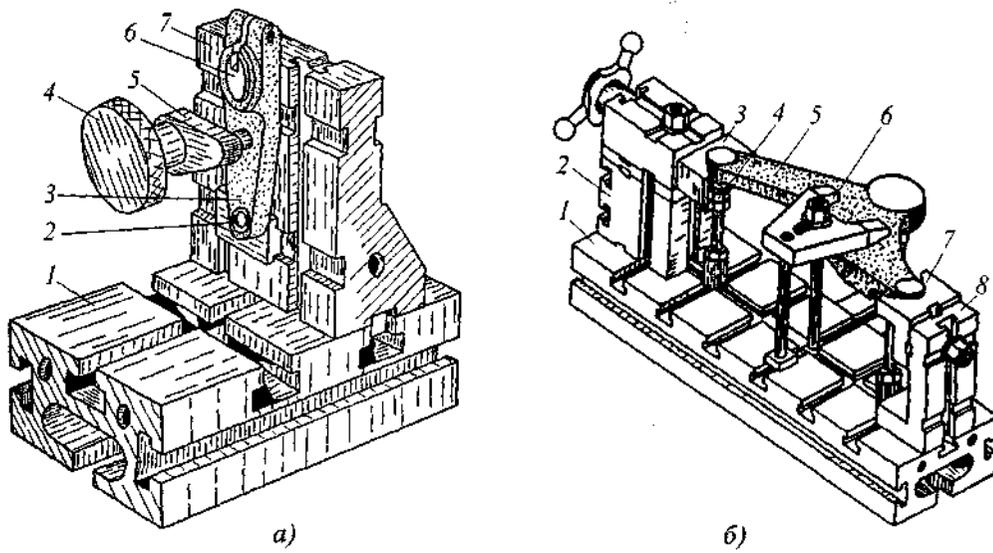


Рис. 7.1. Приспособления системы УСП

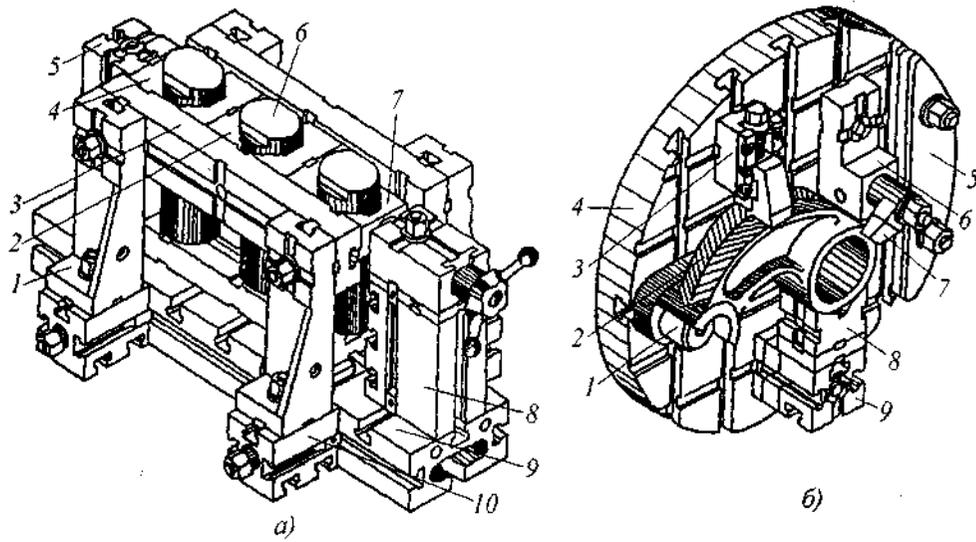


Рис. 7.2. Приспособления системы УСП

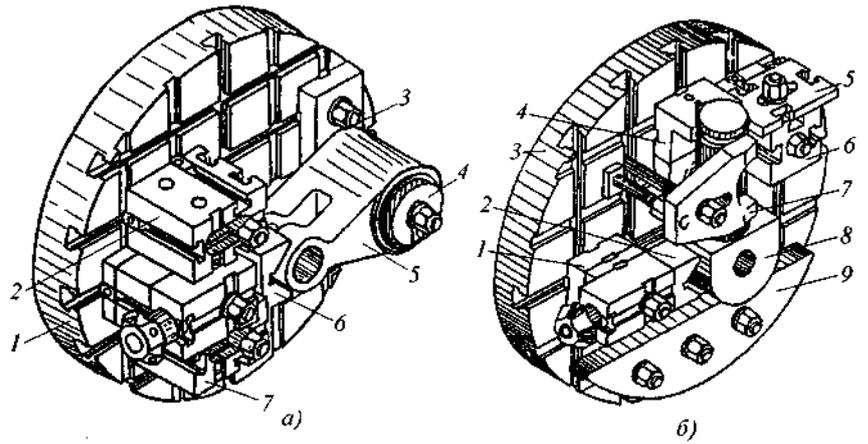


Рис. 7.3. Приспособления системы УСП

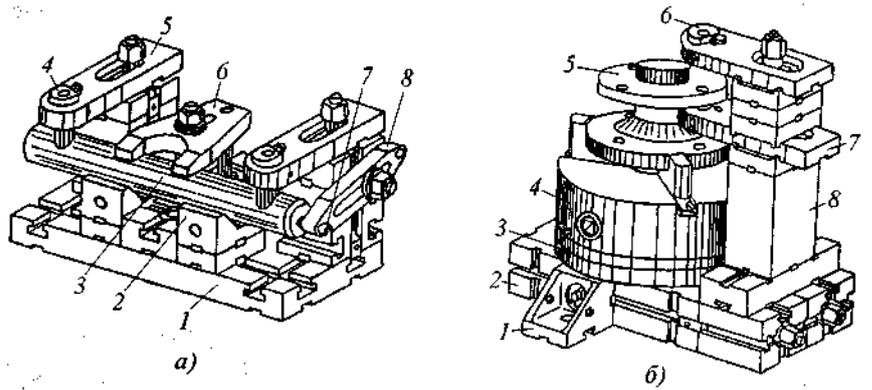


Рис. 7.4. Приспособления системы УСП

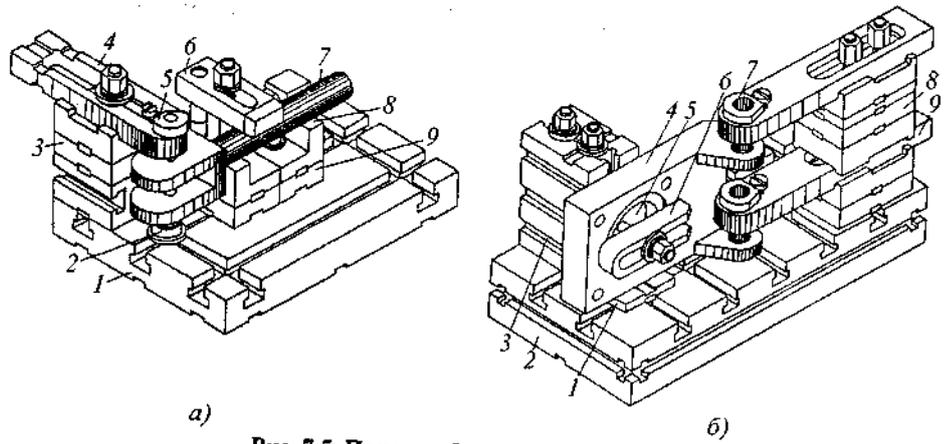
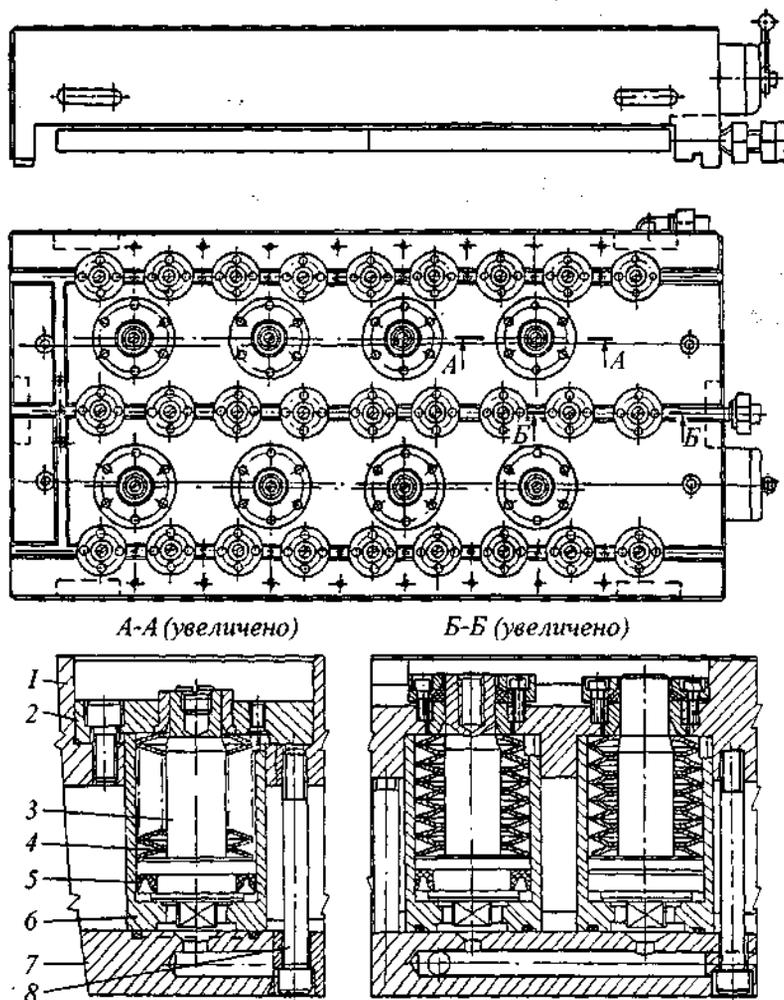


Рис. 7.5. Приспособления системы УСП



A-A (увеличено)

B-B (увеличено)

Рис. 7.6. Базовая плита с пружинно-гидравлическими цилиндрами

Вопрос 7.8. Опишите назначение и устройство приспособления, приведенного на рис. 7.6.

Вопрос 7.9. Опишите назначение и устройство приспособления, приведенного на рис. 7.7.

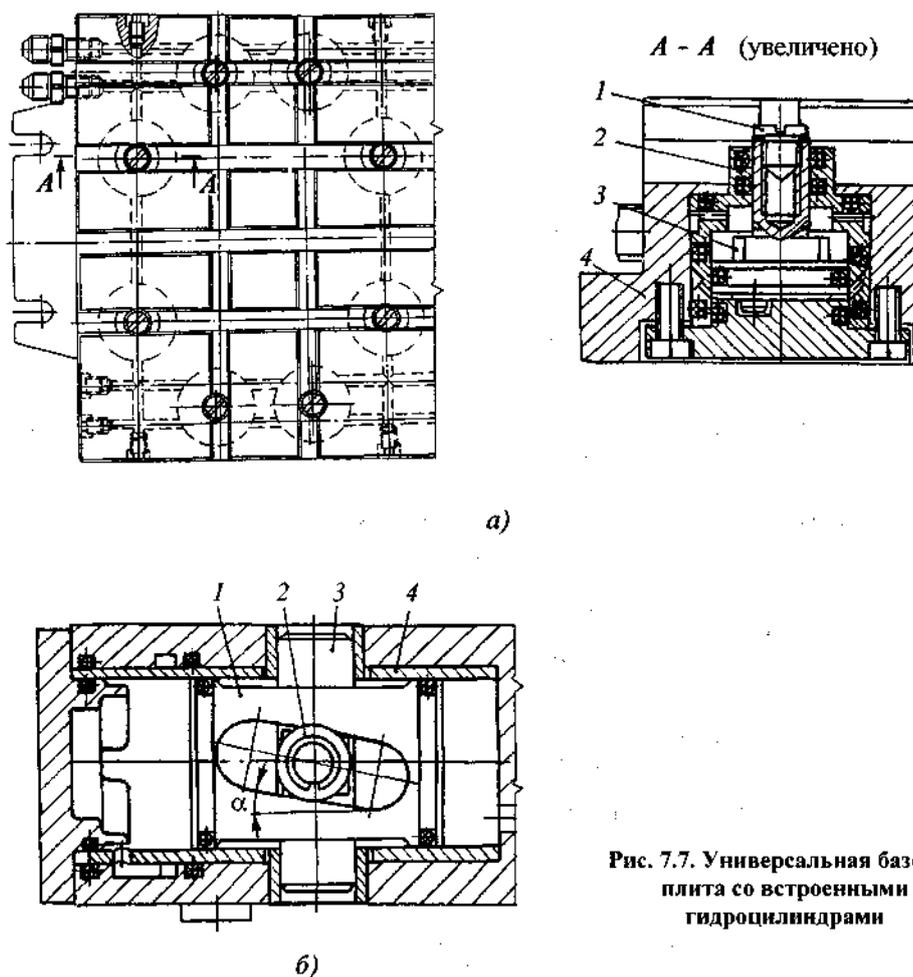


Рис. 7.7. Универсальная базовая
плита со встроенными
гидроцилиндрами

ОТВЕТЫ

Ответ 7.1. Приспособление (см. рис. 7.1, а) собрано из стандартных элементов на базовой прямоугольной плите 1 с сеткой Т-образных пазов. Заготовку 3 устанавливают на цилиндрический палец 6 и срезанный палец 2, затем крепят прихватом 5, который работает от гайки 4. Пальцы 6, 2 и прихват 5 смонтированы на стандартном угольнике 7, который центрирован пазовыми шпонками и прикреплен к базовой плите 1. Жесткость этого приспособления невелика и позволяет обрабатывать заготовки с точностью до 10 квалитета.

На рис. 7.1, б показано приспособление, собранное из стандартных элементов комплекта УСП, оно предназначено для фрезерования торцов головок в рычагах. Заготовку 5 устанавливают на три регулируемые опоры 4 до упора в призму 7 и крепят подвижной призмой 3 и прихватом 6. Призмы смонтированы на стандартной базовой плите 1 с помощью опоры 2 и угольника 8. Все элементы центрированы на базовой прямоугольной

плите пазовыми шпонками и прикреплены винтами М12 или М16 в зависимости от ширины Т-образных пазов.

Ответ 7.2. На рис. 7.2, а показано многоместное приспособление системы УСП для установки и крепления заготовок валов при фрезеровании лысок. Приспособление собрано из стандартных деталей, входящих в комплект УСП, на базе прямоугольной плиты 9 с одним продольным и шестью поперечными Т-образными пазами. Заготовки 6 устанавливают между призмами 2, 4, 7 и крепят винтом. Призмы 7 и 2 двигаются в направляющих планках 3, а призма 4 неподвижна и воспринимает силу закрепления заготовок и силы резания. Для увеличения жесткости призмы 4 предусмотрена опора 5. Направляющие планки 3 четырьмя угольниками 1 прикреплены к опорам 10. Винтовой зажимной механизм прикреплен к базовой плите 9 с помощью проставки 8.

На рис. 7.2, б показано приспособление к токарному станку для обработки отверстия в заготовке рычага 2. Приспособление собрано на круглой базовой плите 4, у которой пять продольных Т-образных и пять поперечных (из них четыре П-образных) пазов. Заготовку 2 устанавливают на призму 8 и палец 1, крепление осуществляют Г-образным прихватом 7 и винтовым прихватом 3 с подвижным кулачком. Призма 8 прикреплена к базовой плите 4 через опору 9, а корпус 6 Г-образного прихвата прикреплен к базовой плите без промежуточных звеньев. Балансируют приспособление противовесами 5.

Ответ 7.3. На рис. 7.3, а показано приспособление системы УСП к токарно-револьверному станку для крепления заготовок рычагов при обработке отверстий. Стандартные элементы из комплекта УСП смонтированы на круглой базовой плите 1, имеющей пять продольных и один поперечный Т-образных пазов и четыре поперечных П-образных пазов. Элементы приспособления: две стойки 2 и 7, цилиндрический палец с плитой 3, корпус подвижной призмы 6 – все это координируют и крепят винтами, квадратные головки которых входят в Т-образные пазы.

Работает приспособление следующим образом. Заготовку 5 устанавливают обработанным отверстием на цилиндрический палец, центрируют подвижной призмой 6 и крепят гайкой через быстросъемную (разрезную) шайбу 4. Призма 6 перемещается между стойками 2 и 7 винтовой парой.

Приспособление (см. рис. 7.3, б) предназначено для базирования заготовки 8 шарнирного винта на токарно-револьверном станке при обработке отверстия. Заготовку 8 устанавливают на две призмы 2, 4 и крепят прихватом 7. Плита 5 ограничивает перемещение заготовки в осевом направлении, а подвижная призма 2 выравнивает головку заготовки перед обработкой. Каждый элемент, входящий в приспособление, координируется двумя шпонками, расположенными параллельно или взаимно-перпендикулярно, и крепится к базовой плите 3 винтами. Положение подвижной призмы 2 по высоте зависит от толщины проставки 1, а плиты 5 – от опоры 6. Балансируют приспособление противовесами 9.

Ответ 7.4. Приспособление (см. рис. 7.4, а) собрано из стандартных элементов, входящих в комплект УСП. Оно предназначено для базирования и крепления заготовок валов при сверлении в них двух отверстий на радиально-сверлильном станке. На базовой прямоугольной плите 1, имеющей два продольных и два поперечных Т-образных пазов, ориентированы шпонками две установочные призмы 2 (через опоры), две кондукторных плиты 5 с кондукторными втулками 4, прихват 6 и упор 8 с регулировочным винтом 7.

На рис. 7.4, б показано приспособление, предназначенное для базирования и крепления заготовок 5 дисков при сверлении восьми отверстий на радиально-сверлильном станке. Приспособление собрано из следующих стандартных элементов комплекта УСП: базовой прямоугольной плиты 2, имеющей два продольных Т-образных паза на верхней

плоскости и два Т-образных паза на боковых плоскостях; трехкулачкового патрона 4; планшайбы 3; двух кондукторных плит 7 с двумя кондукторными втулками 6, одной опоры 8 и двух лапок 1. Все эти элементы центрированы на базовой плите 2 пазовыми шпонками и прикреплены к ней винтами.

Ответ 7.5. Приспособление (см. рис. 7.5, а) предназначено для базирования и крепления заготовок 7 при сверлении отверстий в ушках вилок на вертикально-сверлильном станке. На квадратной базовой плите 1 сцентрированы пазовыми шпонками и закреплены винтами стандартные элементы из комплекта УСП: проставка 9 с двумя призмами 8; зажимной винтовой механизм с прихватом 6; проставки 3 с кондукторной плитой 4 и кондукторной втулкой 5; плоская регулируемая опора 2 с отверстием. При наладке приспособления кондукторная плита 4 с втулкой 5 может свободно перемещаться в П-образных направляющих.

Работа приспособления осуществляется следующим образом. Заготовку 7 устанавливают на две призмы 8 и опору 2 до упора в торец установочной призмы. Затем прихватом 6 крепят заготовку. При сверлении инструмент направляют по отверстию кондукторной втулки 5.

На рис. 7.5, б показано приспособление для сверления двух отверстий в ушках вилки на вертикально-сверлильном станке. Заготовку 4 устанавливают на палец 5 и плиту 1, а крепят гайкой через быстросъемную (разрезную) шайбу 6. При этом сверла и зенкера направляют по быстросменным кондукторным втулкам 7. В этом приспособлении к прямоугольной базовой плите 2 прикреплены винтами следующие стандартные элементы: опора 3 с пальцем 5; плита 1; две кондукторные плиты 9 с прокладками 8.

Ответ 7.6. На детали и сборочные элементы УСП разработано 126 стандартов, которые охватывают 488 типоразмеров элементов. Вся номенклатура элементов УСП делится по назначению на группы: базовые, корпусные, установочные, направляющие, прижимные, крепежные, сборочные единицы и группу разных деталей.

К группе базовых деталей относятся квадратные, прямоугольные и круглые плиты, угольники и др. Число типоразмеров деталей – 19. К ним также относятся наиболее крупные детали, служащие основанием приспособлений.

В группу корпусных деталей входят прокладки, подкладки, опоры, проставки, призмы, угольники и планки, т.е. все детали, которые служат для образования корпуса приспособления.

Ответ 7.7. Все элементы УСПО по функциональному назначению объединены в следующие группы:

- базовые плиты и угольники;
- корпусные (опоры, подкладки, планки) для сборки корпуса приспособления;
- направляющие (призмы, установочные, пальцы, втулки) для создания баз и направления режущего инструмента;
- зажимные (прихваты, прижимы, тисочные губки) для закрепления заготовок;
- крепежные (шпильки, винты, гайки) для сборки и крепления элементов приспособления;
- средства механизации (пневмогидроусилитель, гидроцилиндры, рукава, арматура, разъемные муфты гидросистемы) для механизации закрепления заготовок.

В УСПО предусмотрено применение двух типов базовых плит:

- а) гидрофицированные плиты с установленными гидроцилиндрами и каналами для их питания;
- б) плиты без установленных в корпусе гидроцилиндров и гидроканалов.

Во втором случае можно использовать, наряду с гидроцилиндрами, пружинно-гидравлические цилиндры с разводкой трубопроводов высокого давления над плитой.

Из деталей и узлов, имеющих конкретное функциональное назначение, методом агрегатирования без пригонки комплектуют приспособления для выполнения любых операций. В отличие от УСП вместо шпоночной фиксации элементов приняты беззазорные способы базирования элементов (штифтовый).

Зазоры в соединении выбираются в результате разжима или сжатия разрезных конических втулок с использованием эластичных втулок (рис. 7.8).

Ответ 7.8. Для базирования и крепления корпусных заготовок применяют универсально-наладочные приспособления УСПМ-ЧПУ (см. рис. 7.6), в качестве основы используют базовые плиты 1 с пружинно-гидравлическими цилиндрами. Набор тарельчатых пружин 4 используют для крепления заготовок, а поршень 3 гидроцилиндра – для сжатия тарельчатых пружин 4 и раскрепления заготовок. В этой конструкции базовой плиты гидроцилиндры одностороннего действия имеют одну манжету 5. Фланец 2 поджимает гильзу 6 гидроцилиндра к нижней плите 7. Верхняя плита 1 и нижняя 7 соединены винтами 8.

Иногда в базовых плитах используют гидроцилиндры двухстороннего действия (если не требуется поворот заготовки). Базовые плиты имеют сетку резьбовых отверстий или Т-образных и П-образных пазов для координации и установки сменных наладок с заготовкой.

Ответ 7.9. На рис. 7.7, а показан универсальный базовый блок с встроенными гидроцилиндрами, который предназначен для механизации закрепления корпусных заготовок на станках с ЧПУ. Установочные элементы для заготовок координируют и крепят по Т-образным пазам. Заготовки крепят универсальными прихватами из комплекта УСПМ-ЧПУ. Сила зажима на прихваты передается от штоков 3 гидроцилиндров.

Гидроцилиндры 2 двухстороннего действия встроены в корпус 4 блока (см. рис. 7.7, а). Отверстия в шток-поршнях 3 закрыты резьбовыми пробками 1. Иногда для увеличения силы крепления заготовок вместо гидроцилиндров прямого действия ставят гидроцилиндры двухстороннего действия с клином (см. рис. 7.7, б). В такой конструкции поршень 1 имеет два паза под углом $\alpha \leq 10^\circ$, по которым перемещаются ролики 2 и передают силу закрепления на скалку 3, а гильзы 4 располагают горизонтально.

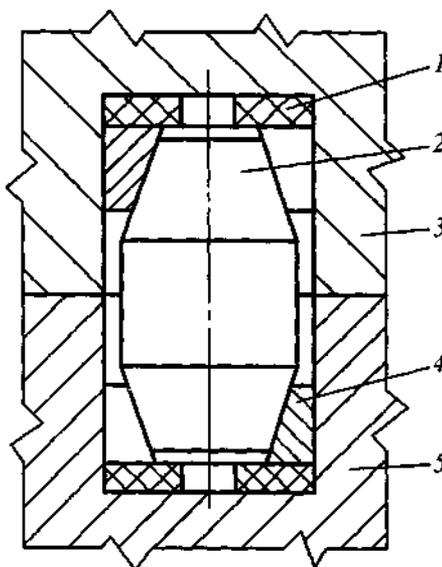


Рис. 7.8. Фрагмент соединения деталей и узлов оснастки в системе УСПО:
1 – втулка эластичная; 2 – штифт;
3 – присоединяемая деталь; 4 – разрезная коническая втулка; 5 – базовая плита

8. ЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Одним из важных направлений автоматизации производственных процессов является внедрение промышленных роботов (ПР). Наиболее эффективно универсальные ПР могут быть использованы в условиях многономенклатурного производства, для которого характерна частая смена выпускаемых изделий, обуславливающая необходимость изменения технологического процесса и переналадки оборудования.

При механической обработке деталей с использованием ПР автоматизируют: установку заготовок в рабочую зону станка и (при необходимости) контроль правильности их базирования, снятие обработанных заготовок со станка и размещение их в таре (накопителе), передачу заготовок от станка к станку, кантование заготовок в процессе обработки, смену инструментов. В значительной степени область применения ПР определяется его компоновкой, зависящей от способа установки ПР на рабочем месте, типа системы координат, в которой работает ПР, числа степеней подвижности и состава движений ПР, числа рук и схватов на руке.

Различные характеристики обрабатываемых заготовок оказывают влияние на структуру роботизированных технологических комплексов (РТК):

- 1) вид заготовки влияет на конструкцию вспомогательных устройств и схвата РТК;
- 2) масса заготовки и готовой детали влияет на выбор ПР по критериям грузоподъемности и конструкции захватного устройства (ЗУ);
- 3) материал заготовки определяет тип и конструкцию ЗУ (клещевой, реечный и др.) и наличие на губках захвата специальных вкладышей;
- 4) качество обработанной поверхности влияет на конструкцию губок схвата;
- 5) конструкция и габариты заготовки определяют конструкцию ЗУ и влияют на выбор модели ПР.

ВОПРОСЫ

Вопрос 8.1. Назначение захватных устройств (схватов).

Вопрос 8.2. Требования к захватным устройствам.

Вопрос 8.3. Назовите основные факторы выбора ЗУ.

Вопрос 8.4. Каковы особенности захватного устройства, приведенного на рис. 8.1, и как осуществляется крепление заготовки?

Вопрос 8.5. Назовите особенности ЗУ, выполненных по схемам, показанным на рис. 8.2.

Вопрос 8.6. Каково назначение ЗУ, выполненных по схемам, приведенным на рис. 8.3, и как они работают?

Вопрос 8.7. Как работает ЗУ, выполненное по схеме, показанной на рис. 8.4?

Вопрос 8.8. Каково назначение захватного устройства, приведенного на рис. 8.5, и как оно работает?

Вопрос 8.9. Каково назначение захватного устройства, приведенного на рис. 8.5, и как оно работает?

Вопрос 8.10. Каково назначение захватного устройства, показанного на рис. 8.7, и как оно работает?

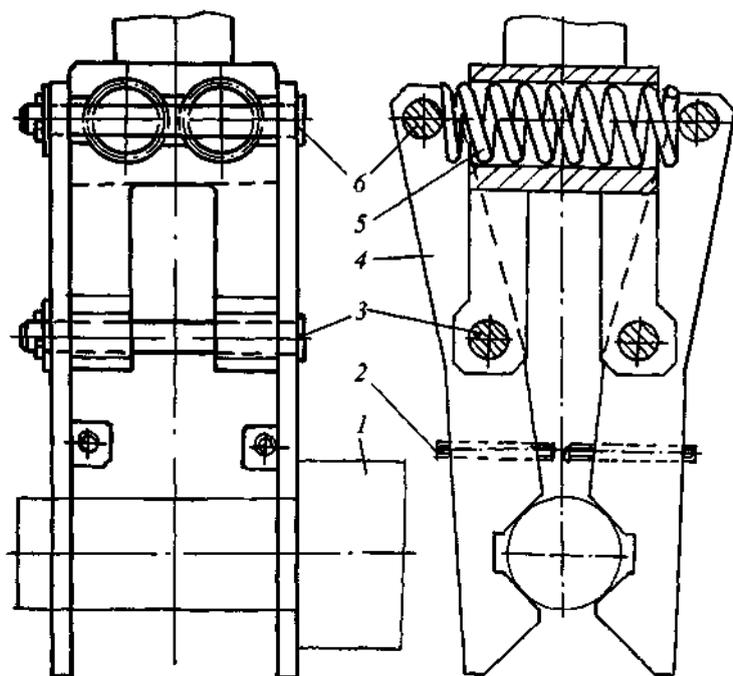


Рис. 8.1. Неуправляемое захватное устройство

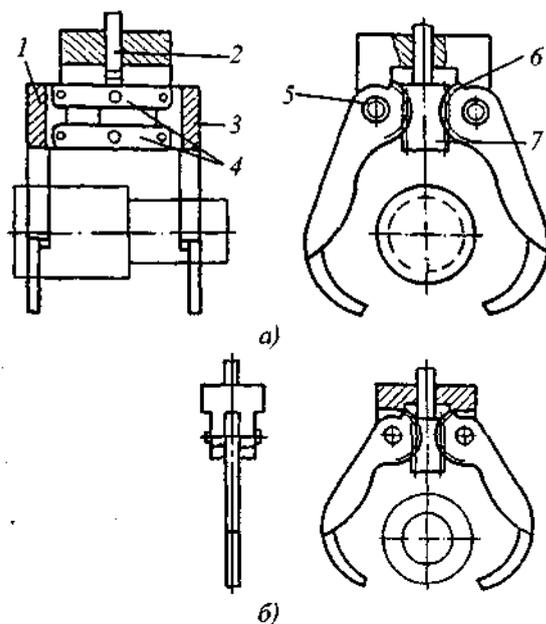


Рис. 8.2. Управляемые захватные устройства

сов явля-
ельные ПР
которого
сть изме-
ют: уста-
ильности
ре (нако-
ссе обра-
пределя-
типа сис-
а движе-
яние на
та РТК;
узоподъ-
ый и др.)

к:
т на вы-

с. 8.1, и
ным на
ным на
с. 8.5, и
с. 8.5, и
с. 8.7, и

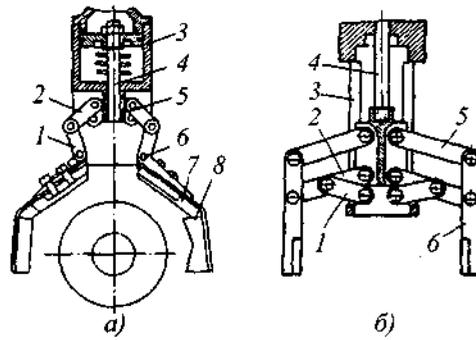


Рис. 8.3. Захватные устройства промышленных роботов

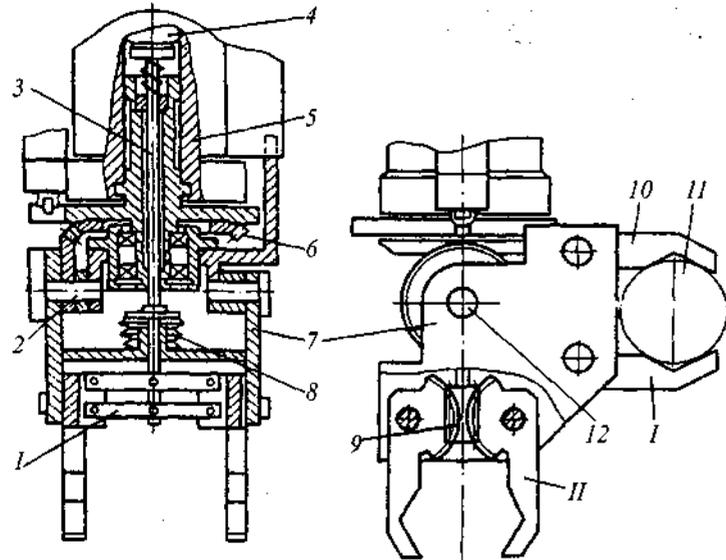


Рис. 8.4. Широкодиапазонное двухпозиционное захватное устройство

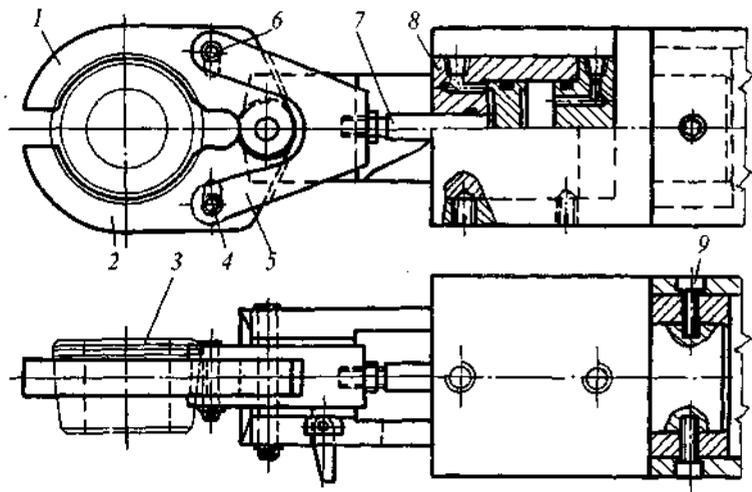


Рис. 8.5. Захватное устройство с пневмоприводом

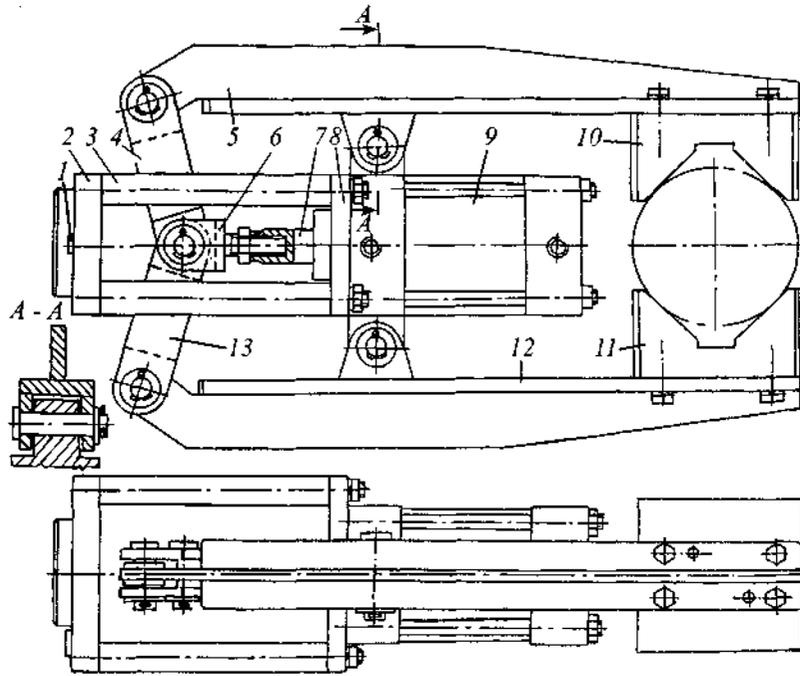


Рис. 8.6. Захватное устройство с пневмоприводом

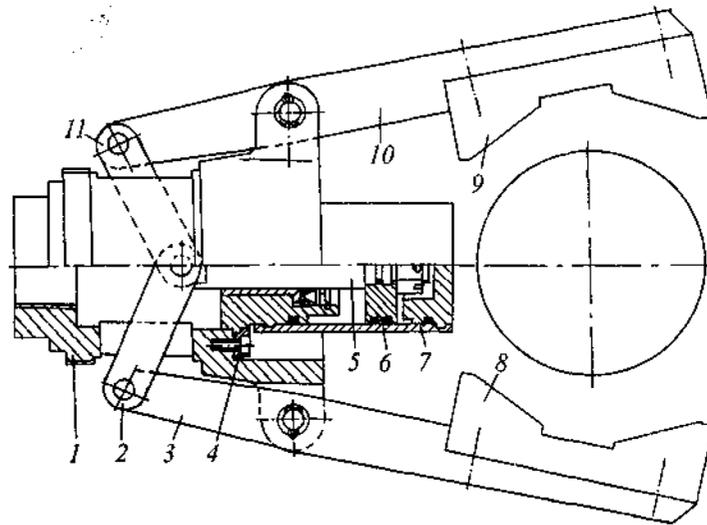


Рис. 8.7. Захватное устройство с гидроприводом

устройства
роботов

во

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

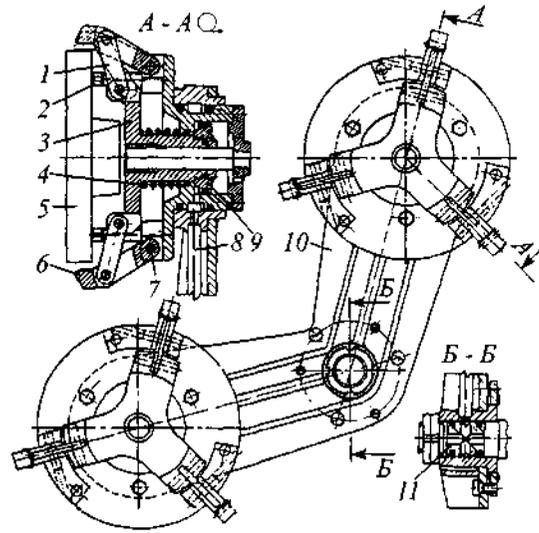


Рис. 8.8. Захватное устройство промышленного робота

Вопрос 8.11. Каково назначение захватного устройства, показанного на рис. 8.8, как оно работает?

Вопрос 8.12. Каково назначение автооператора, показанного на рис. 8.9, и как он работает?

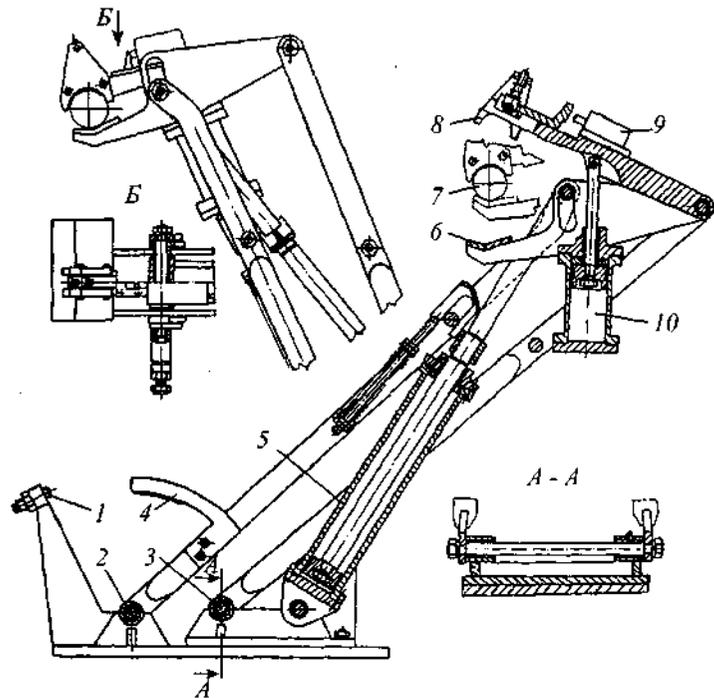
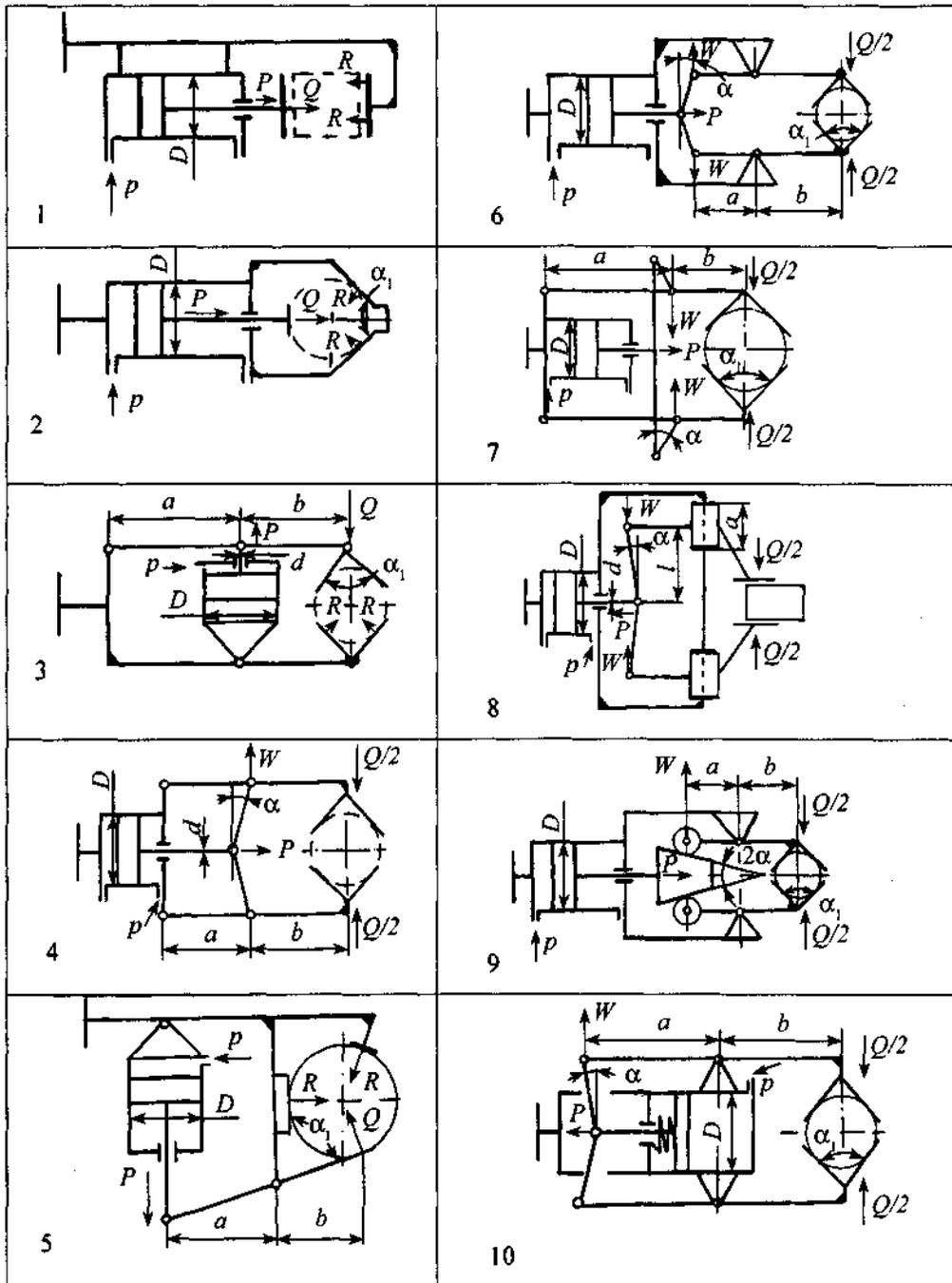


Рис. 8.9. Автооператор автоматической линии

8.1. Схемы механических схватов для ПР



8.8, и
как он

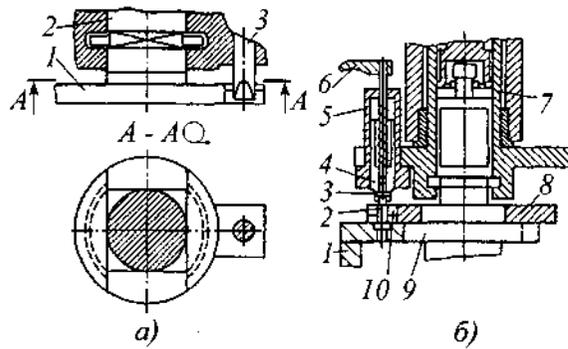


Рис. 8.10. Крепление ЗУ к руке ПР:
а – быстросъемное вручную; б – автоматическое

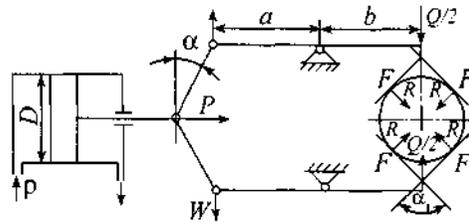


Рис. 8.11. Схема схвата

Вопрос 8.13. Как осуществляется крепление ЗУ к руке промышленного робота вручную и автоматически (рис. 8.10)?

Вопрос 8.14. Расчет схватов.

Вопрос 8.15. Запишите уравнение для определения сил P , Q , W для схем, приведенных в табл. 8.1.

Вопрос 8.16. Выведите уравнение для определения необходимой силы закрепления Q заготовки схватом и диаметра D пневмо- или гидроцилиндра (рис. 8.11).

ОТВЕТЫ

Условные обозначения: Q – сила закрепления объекта (заготовки) схватом; $P_{ин}$ – средняя сила инерции объекта (заготовки) в момент разгона или остановки схвата ПР; P – сила на конце штока пневмо- или гидроцилиндра схвата; W – сила на конце рычага схвата; $P_{пр}$ – сила пружины в момент закрепления объекта (заготовки) схватом; f, f_1 – коэффициенты трения скольжения в местах контакта объекта и схвата; F, F_1, F_2 – силы трения; α – угол клина или положения наклонного звена рычажно-шарнирного механизма в момент закрепления объекта (заготовки) схватом; α_1 – угол призмы или положения опор схвата; β – угол дополнительного наклона усиливающего звена схвата; φ, φ_1 – углы трения скольжения; $\varphi_{пр}$ – приведенный угол трения скольжения; η – КПД силового привода; D, d – соответственно диаметры поршня и штока пневмо- или гидропривода схвата; p – давление в пневмо- или гидроцилиндре схвата; t – время остановки

схвата при позиционировании заготовки; a, b, c, l – плечи рычагов схвата; G – вес заготовки; g – ускорение свободного падения.

Ответ 8.1. Захватные устройства ПР предназначены для захватывания и удержания в определенном положении объекта манипулирования. Эти объекты могут иметь различные размеры, форму, массу и обладать разнообразными физическими свойствами, поэтому захваты устройства являются сменными элементами. Как правило, ПР комплектуют набором типовых (для данной модели) захватных устройств, которые можно менять в зависимости от требований конкретного рабочего задания. Иногда на типовой захват устанавливают сменные рабочие элементы (губки, присоски и т. п.). В случае необходимости ПР оснащают специальными захватными устройствами, предназначенными для выполнения определенных операций.

Ответ 8.2. К захватным устройствам предъявляются следующие требования:

- максимальная надежность захватывания и удержания объекта во время разгона и торможения элементов ПР;
- точность базирования заготовки в схвате;
- невозможность повреждения или разрушения заготовки;
- прочность при малых габаритах и массе;
- простота конструкции.

В некоторых случаях возникает необходимость применения ЗУ с автоматической сменой их. Требование быстрой смены захватного устройства и его элементов часто является важным, так как это восполняет недостаток подвижности самого ПР и позволяет более полно использовать роботов в технологическом процессе.

Ответ 8.3. Перед проектированием выбирают схему ЗУ. Выбор схемы зависит от многих факторов, но главными являются: геометрические характеристики робототехнического комплекса (РТК), габаритные размеры зоны захватывания, положение заготовки в позиции перезарядки, направление подхода схвата к заготовке, способ базирования ее на станке.

Кроме того, необходимо знать следующие характеристики заготовки: форму, геометрические параметры, массу, прочность, форму поверхности, за которую осуществляется захват. Далее следует установить характеристики промышленного робота: скорости и ускорения по степеням подвижности ПР и погрешность позиционирования.

Так как ЗУ является вспомогательным устройством ПР, предназначенного обслуживать металлорежущее оборудование, то необходимо учитывать не только форму и размеры заготовок, но и различные дополнительные требования (поворот при установке заготовки на шлицевую оправку, на два пальца и пр.).

Ответ 8.4. Особенность захватного устройства (см. рис. 8.1) заключается в том, что он приводится в действие кинетической энергией сжатых пружин. ЗУ такого вида применяют в условиях крупносерийного производства при манипулировании с заготовками небольших размеров и масс.

Заготовку 1 удерживают четыре рычага 4. Сила закрепления заготовки зависит от параметров двух пружин 5, которые воздействуют на пальцы 6 и поворачивают рычаги 4 на осях 3. Расстояние между рычагами 4 регулируют винтами 2. Освобождение заготовки захватным устройством осуществляется принудительно после ее закрепления на станке.

Ответ 8.5. В конструкциях механических захватных устройств широкое применение нашли реечные передачи. По сравнению с рычажными, они имеют меньший габарит, обеспечивают большее раскрытие губок, однако не дают выигрыша в силе закрепления детали. На рис. 8.2 представлены схемы конструкций реечных широкодиапазонных ЗУ для деталей типа тел вращения.

Схема на рис. 8.2, *а* – однопозиционного схвата, предназначенного для захвата гладких и ступенчатых валов. Профиль губок обеспечивает центрирование валов в широком диапазоне размеров. Две пары поворотных губок 1 и 3 свободно сидят на осях 5. На губках выполнены зубчатые секторы 6, входящие попарно в зацепление с рейками 7, которые связаны рычагами 4, образующими шарнирный параллелограмм. Рычаги 4 шарнирно связаны с тягой 2 привода. Такое устройство обеспечивает независимую работу каждой пары губок, что необходимо при захватывании и центрировании ступенчатых валов.

На рис. 8.2, *б* приведена схема двухпальцевого центрирующего ЗУ для деталей типа колец и фланцев, принцип действия аналогичен описанному выше. Иногда одну из губок схвата выполняют укороченной. Этим достигаются меньшие зазоры между заготовками, лежащими в ориентирующей таре.

Ответ 8.6. На рис. 8.3, *а* показана схема пневматического ЗУ со сменными рабочими губками, что позволяет использовать его для работы с объектами различной формы. На штоке 4 пневмоцилиндра 3 установлена планка 5, на которой шарнирно закреплены тяги 2, связанные с поворотными рычагами 1. Рычаги 1 поворачиваются на осях 6, закрепленных в корпусе схвата.

К рычагам крепятся держатели 7, несущие сменные гудки 8. При переналадке представляют оси тяг 2 в дополнительные отверстия планки 5; сдвигают держатели 7 по рычагам 1 либо меняют держатели или губки.

На рис. 8.3, *б* показана схема центрирующего широкодиапазонного ЗУ с параллельным перемещением губок. К корпусу 3 шарнирно крепятся рычаги 1. В направляющих корпуса перемещается тяга 4, связанная с приводом, на котором закреплены оси рычагов 2 и 5. К средним точкам рычагов 2 присоединены концы рычагов 1. Длина рычагов 2 вдвое больше длины рычагов 1, и шарнирные треугольники, образованные этими рычагами, являются равнобедренными, чем и обеспечивается прямолинейность перемещения губок 6, которые составляют вместе с тягой 4 и рычагами 2 и 5 шарнирные параллелограммы.

Захватные устройства такого типа предназначены для удержания и перемещения заготовок, имеющих участки квадратной или прямоугольной формы.

Ответ 8.7. На рис. 8.4 показана схема двухпозиционного центрирующего широкодиапазонного устройства для захвата и удержания валов, обеспечивающего относительно короткий цикл установки-снятия заготовок и обработанных деталей. Работа его осуществляется следующим образом. Одно из ЗУ с заготовкой 11, зажатой губками 10 (позиция I), сомкнутыми под действием пружины 8, переносится на линию центров станка. При этом губки ЗУ на позиции 2 под действием толкателя 3, имеющего свой привод 4, раскрыты (пружина 8 на позиции 2 сжата).

При перемещении толкателя вверх пружина разжимается, приводя в действие рычаги 1 и рейку 9, вследствие чего губки на позиции II сжимаются, захватывая обработанную деталь. После высвобождения детали (например, из патрона станка) вращением шпинделя 5 (через коническую шестерню 6 и зубчатый сектор 2) корпус 7 с губками поворачивается вокруг оси 12 так, что позиция I занимает положение позиции II и заготовка может быть установлена в патрон или центры станка.

Ответ 8.8. Рычажное специальное захватывающее устройство (см. рис. 8.5) предназначено для удерживания и переноса заготовок втулок.

Заготовку 3 удерживают два рычага 1, 2; сила закрепления на рычаги передается от штока 7 гидроцилиндра 8 через вилку 5 и оси 4, 6. Схват центрируют цилиндрическим хвостовиком и крепят к руке ПР винтами 9.

Ответ 8.9. Приведенное на рис. 8.6 ЗУ предназначено для удержания и переноса заготовок валов, а также заготовок с цилиндрическим хвостовиком диаметром 50...90 мм. Корпус захватного устройства сборный и состоит из двух фланцев 2 и 8, соединенных четырьмя шпильками 3. Фланец 2 имеет посадочный хвостовик $\varnothing 60$ и четыре отверстия $\varnothing 9$ мм для крепления. Кроме этого, на нем закреплена пазовая шпонка 1, с помощью которой ориентируют схват.

Зажимные призмы 10, 11 прикреплены к рычагам 5, 12. Сила закрепления на рычаги 5, 12 передается от штока 7 стандартного пневмоцилиндра 9 через втулку 6 и наклонные звенья 4, 13. Пневмоцилиндр 9 прикреплен к фланцу 8.

Ответ 8.10. Захватное устройство (см. рис. 8.7) предназначено для удержания валов или других заготовок, имеющих цилиндрический хвостовик.

Заготовка при переносе удерживается двумя призмами 8 и 9. Сила для ее удержания на призмы передается от поршня 6 гидроцилиндра 7 через шток 5, наклонные звенья 2, 11 и рычаги 3, 10. Стандартный гидроцилиндр 7 прикреплен к корпусу 1 фланцем 4. В конструкции существует возможность менять призмы, что расширяет номенклатуру обрабатываемых заготовок.

Ответ 8.11. Захватное устройство (см. рис. 8.8) предназначено для удержания и перемещения заготовок зубчатых колес, звездочек и фланцев.

Крепление заготовок 5 осуществляется тремя прихватами 6, качающимися на осях 7. Сила закрепления заготовки передается на прихваты 6 от поршня 9 гидроцилиндра через полый шток 3 и наклонные звенья 1, а освобождение заготовки — от пружины 4. Для обеспечения зажима заготовки в определенном положении в схвате предусмотрены три регулировочных винта 2. Держатель 10 устанавливают и крепят на руке робота, а масло высокого давления поступает в гидроцилиндры через полый вал 11 и два трубопровода 8.

Устройства этого типа применяют только в тех случаях, когда одновременно осуществляют разгрузку и загрузку станка. Один схват берет заготовку из магазина или лотка, второй — обработанную деталь из патрона станка. Затем держатель 10 отходит на 100...200 мм и поворачивается на необходимый угол ($\approx 120^\circ$), так чтобы схват с заготовкой установился напротив патрона, а схват с обработанной деталью — напротив отводящего лотка.

Ответ 8.12. Автооператор (см. рис. 8.9) предназначен для загрузки заготовок валов больших размеров в автоматической линии. При подаче масла высокого давления в верхнюю полость гидроцилиндра 10 заготовка 7 закрепляется губками 6 и 8. После чего срабатывает конечный выключатель 9 и масло подается в нижнюю полость гидроцилиндра 5, с помощью которого осуществляется поворот автооператора с заготовкой на осях 2 и 3 против часовой стрелки до совмещения заготовки с осью шпинделя станка. Для настройки совмещения предусмотрен регулируемый упор 1 и планка 4.

После этого заготовка крепится в центрах, а губки автооператора расходятся и возвращаются в исходное положение. Для этого масло высокого давления подается вначале в нижнюю полость гидроцилиндра 10, а затем в верхнюю полость гидроцилиндра 5.

Ответ 8.13. Крепление ЗУ на руке ПР может быть постоянное, сменное и быстросменное. В качестве конструктивного исполнения мест крепления сменных захватных устройств используется фланцевое крепление, причем на руке ПР выполняется фланец с центрирующим отверстием по оси и с резьбовыми отверстиями вокруг него. При такой конструкции часть элементов захватного устройства размещается внутри руки ПР и

осуществляется связь устройств, не имеющих встроенного привода, с приводом, находящимся в руке. Такая конструкция является простой и универсальной.

Для быстрой ручной смены хватных устройств применяют байонетное крепление (см. рис. 8.10, а), включающее в себя гнездо 1 (выполненное на руке ПР), хвостовик 2 хватного устройства и подпружиненный штырь 3 для его угловой фиксации. При установке хвостовик ЗУ вводится в гнездо с одновременным отжимом штыря 3; затем ЗУ поворачивается на 90° (вид А-А) и штырь 3 заклинивается в отверстие, выполненное на фланце хватного устройства. Для смены хватного устройства требуется повернуть его относительно гнезда на 90° .

Механизм автоматической смены ЗУ (см. рис. 8.10, б) выполняется на основе нормализованного быстросменного крепления (байонетного). Хватное устройство, предназначенное для автоматической смены, помещается в магазин 1, который может быть выполнен в виде неподвижной стойки или поворотного диска с соответствующими гнездами. Каждое хватное устройство опирается на торцовую поверхность стойки фланцем 8 и центрируется цилиндрическим пояском 9 по гнезду, имеющему форму отверстия с вырезом для прохода верхней части корпуса схвата. Угловое положение хватного устройства определяется штифтом 2.

Угловая фиксация хватного устройства в руке 7 ПР осуществляется фиксатором (представляющим собой подпружиненный штырь 4 с роликом 3), который закреплен во втулке 5, смонтированной на руке 7. От поворота скалка 4 удерживается винтом и связана с рукояткой 6, предназначенной для ручной расфиксации хватного устройства.

На рис. 8.10, б показан момент установки хватного устройства в гнездо магазина 1 перед раскрытием байонетного замка. Штифт 2 магазина и ролик 3 фиксатора входят в паз 10 фланца 8. В момент установки хватного устройства в магазин штифт 2 отжимает скалку 4, что обеспечивает поворот руки 7 ПР вместе с фиксатором на 90° , необходимый для раскрытия байонетного замка. При этом ролик 3 отжатого фиксатора катится по поверхности фланца 8, рука 7 уходит вверх, оставляя хватное устройство в гнезде магазина 1.

Взяв хватное устройство из магазина, рука 7, перемещаясь вертикально, надевается на его хвостовик. При этом фиксатор повернут на 90° относительно паза. Взаимодействуя с фланцем 8, фиксатор отжимается. При повороте руки на 90° байонетный замок замыкается и ролик 3 оказывается на торце штифта 2. Далее рука поднимается, увлекая за собой хватное устройство, причем паз 10 хватного устройства сходит со штифта 2, а фиксатор входит в него сверху под действием пружины.

Ответ 8.14. При проектировании схватов ПР осуществляют расчеты:

- необходимой силы для удержания схватом заготовки;
- параметров силового привода схвата;
- рычагов, валов - на изгиб и кручение;
- зубчатых колес - на контактную прочность и изгиб зубьев.

Для обеспечения надежного удержания заготовок необходимо составить уравнение расчета потребных сил закрепления, от которых зависит выбор конструкции схвата и параметров силового привода для приведения в действие удерживающего объект механизма схвата.

Силу закрепления для удержания объекта манипулирования схватом определяют, решая задачу статического равновесия твердого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов, возникающих от этих сил: тяжести объекта; инерционных сил, стремящихся сдвинуть заготовку; сил трения в местах контакта объекта с элементами схвата; сил закрепления и реакции опор.

Можно рекомендовать следующий порядок расчета.

1. Составить расчетную схему с учетом всех сил, действующих на объект манипулирования, для наиболее неблагоприятного варианта, при котором для удержания заготовки требуется приложить наибольшее зажимное усилие.

2. Составить уравнение сил или моментов от этих сил из условия статического равновесия заготовки. Для чего необходимо установить направление возможного перемещения заготовки под действием сил инерции в момент начала движения или остановки и определить проекции сил на направление перемещения.

Уравнение сил можно составить в таком виде: сумма проекций всех сил, удерживающих заготовку, равна проекции максимальной силы инерции и силы тяжести заготовки в момент разгона или остановки.

В уравнение следует ввести коэффициент запаса K_3 , зависящий от колебания давления в силовом приводе, свойства заготовки и пр. Так, для электромеханических ПР $K_3 = 1 \dots 1,5$; для пневматических ПР $K_3 = 1,5 \dots 2$; при удержании заготовок со смещенным центром масс $K_3 = 2 \dots 2,5$; если коэффициент трения между схватом и заготовкой $f \leq 0,1$, то $K_3 > 2$. Для удобства расчетов коэффициент K_3 вводят в уравнение, умножая на него силы инерции и тяжести или моменты этих сил.

Ответ 8.15. В табл. 8.2 даны формулы для определения сил P , Q и W по схемам механических сватов, приведенным в табл. 8.1.

8.2. Формулы для определения сил P , Q и W механических сватов ПР

$Q = \frac{P_{ин}}{f + f_1} K_3$	$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $W = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1} \frac{a}{b},$ $W \frac{a}{b} \geq Q$
$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2} K_3$	$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $W = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1},$ $W \frac{a}{a+b} \geq Q/2$

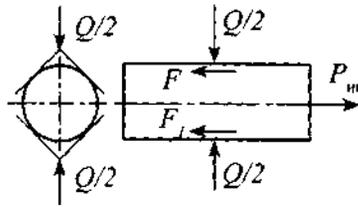
Продолжение табл. 8.2

$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $P = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) p \eta,$ $P \frac{a}{a+b} \geq Q$ <p style="text-align: center;">3</p>	$Q = \frac{P_{ин}}{f + f_1} K_3,$ $W = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1},$ $W \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi_2} \geq Q/2,$ $\operatorname{tg} \varphi_2 = f \frac{3l}{a}.$ <p style="text-align: center;">8</p>
$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta,$ $W \geq \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1},$ <p style="text-align: center;">4</p>	$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $W = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1},$ $W \frac{a}{b} \geq Q/2$ <p style="text-align: center;">9</p>
$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1} K_3,$ $P \frac{a}{b} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{a}{d} \geq Q$ <p style="text-align: center;">5</p>	$Q = \frac{P_{ин}}{f \sin \alpha_1 / 2 + f_1 \sin \alpha_1 / 2} K_3,$ $W = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi_1} - P_{пр},$ $W \frac{a}{b} \geq Q/2$ <p style="text-align: center;">10</p>

Ответ 8.16. На первом этапе составляем схему сил, действующих на объект во время перемещения и позиционирования объекта (заготовки) (см. рис. 8.11).

Из рис. 8.13 видно, что заготовку удерживают силы F и F_1 и смещает сила инерции $P_{ин}$. Величина сил трения F и F_1 зависит от силы Q , развиваемой рычагами схвата.

Рис. 8.13. Схема действия сил на объект (заготовку) во время позиционирования



Сила инерции действует в момент разгона и при остановке схвата с объектом (заготовкой). За малые промежутки времени скорость объекта становится равной нулю, а сила инерции $P_{ин}$ достигает значительной величины, в десятки и сотни раз превосходящей массу перемещаемого объекта (заготовки). Связь между количеством движения, приобретенным (или потерянным) телом, и импульсом действующей на него силы определяется формулой:

$$P_{ин}t = m(v - v_0),$$

где m – масса заготовки; v – скорость заготовки после остановки схвата; v_0 – скорость линейного перемещения схвата.

Теперь можно определить среднюю силу инерции ($P_{ин}$) за промежуток времени t , считая, что скорость заготовки после остановки схвата ПР равна нулю ($v = 0$):

$$P_{ин} = -\frac{mv_0}{t} = -\frac{Gv_0}{gt}$$

Из условия статического равновесия объекта, зажатого схватом $\sum \vec{P}_x = 0$, определим необходимую силу Q :

$$(F + F_1) - P_{ин} = 0.$$

Заменяя силу F на Q , получаем:

$$Q \operatorname{tg}\varphi + Q \operatorname{tg}\varphi_1 - P_{ин} = 0.$$

Так как $\operatorname{tg}\varphi = f$, а $\operatorname{tg}\varphi_1 = f_1$, то

$$Q = \frac{P_{ин}}{f + f_1}.$$

Заменяя $P_{ин}$ и вводя коэффициент запаса K_s , получаем:

$$Q = \left(\frac{Gv_0 K_s}{gt} \right) / (f + f_1).$$

Далее определяем диаметр поршня по силовой характеристике схвата. В нашем случае:

$$Q = 2W \frac{a}{b} = P \frac{a}{[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi]b},$$

заменяя Q и P , получаем:

$$\left(\frac{Gv_0 K_3}{gt} \right) / (f + f_1) = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{a}{[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi] b}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4Gv_0 K_3 [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi] b}{gt(f + f_1) \pi p \eta a}}$$

Необходимый диаметр поршня силового привода можно получить, изменяя угол наклона звеньев (α) и соотношение плеч a и b схвата.

9. ВЫВОД УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО ПРИВОДА

В зажимных механизмах используют различные силовые приводы, параметры которых определяют расчетным путем.

На первом этапе по чертежу прототипа выбранного студентом зажимного механизма описывают его работу, затем определяют, из каких простых механизмов состоит конструкция и составляют схему ЗМ. Для вывода уравнения вначале определяют необходимую силу закрепления заготовки, затем силу, развиваемую приводом. После чего решают выведенное уравнение относительно искомого звена: длины рукоятки винта, ключа, диаметра поршня, мощности электродвигателя и др. Решим несколько конкретных задач.

ВОПРОСЫ

Вопрос 9.1. Опишите назначение и работу оснастки, приведенной на рис. 9.1. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

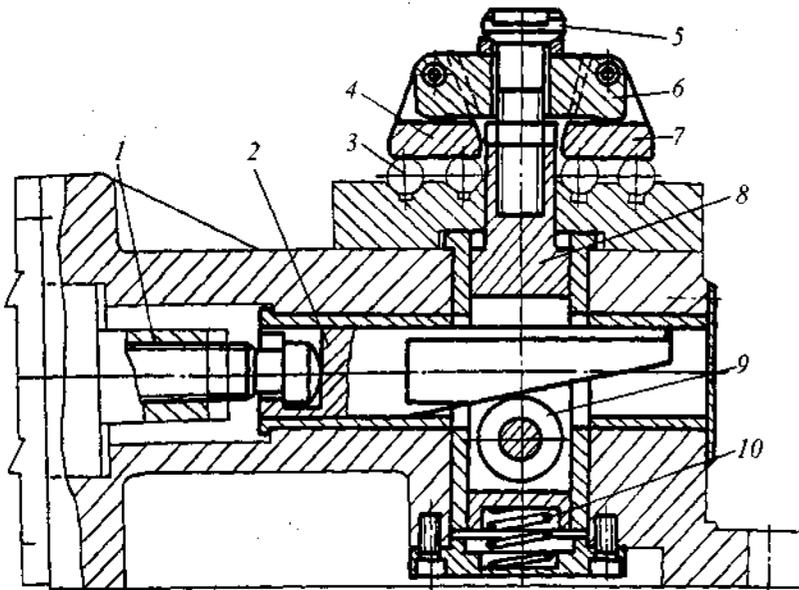


Рис. 9.1. Оснастка с комбинированным ЗМ (клиноплунжерного с многорычажным)

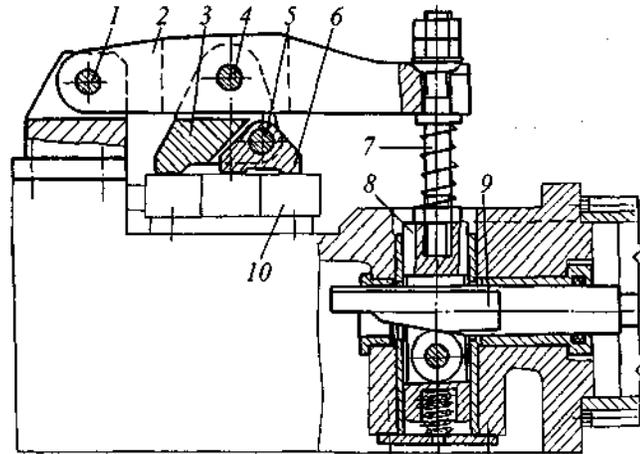


Рис. 9.2. Оснастка с комбинированным ЗМ (клиноплунжерного и многорычажного)

Вопрос 9.2. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.2. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.3. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.3. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

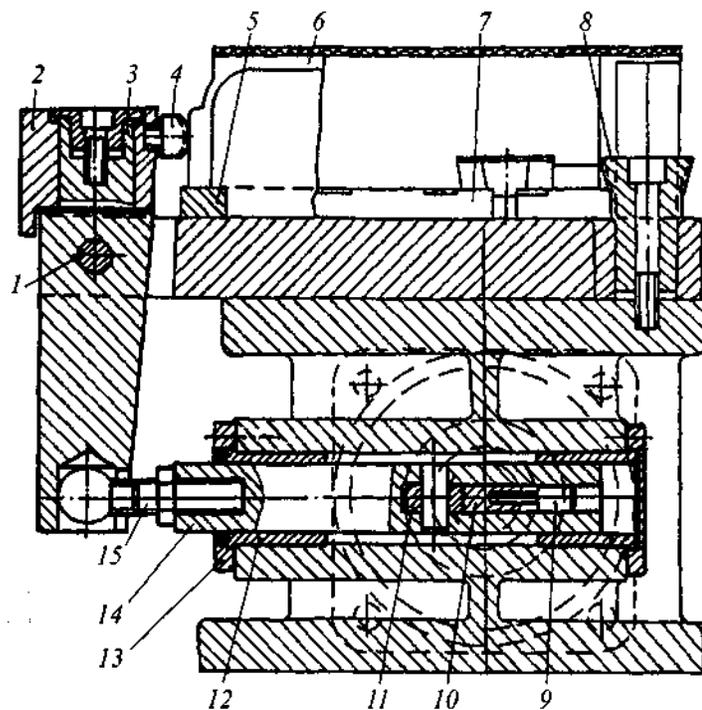


Рис. 9.3. Оснастка с комбинированным ЗМ (клиноплунжерного и рычажного)

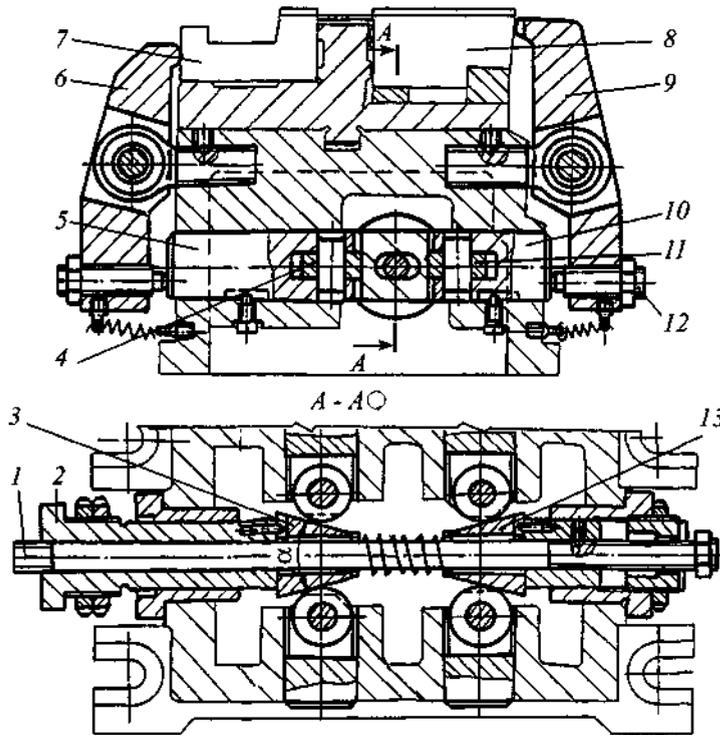


Рис. 9.4. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом (многоплунжерных клиновых и рычажных)

Вопрос 9.4. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.4. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.5. Опишите назначение и работу оснастки, приведенной на рис. 9.5. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.6. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.6. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.7. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.7. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

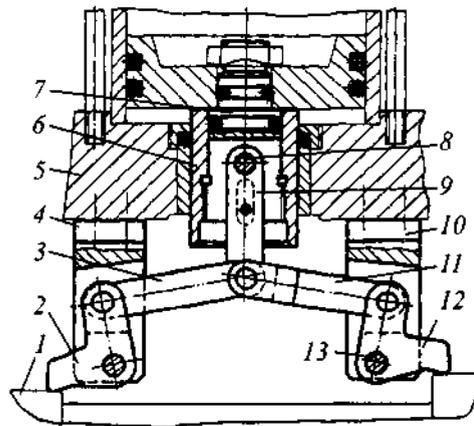


Рис. 9.5. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом (шарнирно-рычажного двухстороннего действия и рычажных)

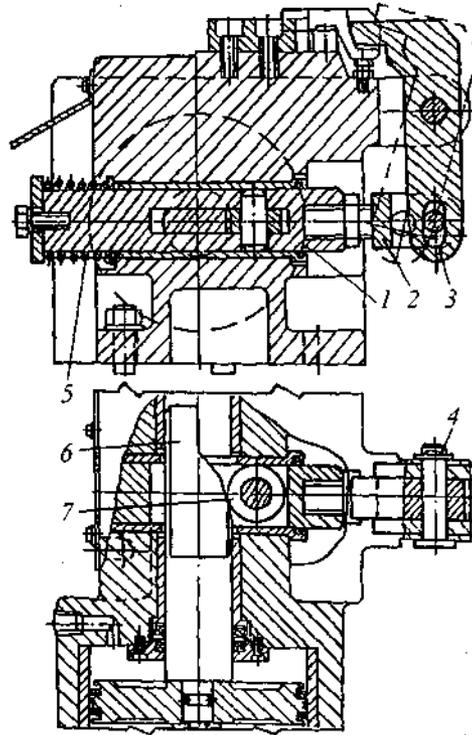


Рис. 9.6. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом

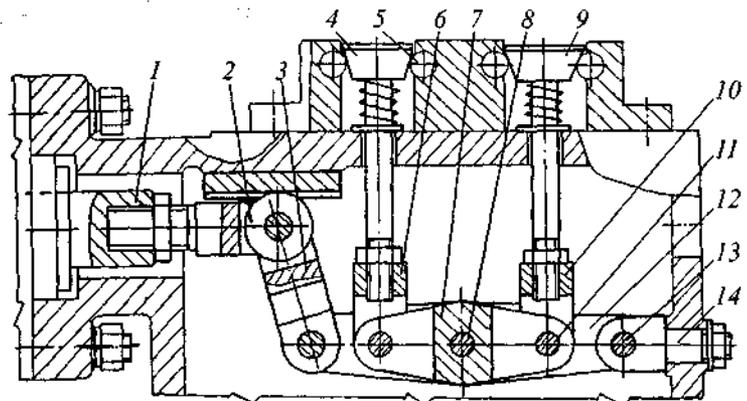


Рис. 9.7. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом

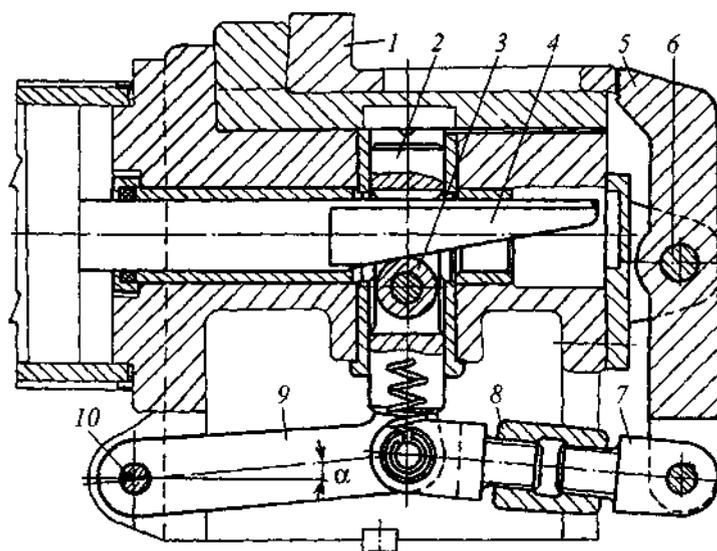


Рис. 9.8. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом

Вопрос 9.8. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.8. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.9. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.9. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

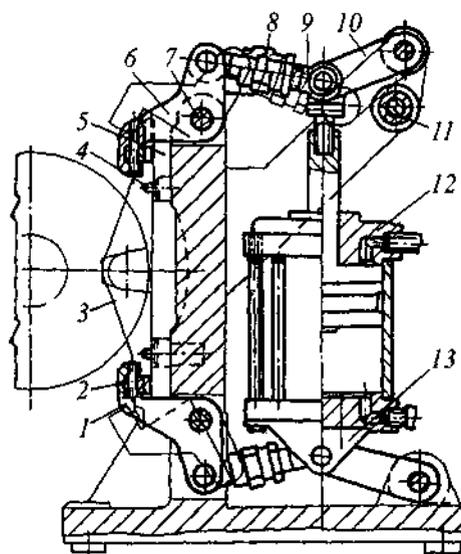


Рис. 9.9. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом

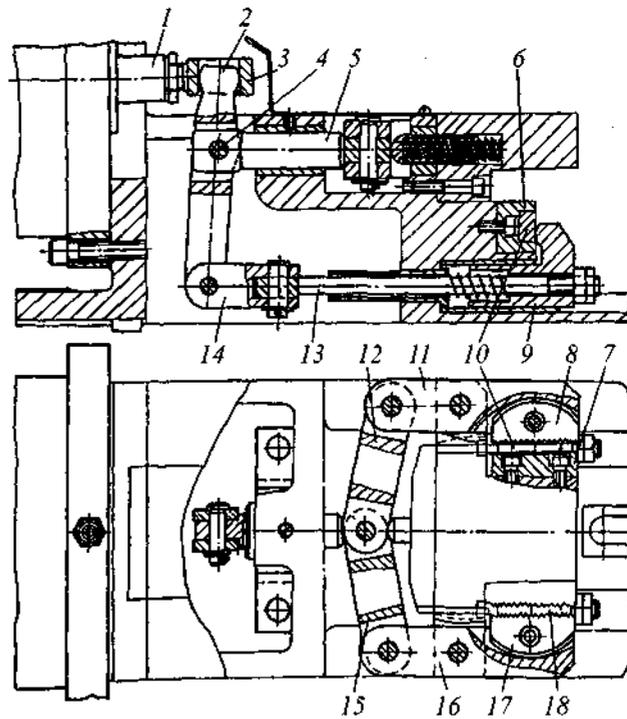


Рис. 9.10. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом (рычажный и шарнирно-рычажный двухстороннего действия)

Вопрос 9.10. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.10. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

Вопрос 9.11. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.11. Составьте расчетную схему с указанием сил, действующих на заготовку ЗМ и выведите уравнение для определения длины рукоятки ключа.

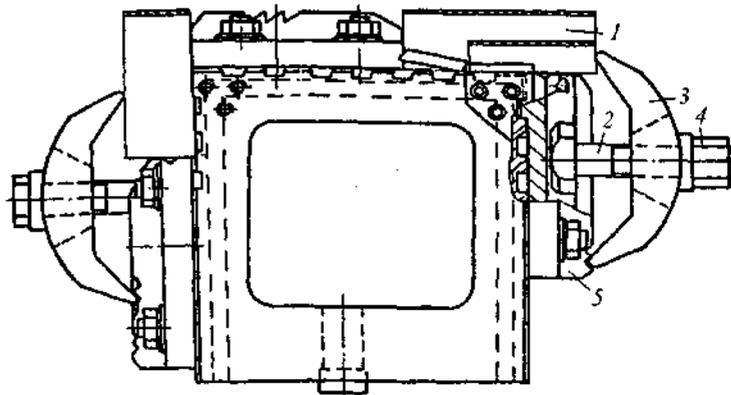


Рис. 9.11. Универсально-безналадочное приспособление с ручным приводом

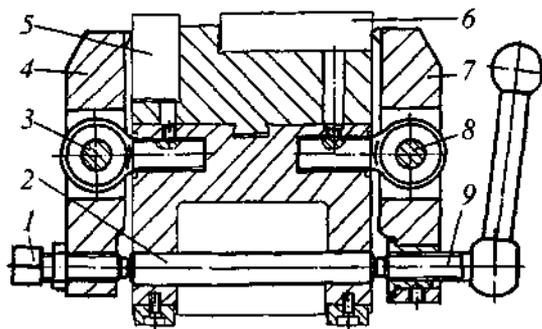


Рис. 9.12. Универсально-безналадочная оснастка с ручным приводом ЗМ

Вопрос 9.12. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.12. Составьте расчетную схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку, и выведите уравнение для определения длины рукоятки и диаметра зажимного винта.

Вопрос 9.13. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.13. Составьте расчетную схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку, и выведите уравнение для определения длины рукоятки гайки.

Вопрос 9.14. Составьте расчетную схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра механизма, приведенного на рис. 4.7, в.

Вопрос 9.15. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.14. Составьте расчетную схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра пневмоцилиндра.

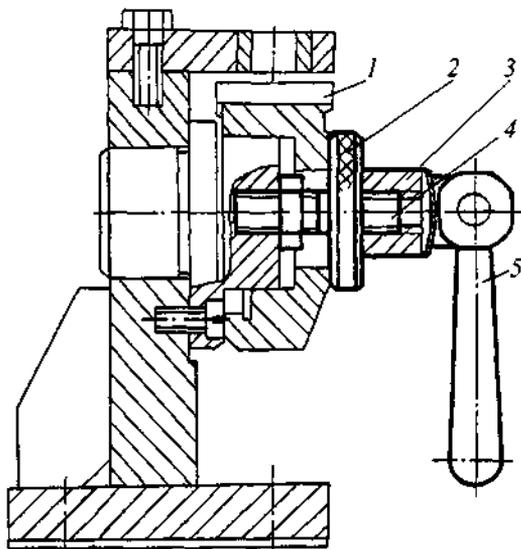


Рис. 9.13. Оснастка с ручным приводом зажимного механизма

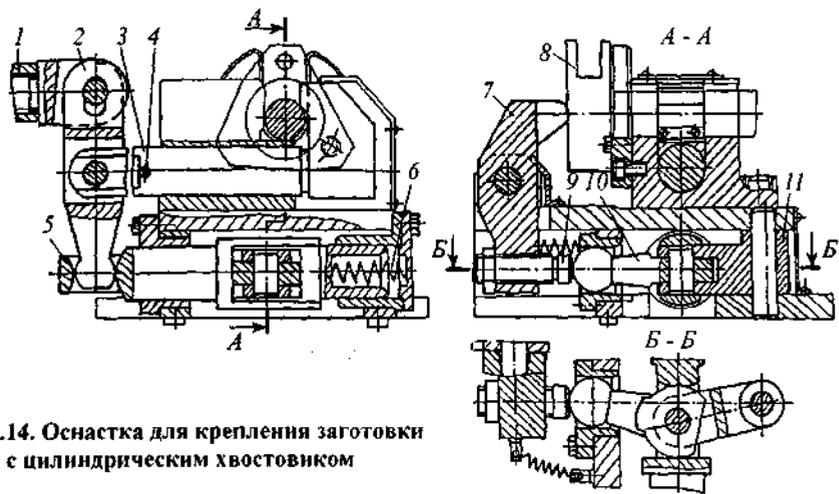


Рис. 9.14. Оснастка для крепления заготовки с цилиндрическим хвостовиком

Вопрос 9.16. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.15. Составьте схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку, и выведите уравнение для определения диаметра пневмопривода.

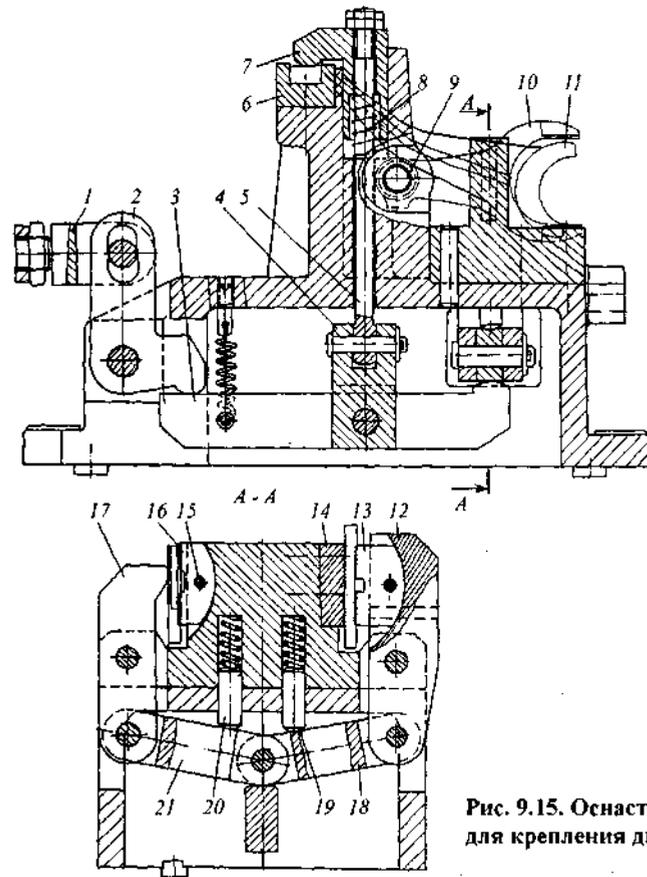


Рис. 9.15. Оснастка наладочная для крепления двух типов вилок

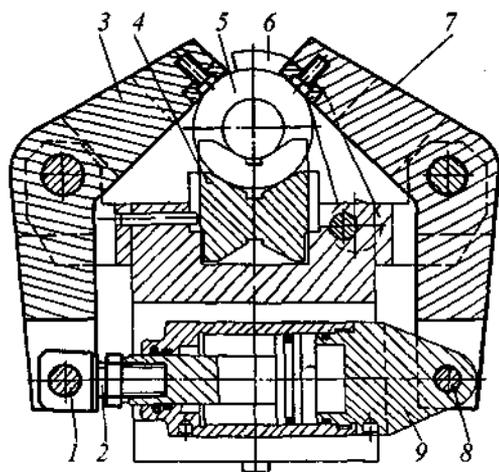


Рис. 9.16. Оснастка универсально-безналадочная с гидроприводом

Вопрос 9.17. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.16. Составьте расчетную схему ЗМ с указанием всех сил, действующих на заготовку. Выведите уравнение для расчета диаметра гидроцилиндра.

Вопрос 9.18. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.17. Составьте расчетную схему ЗМ с указанием всех сил, действующих на заготовку. Выведите уравнение для расчета диаметра гидроцилиндра.

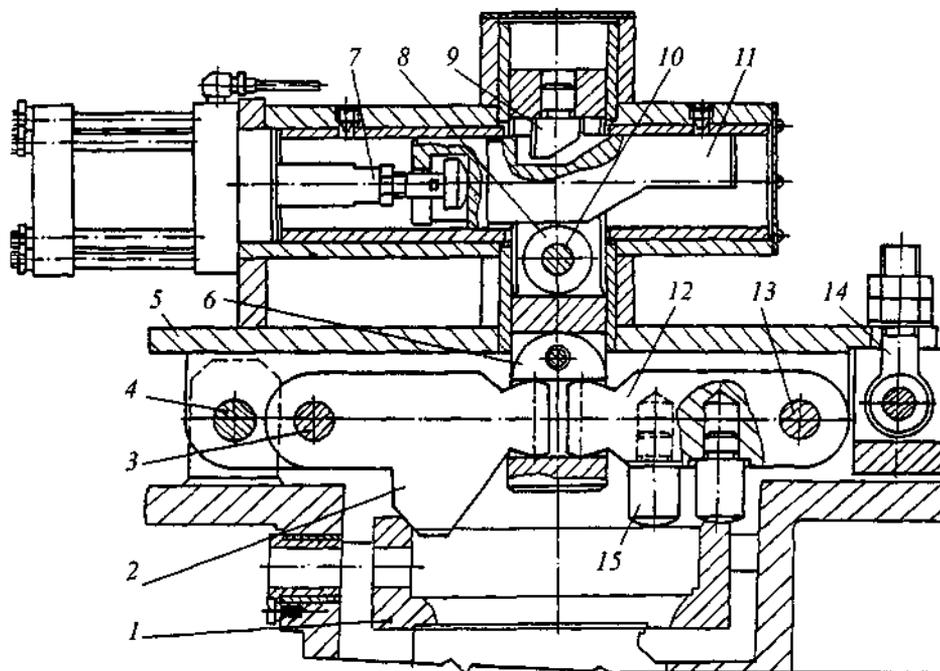


Рис. 9.17. Оснастка с комбинированным ЗМ

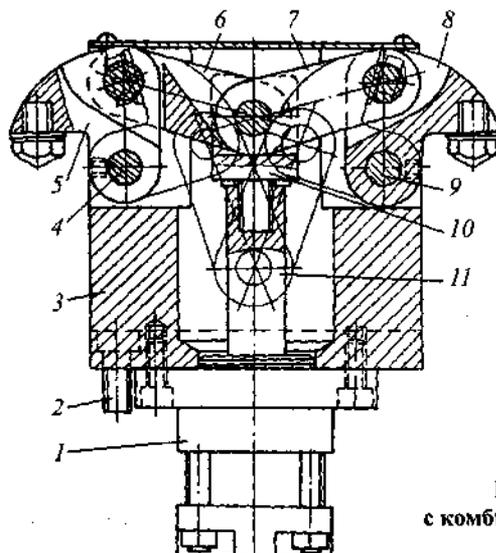


Рис. 9.18. Оснастка с комбинированным зажимным механизмом

Вопрос 9.19. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.18. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра гидро- и пневмопривода.

Вопрос 9.20. Опишите назначение и принцип действия оснастки, приведенной на рис. 9.19. Составьте схему ЗМ и выведите уравнение для определения диаметра гидропривода.

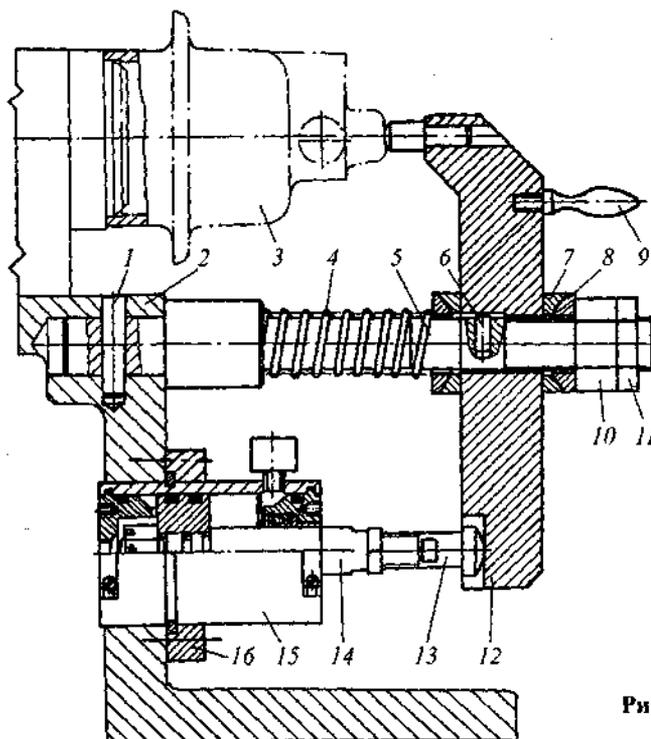


Рис. 9.19. Конструкция оснастки

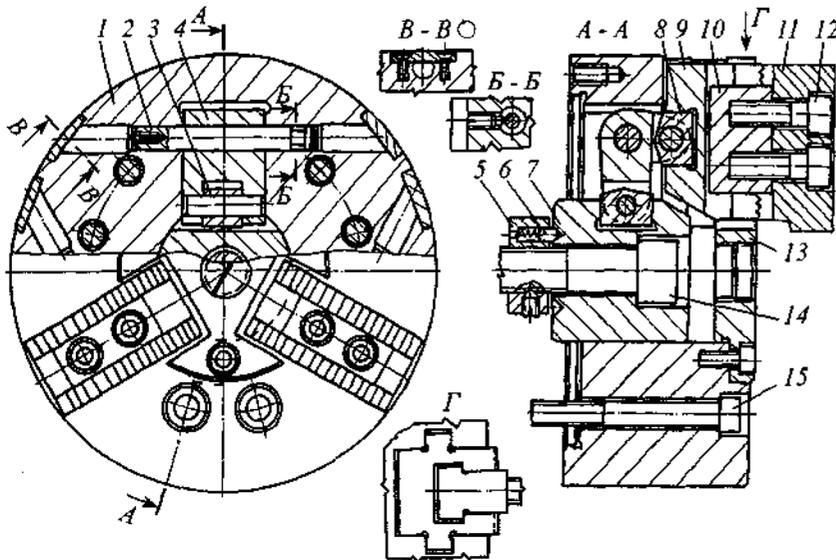


Рис. 9.20. Универсальный трехкулачковый рычажный патрон

Вопрос 9.21. Опишите назначение и принцип действия патрона, приведенного на рис. 9.20. Составьте схему ЗМ и определите необходимую силу крепления заготовки и силу тяги пневмопривода.

ОТВЕТЫ

Ответ 9.1. Оснастка (см. рис. 9.1) предназначена для крепления заготовок валов при фрезеровании лысок на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовки 3 крепят попарно планками 4 и 7. Сила закрепления на планки передается от штока 1 через клин 2, ролик 9, плунжер 8, винт 5 и коромысло 6.

При изменении диаметра заготовок 3 винтом 5 регулируют положение планок 4 и 7 по высоте. Для их отвода во время перезарядки приспособления предусмотрена пружина 10. Составляем схему ЗМ (рис. 9.21).

Необходимую силу закрепления Q для одной заготовки определяем из условия ее статического равновесия под действием моментов от сил резания и трения (в точках действия сил Q и R): $M_p - (F + 2F_1)d/2 = 0$.

Так как $F = Qf$, $F_1 = Rf_1$, а $R = Q/2\sin\alpha_1/2$, то:

$$Q = \frac{M_p K_3}{f + f_1 \sin\alpha_1 / 2 \cdot d / 2}$$

Сила на конце штока $P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta$, где p – давление в гидроцилиндре; η – КПД двигателя. Если $l_1 = l_2$; $l_3 = l_4$, то $W = 4Q$.

Из силовой характеристики клиноплунжерного механизма с роликом и двухопорным плунжером:

$$W = P \frac{1 - \text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \text{tg}\varphi_2}{\text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \text{tg}\varphi_1}$$

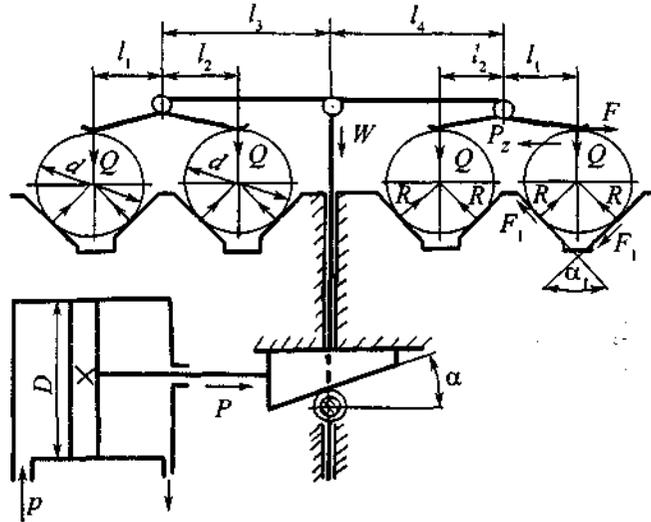


Рис. 9.21. Схема зажимного механизма

Заменяя Q и P и вводя коэффициент запаса, получаем:

$$\frac{4M_p K_3}{fd/2 + f_1(d/2)\sin\alpha_1/2} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})\operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{16M_p K_3 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1]}{(fd/2 + f_1(d/2)\sin\alpha_1/2)\pi p \eta [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})\operatorname{tg}\varphi_2]}}$$

Ответ 9.2. Оснастка (см. рис. 9.2) предназначена для крепления заготовок планок при фрезеровании пазов на горизонтально-фрезерном станке.

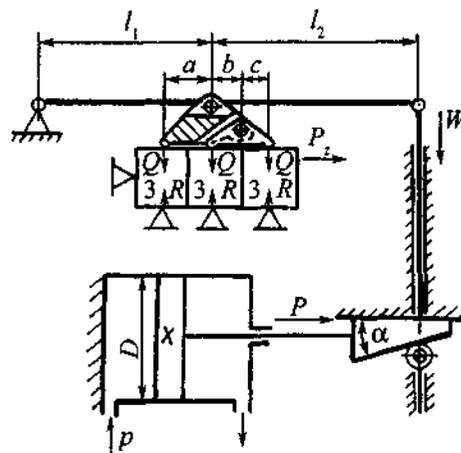


Рис. 9.22. Схема комбинированного зажимного механизма

Три заготовки крепят двумя коромыслами 6 и 3. Коромысло 6 вставлено в прорезь коромысла 3 и они соединены осью 5. Коромысло 3 вставлено в прорезь планки 2 и соединено с ней осью 4. Сила закрепления на коромысло передается от штока 9 с клином на конце через плунжер 8, винт 7 и планку 2, поворачивающуюся на оси 1. Составляем схему 3М (рис. 9.22).

Необходимую силу закрепления Q одной заготовки, при условии $a = b = c$, можно определить по уравнению:

$$Q = \frac{P_z K_3}{f + f_1}$$

Силу P на конце штока пневмопривода можно определить по уравнению:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta.$$

Соотношение силы W и P определяем по формуле:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Из условия $\sum \vec{M}_x = 0$ находим $W(l_1 + l_2) = 3Ql_1$, заменяя Q , W и P ,

$$\frac{\pi D^2}{2} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1} (l_1 + l_2) = \frac{3P_z K_3 l_1}{f + f_1}.$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{12P_z K_3 l_1 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1]}{(f + f_1) \pi p \eta (l_1 + l_2) [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2]}}.$$

Ответ 9.3. Оснастка (см. рис. 9.3) предназначена для крепления корпусной заготовки при фрезеровании плоскости на вертикально-фрезерном станке.

Заготовку 6 устанавливают на опоры 5 , 7 до упора в конусные планки 8 . Крепление производят двумя штырями 4 , закрепленными на качающейся планке 2 . Сила закрепления передается от штока пневмоцилиндра через клин 10 , ролик 11 , скалку 14 , винт 15 и качающийся на оси 1 рычаг 3 . Для направления скалки 14 предусмотрены две втулки 12 , а для ее отвода – штырь 9 . Составляем схему зажимного механизма (рис. 9.23).

Потребную силу закрепления Q и силу W на нижнем конце рычага с учетом силовой характеристики клиноплунжерного механизма определяем по уравнениям:

$$Q = \frac{P_z K_3}{f + f_1}; \quad W = Q \frac{a}{b}.$$

Используя силовую характеристику клиноплунжерного механизма

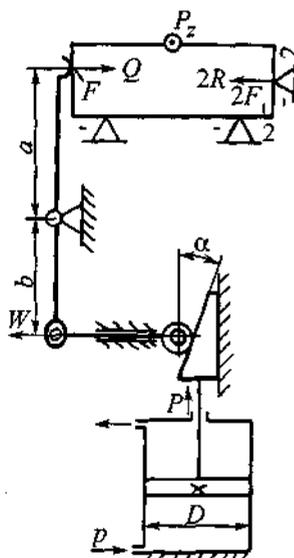


Рис. 9.23. Схема зажимного механизма

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1},$$

находим общее уравнение равновесия сил, действующих на механизм:

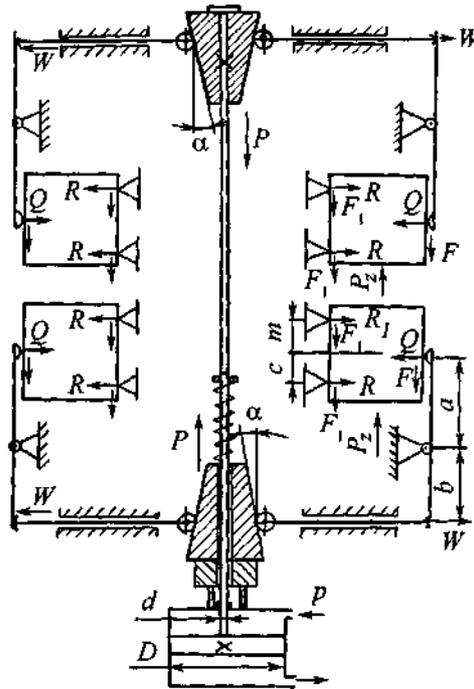
$$\frac{P_z K_3 a}{(f + f_1) b} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4P_2 K_3 a [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1]}{(f + f_1) b \lambda p \eta [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \operatorname{tg}\varphi_2]}}$$

Ответ 9.4. Оснастка (см. рис. 9.4) предназначена для крепления планок при фрезеровании их на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовки 7 и 8 крепят прихватами 6 и 9, положение которых регулируется винтами 12. Сила закрепления на прихваты передается: на клин 3 от корпуса гидроцилиндра через втулку 2, на клин 13 от штока гидроцилиндра через тягу 1. Далее от клиньев 3 и 13 через ролики 4 и 11, плунжеры 5 и 10 на прихваты. Составим схему зажимного механизма (рис. 9.24).



Если $c = m$, $R = R_1$, а необходимая сила закрепления заготовки

$$Q = \frac{P_2 K_3}{f + f_1}$$

Известно, что сила на штоке гидроцилиндра

$$P = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) p \eta$$

Соотношение между Q и W определяем из условия равновесия прихвата:

$$W = Q \frac{a}{b}$$

Из силовой характеристики клиноплунжерного механизма с роликом и двухпорным плунжером:

$$W = \frac{P}{2} \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \operatorname{tg}\varphi_{np2}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1}$$

Рис. 9.24. Схема комбинированного зажимного механизма

где $\operatorname{tg}\varphi_{np2} = 3(l/a_1) \operatorname{tg}\varphi_1$ (l – расстояние от средней точки контакта консольного плунжера с клином до середины направляющей плунжера; a_1 – длина направляющей консольного плунжера; $\operatorname{tg}\varphi_1$ – коэффициент трения на поверхностях двухпорного (неперекошенного) плунжера).

Сопоставляя значения сил W , полученных из условий равновесия прихвата и клиноплунжерного механизма, используя выражения для сил Q и P , с учетом закрепления четырех заготовок, получаем:

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \operatorname{tg}\varphi_{np2}}{2[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1]} = \frac{2P_2 K_3 a}{(f + f_1) b}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{16P_z K_3 a [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + \operatorname{tg}\varphi_1]}{(f + f_1) b \pi p \eta [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \operatorname{tg}\varphi_{\text{пр}2}]} + d^2}.$$

Ответ 9.5. Оснастка (см. рис. 9.5) предназначена для крепления корпусной заготовки при фрезеровании паза на вертикально-фрезерном станке.

Заготовку 1 крепят двумя прихватами 2 и 12, качающимися на осях 13. Сила закрепления на прихваты передается от штока 7 через ось 8 и звенья 9, 3, 11. Шток 7 выполнен в виде вилки, а для герметичности предусмотрена втулка 6. Корпуса 4 и 10 прихватов 2 и 12 прикреплены блоками к корпусу 5 приспособления. Составляем схему ЗМ (рис. 9.25).

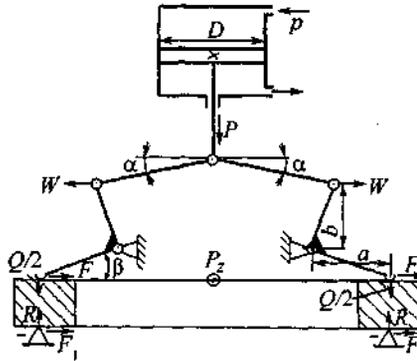


Рис. 9.25. Схема комбинированного зажимного механизма

Необходимая сила закрепления Q заготовки с учетом коэффициента запаса K_3 :

$$Q = \frac{P_z K_3}{f + f_1}.$$

Силу P на конце штока пневмопривода можно определить по уравнению:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta.$$

Силовая характеристика рычажно-шарнирного механизма:

$$W = \frac{P}{2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi}.$$

Соотношение между силами Q и W находим из условия $\sum \overline{M}_y = 0$: $Wb = \frac{Q}{2} a$, откуда $W = Qa/2b$.

Заменяя W , Q и P , получаем: $\frac{\pi D^2 p \eta}{4 \cdot 2} \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi} = \frac{P_z K_3 a}{(f + f_1) 2b}$.

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi] P_z K_3 a}{\pi p \eta (f + f_1) b}}.$$

Ответ 9.6. Оснастка (см. рис. 9.6) предназначена для крепления корпусной заготовки в призме с углом α_1 при фрезеровании плоскости.

Крепление заготовки осуществляется двуплечим рычагом 3, который соединен с клиноплунжерным механизмом вилкой 2, закрепленной на оси 4. Сила закрепления на прихват 3 передается от штока-клина 6 через ролик 7 и плунжер 1.

При раскреплении заготовки пружина 5 перемещает плунжер 1 влево и поворачивает прихват 3 в положение, показанное штриховой линией.

Рассмотрим вывод уравнения для определения диаметра пневмопривода 3М, схема которого приведена на рис. 9.26.

Силу P на конце штока пневмоцилиндра и необходимую силу закрепления Q одной заготовки можно определить по уравнениям:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta; \quad Q = \frac{2M_p K_3}{[f + f_1 \sin(\alpha_1/2)] d},$$

где α_1 – угол призмы; d – диаметр, по которому осуществляется закрепление заготовки.

По условию равновесия элементов 3М связь между силами Q и P может быть установлена через силу W :

$$W = Q \frac{a}{b}; \quad W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1},$$

Заменяя W, Q, P , получаем:

$$\frac{2K_3 M_p a}{[f + f_1 \sin(\alpha_1/2)] db} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{(\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1)}.$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{8K_3 M_p a [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1]}{[f + f_1 \sin(\alpha_1/2)] db p \eta [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2]}}.$$

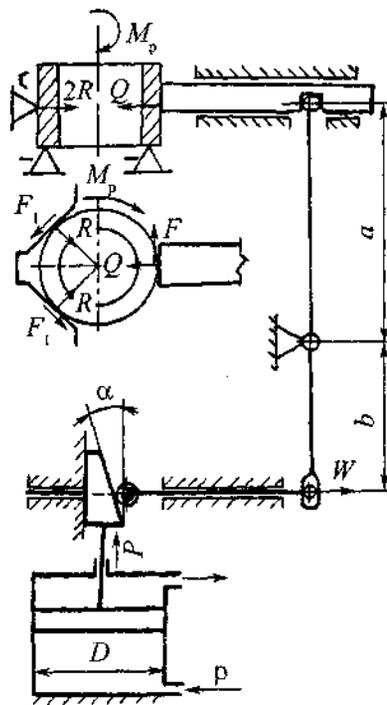


Рис. 9.26. Схема комбинированного зажимного механизма

Ответ 9.7. Оснастка (см. рис. 9.7) предназначена для крепления заготовок с цилиндрическим хвостовиком при фрезеровании лысок на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовки 5 устанавливают в отверстия (см. рис. 9.7) и крепят клиньями 4 и 9. Сила закрепления на них передается от штока 1 пневмоцилиндра через ролик 2, наклонное звено 3, рычаг 12 (качающийся на оси 13), ось 8, коромысло 7, оси 11 и серьги 6, 10. Составляем схему зажимного механизма (рис. 9.27).

Приравняв момент силы резания сумме моментов сил трения на опорах и клине, можно найти необходимую силу закрепления заготовки:

$$Q = \frac{K_3 P_2 d_1}{(f + f_1) d}.$$

Обычно $l_1 = l_2$, тогда $W_1 = 4Q/\sin(\alpha_1/2)$.

С помощью очевидного соотношения $W(a + b) = W_1 a$ и уравнения, связывающего силы W_1 и Q , находим:

$$W = W_1 \frac{a}{a + b} = \frac{4Q}{\sin(\alpha_1/2)} \frac{a}{a + b} = \frac{4Q}{\sin(\alpha_1/2)} \frac{a}{a + b}.$$

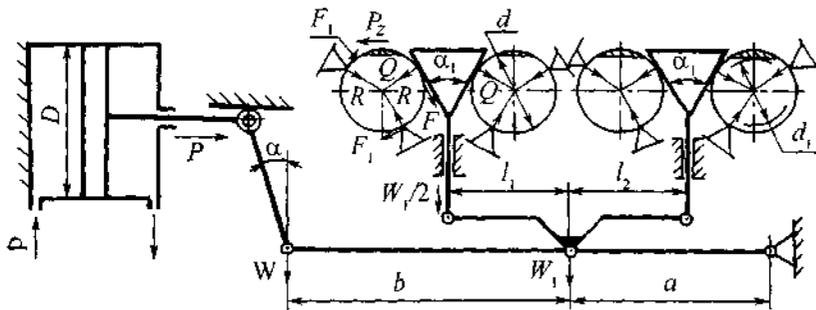


Рис. 9.27. Схема комбинированного зажимного механизма

Силловая характеристика однорычажного шарнирного механизма с роликом описывается уравнением $W = P \frac{l}{\text{tg}(\alpha + \beta) + \text{tg}\varphi_{\text{пр}}}$, которое после подстановки сил P и Q ($P = 0,25\pi D^2 p\eta$) получаем:

$$\frac{\pi D^2}{4} p\eta \frac{l}{\text{tg}(\alpha + \beta) + \text{tg}\varphi_{\text{пр}}} = \frac{4K_3 P_2 d_1}{d(f + f_1) \sin(\alpha_1 / d)} \frac{a}{a + b}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{16K_3 P_2 d_1 [\text{tg}(\alpha + \beta) + \text{tg}\varphi_{\text{пр}}] a}{d(f + f_1) \sin(\alpha/2) p\eta a + b}}$$

Ответ 9.8. Оснастка (см. рис. 9.8) предназначена для одновременного фрезерования двух плоскостей в заготовке планки на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовки 1 устанавливают на плоскую опору и крепят прихватом 5 , качающимся на оси 6 . Сила закрепления на прихват 5 передается от шток-клина 4 через ролик 3 , плунжер 2 , рычаги 9 и 7 . Стяжные гайки 8 регулируют угол положения рычагов 9 и 7 относительно оси 10 .

Составляем схему ЗМ, рис. 9.28.

Требуемую силу закрепления заготовки Q , соотношение между ней и силой W на конце прихвата, соотношение между силами P и P_1 , P_1 и W находим по следующим уравнениям.

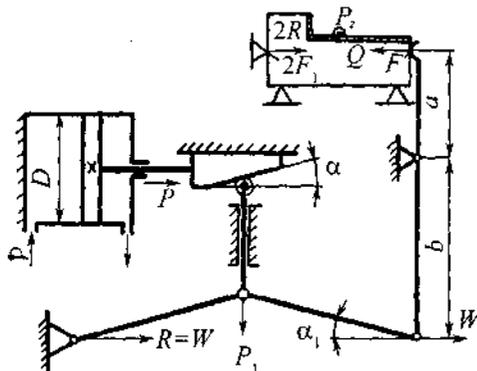


Рис. 9.28. Схема комбинированного зажимного механизма

Сила закрепления заготовки Q зависит от силы резания и сил трения:

$$Q = \frac{K_3 P_2}{f + f_1}$$

Для определения силы Q необходимо последовательно найти соотношения сил действующих в отдельных звеньях ЗМ:

$$W = Q \frac{a}{b}; \quad W = \frac{P_1}{2 \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta)}; \quad P_1 = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1}$$

Для надежного закрепления заготовки необходимо на штоке силового цилиндра создать силу, равную $P = 0,25 \pi D^2 p \eta$.

Используя равенство найденных для двух звеньев ЗМ сил W и значения сил P , Q и P_1 , получим:

$$\frac{\pi D^2}{8} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1} \frac{1}{2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)} = \frac{K_3 P_2}{f + f_1} \frac{a}{b},$$

откуда

$$D = \sqrt{\frac{8 K_3 P_2 a_1 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1]}{(f + f_1) p \eta \pi [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2]} \frac{a}{b} \operatorname{tg}[\alpha_1 + \beta]}.$$

Ответ 9.9. Оснастка (см. рис. 9.9) предназначена для фрезерования корпусной заготовки на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовку 3 устанавливают на два пальца 4 и крепят к опоре 5 качающимися планками 2, вмонтированными в рычаги 1 и 6. Сила закрепления на рычаг 1 передается от корпуса 12 пневмоцилиндра через шарнирно-рычажный механизм одностороннего действия 13, а на рычаг 6 от штока пневмоцилиндра через звенья 9 и 10 верхнего шарнирно-рычажного механизма также одностороннего действия. Длина звеньев 9 легко регулируется гайками 8, а упор 11 позволяет рычагу 6 при разжиме повернуться на оси 7 и освободить зону загрузки заготовок.

Составим схему ЗМ (рис. 9.29).

Требуемая сила закрепления заготовки и сила на штоке пневмоцилиндра:

$$Q = \frac{P_2 K_3}{f + f_1}; \quad P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta.$$

Из условия статического равновесия прихвата определяем: $W = Q \frac{a}{b}$. Силовая характеристика шарнирно-рычажного механизма двухстороннего действия:

$$W = \frac{1}{2} P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi}$$

Заменяя W , Q , P получаем:

$$\frac{P_2 K_3 a}{(f + f_1) b} = \frac{\pi D^2}{8} p \eta \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{8 P_2 K_3 a [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi]}{(f + f_1) b \pi p \eta}}$$

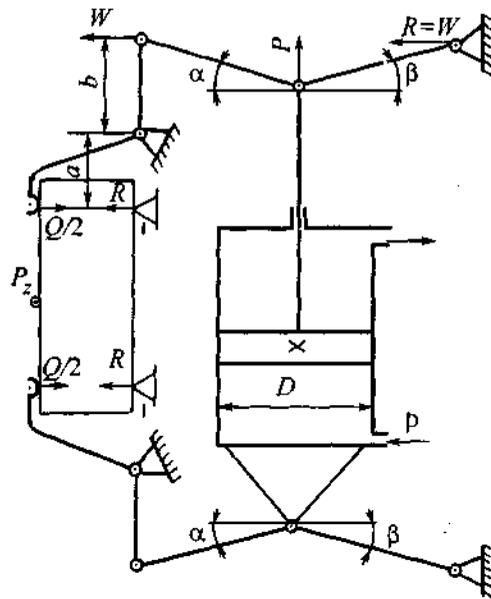


Рис. 9.29. Схема комбинированного зажимного механизма

Ответ 9.10. Оснастка (см. рис. 9.10) предназначена для фрезерования двух вилок на горизонтально-фрезерном станке.

Заготовки 10 и 18 устанавливают в пазы планок 6 до упора в опоры 7 и крепят двумя прихватами 8 и 17 и двумя Г-образными прихватами 9. Сила закрепления на Г-образные прихваты 9 передается от штока 1 пневмоцилиндра через вилку 3, рычаг 2, звено 14 и шарнирные винты 13. Одновременно сила закрепления передается на прихваты 8 и 17 через ось 4, плунжер 5, наклонные звенья 12, 15 и рычаги 11, 16.

Составляем схему ЗМ (рис. 9.30).

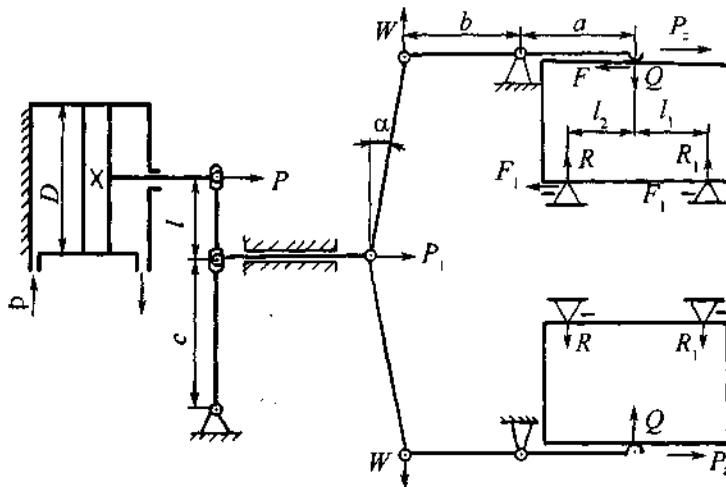


Рис. 9.30. Схема комбинированного зажимного механизма

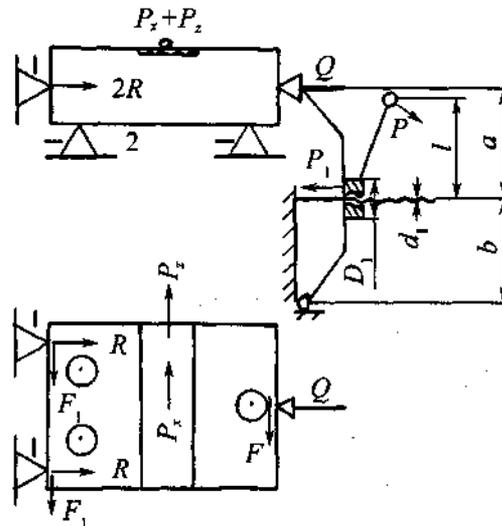


Рис. 9.31. Схема зажимного механизма с ручным приводом и сил, действующих на заготовку

Если $l_1 = l_2$, то $R = R_1$. Тогда потребную силу Q закрепления заготовки, соотношение между Q и W на прихвате, соотношение между силами P и P_1 на рычаге и штоке пневмоцилиндра можно определить по следующим уравнениям:

$$Q = \frac{P_2 K_3}{f + f_1}; \quad W = Q \frac{a}{b}; \quad P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta; \quad P_1 = P \frac{c+l}{c}.$$

Соотношение между W и P_1 определяется из силовой характеристики шарнирно-рычажного механизма двухстороннего действия:

$$W = P_1 \frac{1}{2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi}.$$

Приравняв значения сил W и подставив в полученное равенство силы Q , P , P_1 получаем:

$$\frac{P_2 K_3 a}{(f + f_1) b} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{c+l}{c} \frac{1}{2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi}.$$

Откуда

$$D = \sqrt{\frac{4 K_3 P_2 [2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi]}{\pi p \eta (f + f_1)} \frac{a}{b} \frac{c}{c+l}}.$$

Ответ 9.11. Оснастка (см. рис. 9.11) универсально-безналадочная предназначена для крепления планок при фрезеровании плоскостей или пазов.

Заготовку 1 крепят прихватом 3 при навинчивании гайки 4 на болт 2 . Положение прихвата регулируется по высоте перемещением болта 2 в опоре 5 .

Составим схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку во время фрезерования паза (рис. 9.31).

Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил относительно оси Y , т.е. $\sum \vec{P}_y = 0$, определяем необходимую силу ее крепления. Следует помнить, что заготовку смещают силы резания P_x и P_z , а удерживают силы трения F и F_1 .

$$-(P_z + P_x) + F + 2F_1 = 0 \text{ или } F + 2F_1 = P_z + P_x.$$

Так как $F = Qf$; $F_1 = Rf_1$; $R = Q/2$, заменяя, получаем $Qf + 2(Q/2)f_1 = P_x + P_z$.

Откуда с учетом коэффициента запаса K_3 : $Q = \frac{(P_x + P_z)K_3}{f + f_1}$.

Соотношение между силами Q и P определяем из условия статического равновесия прихвата, находящегося под действием двух моментов

$$Q(a+b) - P_1b = 0, \text{ откуда } P_1 = Q \frac{a+b}{b}.$$

Силу P , прилагаемую к рукоятке для получения необходимой силы закрепления Q , определяем из уравнения крутящих моментов

$$Pl = r_{cp}Q \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + M_{тр},$$

где r_{cp} – средний радиус резьбы, $0,45d_n$; α – угол подъема резьбы, в среднем $2^\circ 30'$; ρ – угол трения в резьбе, принимают $10^\circ 30'$.

Момент трения на опорном торце гайки определяем по уравнению

$$M_{тр} = \frac{1}{3} Qf \frac{D_1^3 - d_1^3}{D_1^2 - d_1^2}.$$

Длину рукоятки l ключа можно определить по уравнению

$$l = \frac{r_{cp}Q \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + M_{тр}}{P}.$$

Ответ 9.12. Специальное приспособление (см. рис. 9.12), предназначенное для фрезерования плоскостей планок с переустановкой.

Заготовку 5 крепят прихватом 4, а заготовку 6 – прихватом 7. Сила закрепления передается от винта 9 на прихват 4 через плунжер 2 и регулировочный винт 1; на прихват 7 – через гайку. При изменении толщины заготовок положение осей 3, 8 легко регулируется.

Составим схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку в процессе обработки, рис. 9.32.

Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием всех сил (проекция сил на ось Y), т.е. $\sum \vec{P}_y = 0$, определяем необходимую силу ее крепления:

$$Q = \frac{(P_x + P_z)K_3}{f + f_1}.$$

Силловая характеристика винтового зажимного устройства:

$$W = \frac{2Pl}{d_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)},$$

где P – сила рабочего на конце рукоятки; d_{cp} – средний диаметр резьбы; α – угол подъема резьбы, в среднем $2^\circ 30'$; ρ – угол трения в резьбе, принимают $10^\circ 30'$.

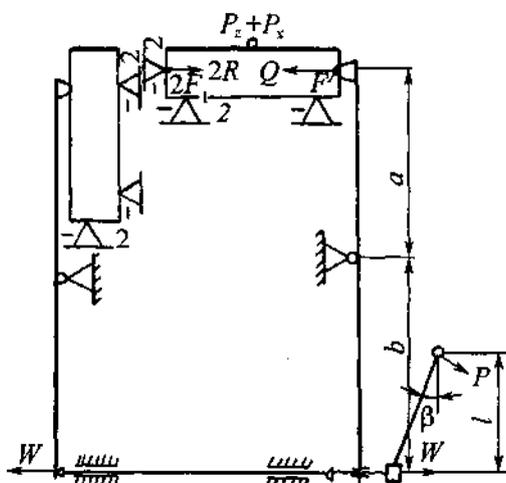


Рис. 9.32. Схема зажимного механизма с ручным приводом и сил, действующих на заготовку

Из условия статического равновесия прихвата, нагруженного двумя моментами, определяем: $W = Q \frac{a}{b}$.

Заменяя W и Q , получаем:

$$\frac{2Pl}{d_{\text{сп}} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} = \frac{(P_z + P_x) K_3 a}{(f + f_1) b}$$

Решая это уравнение относительно l , получаем:

$$l = \frac{(P_z + P_x) K_3 a d_{\text{сп}} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{2(f + f_1) b}$$

Тогда длина рукоятки $L = l / \cos \beta$.

Номинальный (наружный) диаметр винта определяют по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma}}$$

где σ — напряжение растяжения (сжатия).

Ответ 9.13. Специальная оснастка (см. рис. 9.13) с винтовым зажимом, предназначенная для крепления заготовки при сверлении двух отверстий в корпусе подшипника.

Заготовку l устанавливают на штырь до упора в левый торец. Крепление осуществляют гайкой 3 с ломающейся рукояткой 5. Сила закрепления на заготовку передается от гайки через быстросъемную шайбу 2, которую надевают на винт 4.

Составим схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку (рис. 9.33).

Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием моментов от всех сил, действующих относительно оси Y , определяем необходимую силу ее крепления:

$$- [P_x (l_1 + d/2) + P_2 l_2] + 3F d_3 / 2 + 3F_1 d_2 / 2 = 0$$

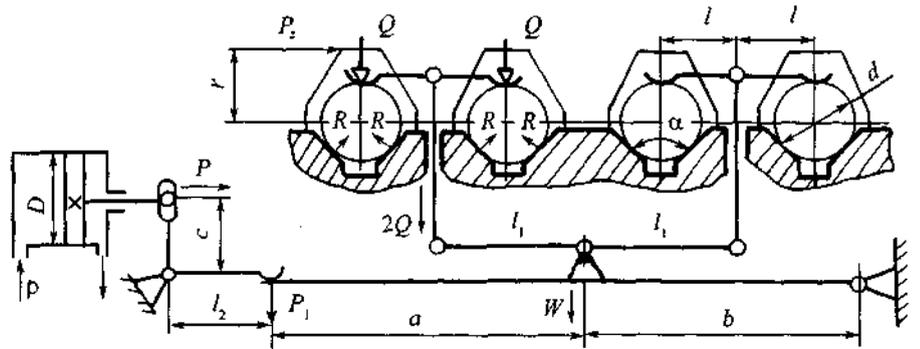


Рис. 9.34. Схема рычажного зажимного механизма с указанием сил, действующих на заготовку

Сила на оси коромысла: $W = 4Q$. Из условия статического равновесия $Wb - P_1(a+b) = 0$; $Pc - P_1l_2 = 0$.

$$\text{Откуда } P_1 = W \frac{b}{a+b}, \quad P = P_1 \frac{l_2}{c} = W \frac{bl_2}{(a+b)c}.$$

$$\text{Заменяя } W, P_1, P \text{ и } Q, \text{ получаем: } \frac{\pi D^2}{4} p \eta = \frac{8P_2 r K_3 b l_2}{(f \sin \frac{\alpha}{2} + f_1) \frac{d}{2} (a+b)c}.$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{32P_2 r K_3 b l_2}{(f \sin \frac{\alpha}{2} + f_1) d \pi p \eta (a+b)c}}.$$

Ответ 9.15. Специальная оснастка (см. рис. 9.14) с вынесенным пневмоцилиндром на лапках, предназначена для крепления заготовок при фрезеровании пазов под сателлиты в трехгранной головке вала.

Заготовку 8 устанавливают на призму и ромбический штырь, а крепят Г-образным прихватом 3 и прихватом 7. Сила закрепления передается от штока 1 через рычаг 2 на прихват 3, далее через двухрычажный шарнирный механизм одностороннего действия (вилка 5, звенья 10 и 11) и винт 9 на прихват 7. Штифт 4 ограничивает отход прихвата 3, а пружина 6 отводит прихват 7 во время раскрепления заготовки. После обработки первого паза заготовку переустанавливают, поворачивая на 120° .

Составляем схему комбинированного ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку (рис. 9.35). Силой закрепления Г-образным прихватом пренебрегаем и на схеме не показываем.

Силу закрепления Q , ее соотношение с силой на конце прихвата W , соотношение сил P и P_1 находим по уравнениям:

$$Q = \frac{P_2 d_1 K_3}{fd}; \quad W = Q \frac{a}{b} = \frac{P_2 d_1 K_3 a}{fdb}; \quad P_1 = P \frac{l}{c}.$$

Для двухрычажных механизмов одностороннего действия

$$W = P_1 \frac{1}{2[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi]}.$$

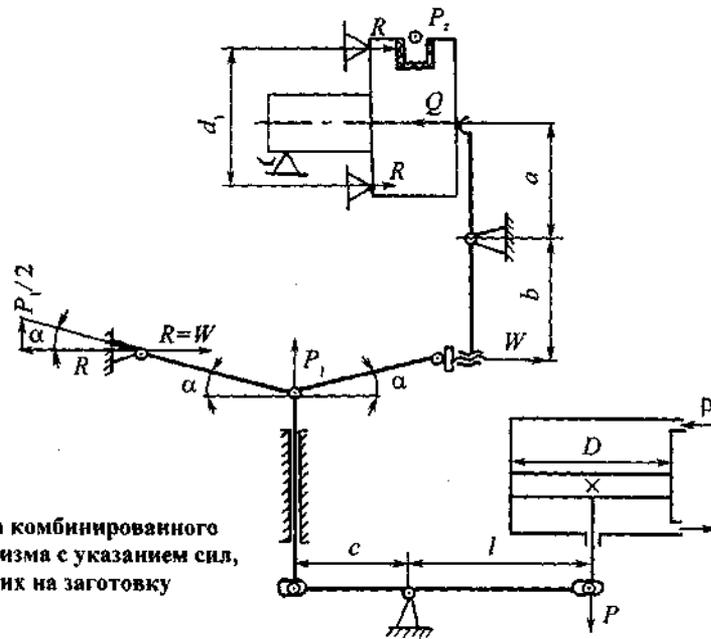


Рис. 9.35. Схема комбинированного зажимного механизма с указанием сил, действующих на заготовку

Приравнявая силы W , получаем:
$$\frac{\pi D^2}{4} \rho \eta \frac{l}{c} \frac{1}{2 \operatorname{tg}[(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi]} = \frac{P_2 d_1 K_3 a}{f d b}$$

Решая уравнение относительно D , получаем:
$$D = \sqrt{\frac{8 P_2 d_1 K_3 a c [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi]}{f d b \rho \eta l}}$$

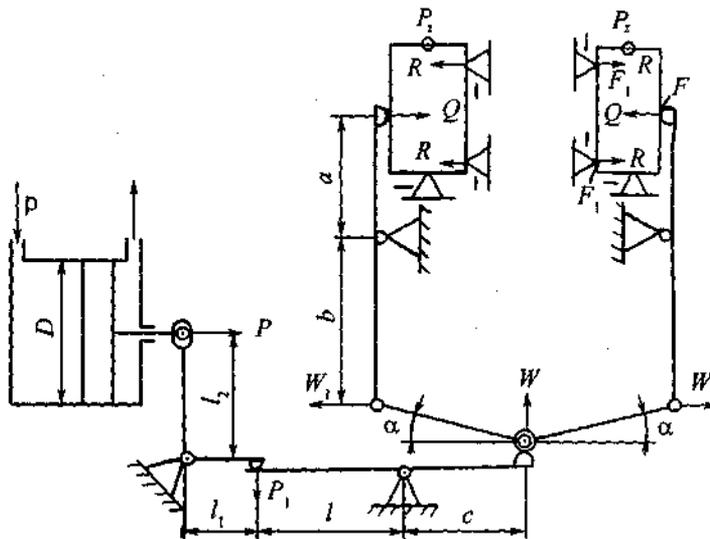


Рис. 9.36. Схема комбинированного зажимного механизма с указанием сил, действующих на заготовку

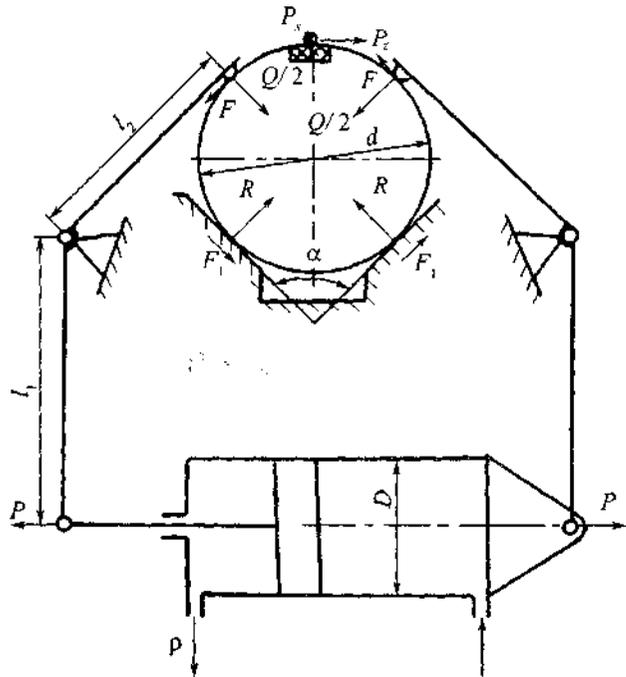


Рис. 9.37. Схема комбинированного зажимного механизма и сил, действующих на заготовки

Ответ 9.16. Специальная оснастка (см. рис. 9.15) с вынесенным универсальным пневмоприводом, предназначена для крепления вилок переключения частоты вращения коробки скоростей при фрезеровании боковых поверхностей.

Заготовки 10 и 11 устанавливаются одну на штырь 9 и планку 6, упираясь боковой поверхностью в планку 14 и поджимая качающейся опорой 13, вторую – на П-образную опору 6, качающуюся на оси 15. Крепят заготовку Г-образным прихватом 7, затем двумя прихватами 12 и 17. Сила закрепления передается от штока пневмоцилиндра через серьгу 1, двухплечий рычаг 2 и коромысло 3. Далее через вилку 4 и шарнирный болт 5 на прихват 7, а через звенья 21 и 18 на прихваты 12 и 17. Во время раскрепления заготовок пружина 8 поднимает прихват 7, а плунжеры 19 и 20 возвращают звенья 18 и 21.

Составим схему комбинированного зажимного механизма (рычажных и шарнирно-рычажного). Так как Г-образный прихват осуществляет крепление заготовки далеко от места обработки, то его действием можно пренебречь (рис. 9.36).

Требуемую силу закрепления Q , соотношение между Q и W_1 , между силами P и P_1 находим по уравнениям:

$$Q = \frac{P_1 K}{f + f_1}; \quad W = Q \frac{a}{b}; \quad R = R_1 = \frac{Q}{2}; \quad P_1 = P \frac{l_2}{l_1}; \quad W = P_1 \frac{l}{c} = P \frac{l_2 l}{c l_1}.$$

Для двухрычажных механизмов двухстороннего действия $W_1 = \frac{W}{2[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi]}$.

Заменяя W_1 , W , P , Q , получаем:

$$\frac{P_z K_3 a}{(f + f_1) b} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{l_2 l}{c l_1} \frac{1}{2[\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi]}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{8 c l_1 [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg} \varphi] P_z K_3 a}{l_2 l p \eta (f + f_1) b}}$$

Ответ 9.17. Оснастка (см. рис. 9.16) универсально-безналадочная с гидроприводом предназначена для крепления заготовок валов при фрезеровании шпоночных пазов на шпоночно-фрезерных станках.

Заготовку 5 устанавливают на призму 4 до упора 6 и крепят прихватами 3 и 7. Усилие крепления на прихват 3 передается от шток-поршня гидроцилиндра через вилку 2 и ось 1, а на прихват 7 – через проушину 9 и ось 8.

Для увеличения диапазона диаметров, обрабатываемых заготовок призма 4 переустанавливается на 180° .

Составим схему зажимного механизма (рис. 9.37).

Необходимую силу крепления Q заготовки можно определить по уравнению:

$$Q = \sqrt{Q_{P_z}^2 + Q_{P_x}^2},$$

где Q_{P_z} – необходимая сила крепления заготовки при учете силы резания P_z , создающая момент резания; Q_{P_x} – необходимая сила закрепления заготовки при учете силы резания P_x , смещающая заготовку в направлении подачи.

Силу Q_{P_z} и Q_{P_x} определяем из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием моментов от сил P_z , P_x , F и F_1 :

$$-P_z d / 2 + (2F + 2F_1) d / 2 = 0; \quad -P_x + 2(F + F_1) = 0.$$

Так как $F = (Q/2) \operatorname{tg} \varphi$; $F_1 = R \operatorname{tg} \varphi_1$; $R = Q/2$; $\operatorname{tg} \varphi = f$; $\operatorname{tg} \varphi_1 = f_1$, то с учетом коэффициента запаса

$$Q_{P_z} = \frac{K_3 P_z d_1}{(f + f_1) d}$$

Аналогично получаем

$$Q_{P_x} = \frac{K_3 P_x}{f + f_1}$$

Полная сила крепления заготовки

$$Q = \sqrt{Q_{P_z}^2 + Q_{P_x}^2} = \sqrt{\left(\frac{K_3 P_z d_1}{(f + f_1) d}\right)^2 + \left(\frac{K_3 P_x}{f + f_1}\right)^2}$$

Из условия статического равновесия прихватов $Q/2 = P l_1 / l_2$.

Сила P силового цилиндра, необходимая для закрепления заготовки, равна $P = 0,25 \pi D^2 p \eta$, тогда диаметр поршня цилиндра D может быть рассчитан по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{2Q l_2}{\pi \eta p l_1}}$$

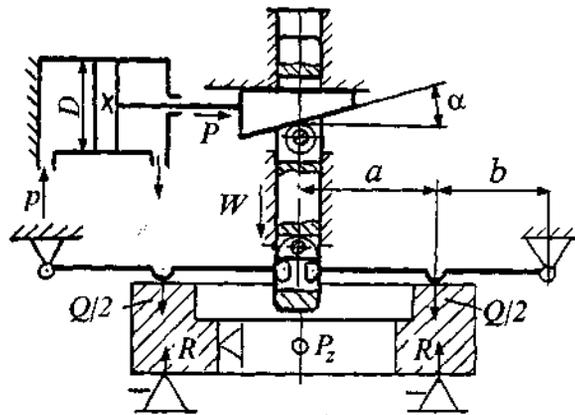


Рис. 9.38. Схема комбинированного зажимного механизма и сил, действующих на заготовку

Решая это уравнение относительно D , получаем: $D = \sqrt{\frac{4Ql_2}{\pi \eta p l_1}}$.

Ответ 9.18. Оснастка (см. рис. 9.18) предназначена для крепления корпусной заготовки при ее обработке на расточном станке. ЗМ выполнен комбинированным: клиноплунжерный с двумя рычажными, которые смонтированы на откидном корпусе 5.

Заготовку 1 крепят рычагом 2, качающимся на оси 3 и рычагом 12 (со штырем 15), качающимся на оси 13 (см. рис. 9.17). Сила закрепления на планке передается от штока 7 гидроцилиндра через клин 11, ролик 8, вращающийся на оси 10, скалку и качалку 6. Во время съема заготовки корпус 5 зажимного устройства поворачивают на оси 4 против часовой стрелки. После установки новой заготовки корпус 5 устанавливают как показано и крепят винтом 14.

Составим расчетную схему с указанием сил, действующих на заготовку (рис. 9.38).

Требуемая сила закрепления заготовки: $Q = \frac{P_z K_3}{(f + f_1)}$.

Сила на штоке гидропривода $P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta$. Из условия равновесия прихватов, находим: $W = Q \frac{b}{a+b}$; для двухопорных клиноплунжерных механизмов с роликом силовая характеристика определяется уравнением:

$$W = P \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1}$$

Заменяя Q , P и W , получаем:

$$\frac{P_z K_3 b}{(f + f_1)(a+b)} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg} \varphi_1}$$

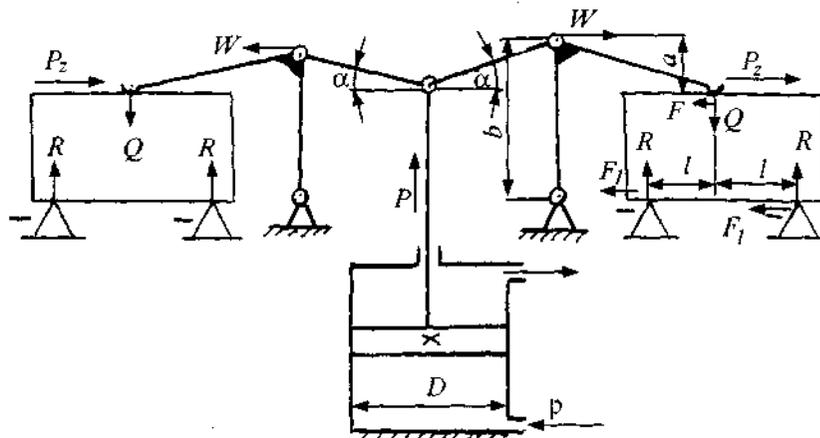


Рис. 9.39. Схема комбинированного зажимного механизма и сил, действующих на заготовки

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4P_2 K_3 b [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) + \operatorname{tg}\varphi_1]}{(f + f_1) \pi p \eta (a + b) [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{np}}) \operatorname{tg}\varphi_2]}}$$

Ответ 9.19. Оснастка (см. рис. 9.18) представляет собой универсальный агрегатный зажимной механизм для крепления заготовок корпусов. ЗМ состоит из двух механизмов: шарнирно-рычажного двухстороннего действия и двух рычажных. Его используют в сборно-разборной оснастке.

В конструкции зажимного механизма предусмотрено два прихвата 5 и 8, которые поворачиваются на осях 4 и 9, серьгами 6 и 7, во время перемещения штока 11 гидро- или пневмоцилиндра 1. Серьги 6 и 7 соединены со штоком 11 вилкой 10. Для крепления корпуса 3 к плите приспособления предусмотрены винты 2.

Составим расчетную схему с указанием сил, действующих на заготовку (рис. 9.39).

Требуемая сила закрепления заготовки: $Q = \frac{P_2 K_3}{(f + f_1)}$.

Сила на штоке гидропривода $P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta$.

Из условия статического равновесия прихвата определяем: $Wb = Q(a + b)$, откуда

$$W = Q \frac{(a + b)}{b}$$

Силавая характеристика шарнирно-рычажного механизма двухстороннего действия:

$$W = \frac{1}{2} P \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi}, \text{ заменяя } W, P \text{ и } Q, \text{ получаем:}$$

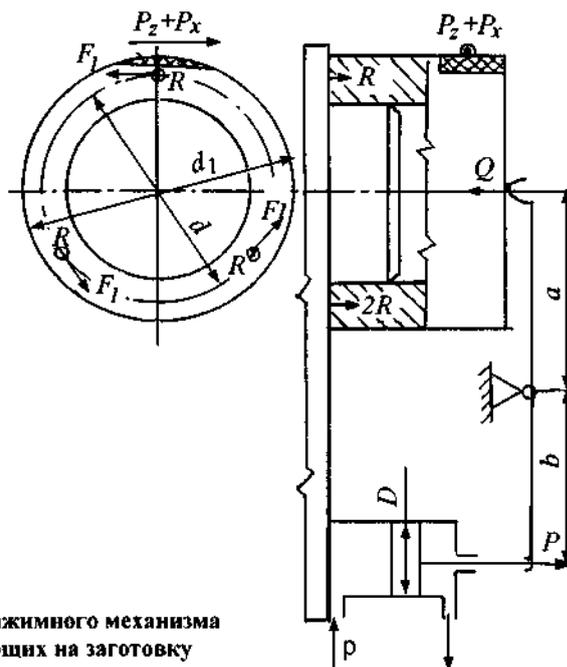


Рис. 9.40. Схема зажимного механизма и сил, действующих на заготовку

$$\frac{P_z K_3 (a+b)}{(f+f_1)b} = \frac{\pi D^2}{8} p \eta \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha+\beta) + \operatorname{tg}\varphi}$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

$$D = \sqrt{\frac{8[\operatorname{tg}(\alpha+\beta) + \operatorname{tg}\varphi] P_z K_3 (a+b)}{\pi p \eta (f+f_1)b}}$$

Ответ 10.20. Оснастка (см. рис. 9.19) предназначена для крепления корпусной заготовки. ЗМ выполнен рычажным с гидроприводом.

Заготовку 3 устанавливают на палец и крепят прихватом 12. Сила закрепления на него передается от гидроцилиндра 15 через шток 14 и регулировочный винт 13. Гидроцилиндр прикреплен к корпусу 2 приспособления фланцем 16, а опорный винт 5 — штифтом 1. Положение прихвата 12 легко регулируется гайками 10, 11.

Во время раскрепления прихват поворачивают рукояткой 9. Угол поворота ограничен штифтом 6. Пружина 4 удерживает прихват, а конические и сферические шайбы 7, 8 обеспечивают качение прихвата во время крепления.

Составляем схему ЗМ с указанием сил, действующих на заготовку (рис. 9.40).

Для определения диаметра D гидропривода вначале необходимо определить требуемую силу Q крепления заготовки. Ее определяем из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием моментов от сил резания P_x , P_z и сил трения F и F_1 .

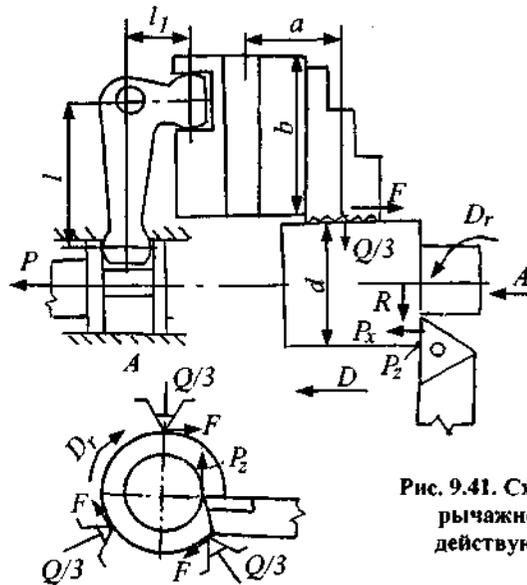


Рис. 9.41. Схема трехкулачкового рычажного патрона и сил, действующих на заготовку

Для определения диаметра D гидропривода, вначале необходимо определить требуемую силу Q крепления заготовки. Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием моментов от сил резания P_x, P_z и сил трения F и F_1 имеем

$$Q = \frac{K_3(P_z + P_x)d_1}{f_1 d},$$

а из условия статического равновесия прихвата $Q = P b / a$.

Сила на штоке гидропривода $P = 0,25\pi D^2 p \eta$. Приравнявая выражения для сил Q , получаем

$$\frac{K_3(P_z + P_x) a d_1}{f_1 b d} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta,$$

откуда определяем необходимый диаметр D силового цилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4K_3(P_z + P_x) a d_1}{\pi p \eta f_1} \frac{1}{b d}}.$$

Сила трения F не создает удерживающего момента из-за того, что сила крепления Q сосредоточена в одной точке. Необходимо в конструкции прихвата 12 использовать качающуюся пяту взамен штыря с сферической головкой.

Ответ 9.21. Патрон (см. рис. 9.20) трехкулачковый универсальный рычажный самоцентрирующий предназначен для крепления заготовок широкой номенклатуры и на различных станках. Чаще его используют на токарных и токарно-револьверных станках.

Заготовки устанавливают между кулачками 11 до упора во фланец 13 или ступени кулачков. Крепление осуществляют тремя кулачками 11 при перемещении втулки 7 винтом 14 влево. При этом ползушки 3 поворачивают рычаги 4 на осях 2 по часовой стрелке, а ползушки 8 перемещают ползуны 9 с кулачками 11 к центру патрона. Ползуны 9

притерты в Т-образных направляющих корпуса 1 (см. вид Г), а к ползунам сцентрированы Т-образными шпонками 10 сменные кулачки 11 и прикреплены винтами 12. Винтом 14 крепят втулку 7 к тяге пневмопривода, а гайка 5 и плунжер 6 предусмотрены для установки винта 14 в резьбовое отверстие пневмотяги. Винтами 15 крепят переходную планшайбу.

Составим схему для расчета патрона, рис. 9.41. Из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием силы P_x и моментов от силы P_z , определяем необходимые силы закрепления Q_{P_x} и Q_{P_z} .

Для определения необходимой силы крепления Q_{P_x} составим уравнение статического равновесия заготовки:

$$-P_x + 3F = 0,$$

так как $F = \frac{Q_{P_x}}{3} f$, то, заменяя F на Q , получаем:

$$-P_x + 3 \frac{Q_{P_x}}{3} f = 0.$$

Решая это уравнение относительно Q , получаем $Q_{P_x} = \frac{P_x}{f}$.

Для определения необходимой силы закрепления заготовки Q_{P_z} составляем уравнение статического равновесия заготовки:

$$-P_z R + 3Ff = 0,$$

так как $F = \frac{Q_{P_z}}{3} f$, то, заменяя F на Q , получаем: $-P_z R + 3 \frac{Q_{P_z}}{3} f \frac{d}{2} = 0$. Решая это

уравнение относительно Q_{P_z} , получаем $Q_{P_z} = \frac{2P_z R}{fd}$.

Силы резания P_x и P_z действуют на заготовку одновременно, следовательно, необходимую силу закрепления заготовки определим по уравнению $Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2}$.

Из схемы трехкулачкового патрона (рис. 9.41) зависимость между силой тяги P и силой крепления заготовки Q с учетом потери на трение при перекосе ползуна с кулачками можно записать уравнением

$$P = K_1 \left(1 + \frac{3af}{b} \right) \frac{l_1}{l} Q.$$

10. МНОЖИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Множительные головки к универсальным станкам бывают различной конструкции: стационарные, которые обеспечивают одновременный ввод одинаковых или разных по назначению инструментов; поворотные (револьверные), позволяющие последовательно вводить в работу разные по размеру, но однородные по назначению инструменты.

Множительные головки бывают специальные и универсальные. Специальные головки предназначены для обработки заготовок с определенным расположением отверстий или пазов (отверстия могут находиться в одной плоскости или в разных), поэтому шпиндели таких головок не могут изменять свое положение. Универсальные головки допускают в определенных пределах изменение расположения рабочих шпинделей.

Вращение шпинделей множительной головки должно быть: при обработке отверстий – по часовой стрелке; при нарезании резьбы – по и против часовой стрелки. Таким образом, если головки шпинделя получают вращение от ведущего колеса с внешним зацеплением, то передача к зубчатым колесам шпинделей осуществляется через паразитные зубчатые колеса; а, если от ведущего колеса с внутренним зацеплением, то непосредственно к зубчатым колесам рабочих шпинделей.

Универсальные множительные головки предназначены для обработки различных типов поверхностей. Их используют в серийном производстве и при применении групповой обработки различных заготовок. Специальные множительные головки часто применяют совместно с оснасткой, в которой устанавливают и крепят конкретные заготовки.

Использование универсальных и специальных головок позволяет значительно повысить производительность механической обработки заготовок. Однако, учитывая высокую стоимость их проектирования и изготовления, применение множительных головок должно быть обосновано технико-экономическим расчетом.

В работе [15] приведены 42 типовые кинематические схемы множительных головок с зубчатыми колесами внешнего и внутреннего зацепления с однорядным и двухрядным расположением зубчатых колес, типовые конструкции инструментальных шпинделей, ведущих колес внешнего и внутреннего зацепления, валы паразитные с однорядным и двухрядным расположением зубчатых колес и другие узлы. Также приведены компоненты некоторых универсальных и специальных множительных головок, поэтому в этом разделе пособия ограничимся рассмотрением оригинальных конструкций для различных станков и их расчетом.

Представляют определенный интерес множительные головки с раздвижными шпинделями, у которых отсутствует перекок рабочих шпинделей под нагрузкой; множительные головки для многопозиционной обработки заготовок; резьбонарезные и револьверные головки.

Многошпиндельные головки для нарезания резьбы несколько отличаются от обычных сверлильных, так как должны обеспечивать подачу метчиков в зависимости от шага резьбы. Кроме того, в практике машиностроительных заводов получили распространение и комбинированные головки для одновременного сверления, зенкерования, нарезания резьбы и т.п. При этом используют обгонные муфты или качающиеся на кронштейнах паразитные зубчатые колеса, изменяющие направление вращения метчиков при возврате головки, поскольку вращение других инструментов должно оставаться прежним.

Делая расчет кинематической схемы множительного механизма, необходимо помнить, что подача шпинделя станка должна отставать или опережать шаг нарезаемой резьбы на 2 ... 4 %.

При нарезании резьб с различным шагом и диаметром необходимо в кинематической схеме головки предусмотреть одинаковую минутную подачу для различных метчиков. Минутная подача в комбинированных головках определяется подачей резьбонарезного инструмента.

Второй путь принудительной подачи резьбонарезных шпинделей с метчиками – применение копирных винтов, обеспечивающих возвратно-поступательное движение головки при реверсировании станка.

Для одновременного сверления и нарезания резьб в одних и тех же заготовках используют комбинированные головки. Так как ими выполняются две операции – сверление отверстий и нарезание резьбы, то используются одновременно различные инструменты – сверла и метчики. При выводе инструмента из заготовки необходимо изменить направление вращения только метчиков (направление вращения сверл оставлять прежним). Для этой цели используют различные конструкции механизмов, но чаще муфты обгона и качающиеся дополнительные паразитные зубчатые колеса.

ВОПРОСЫ

Вопрос 10.1. Чем отличаются конструкции инструментальных множительных головок, приведенных на рис. 10.1.

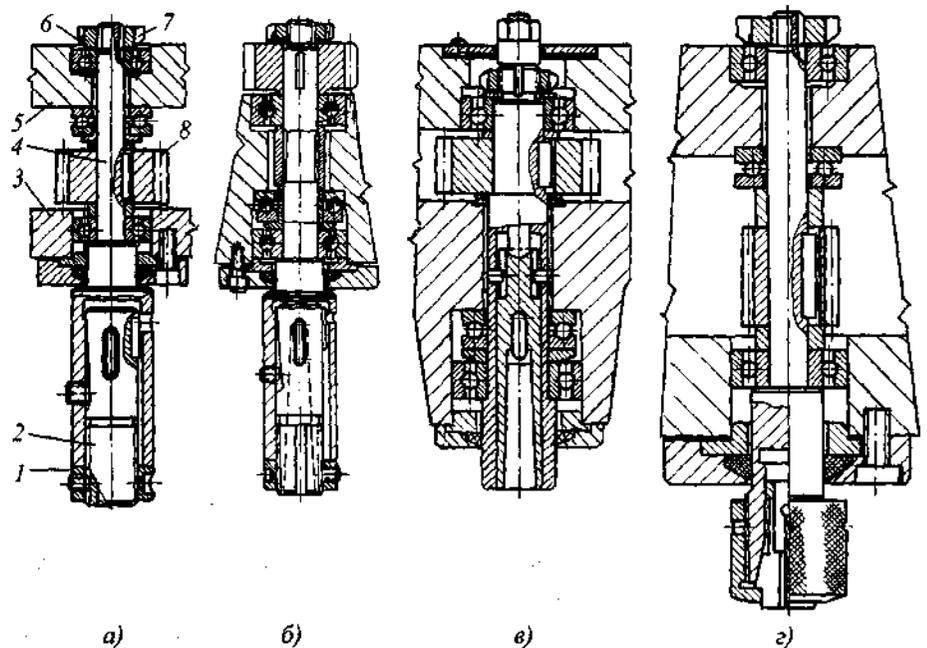


Рис. 10.1. Инструментальные шпиндели множительных головок

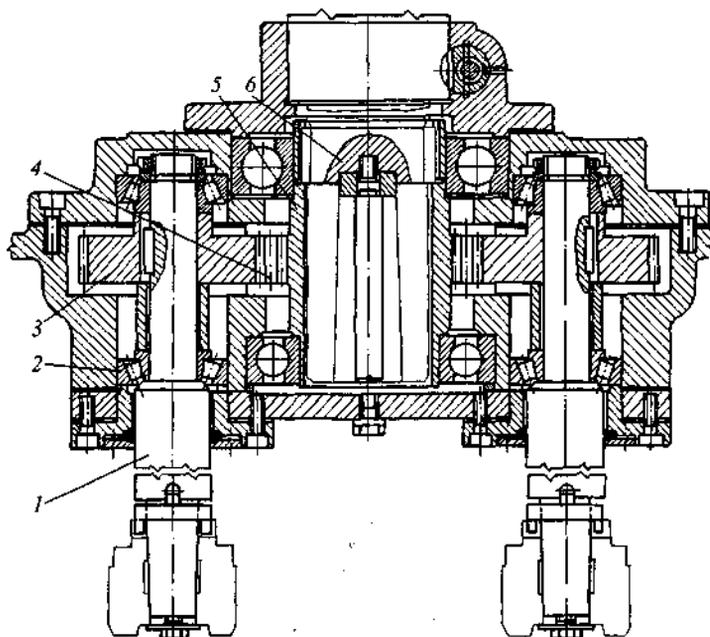


Рис. 10.2. Двухшпindelная головка

Вопрос 10.2. Опишите назначение и принцип действия двухшпindelной головки, приведенной на рис. 10.2.

Вопрос 10.3. Опишите принцип действия двухшпindelной головки, приведенной на рис. 10.3. Каковы особенности ее конструкции?

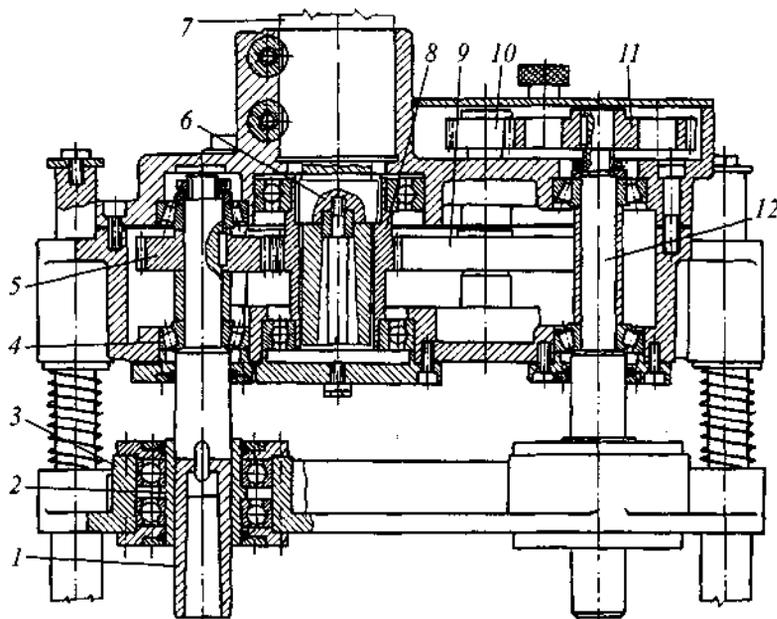


Рис. 10.3. Двухшпindelная головка

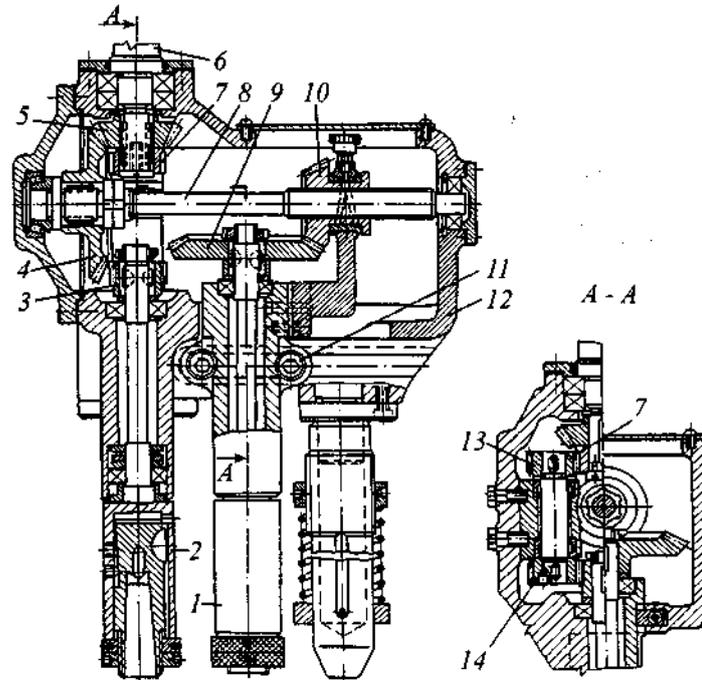


Рис. 10.4. Двухшпindelная головка с одним раздвижным шпинделем

Вопрос 10.4. Каково назначение и принцип работы двухшпindelной головки, приведенной на рис. 10.4. Ее недостатки.

Вопрос 10.5. Назовите особенности конструкции и работы четырехшпindelной головки, приведенной на рис. 10.5.

Вопрос 10.6. Каково назначение и особенность конструкции множительной головки, приведенной на рис. 10.6.

Вопрос 10.7. Чем отличается конструкция множительной головки, приведенной на рис. 10.7, от нормализованных? Как регулируется расстояние между шпинделями?

Вопрос 10.8. Опишите назначение и принцип работы наладки к вертикально-сверлильному станку, приведенной на рис. 10.8. Конструкция поворотных столов.

Вопрос 10.9. Каковы особенности конструкции и работы множительных головок к многопозиционным наладкам, приведенных на рис. 10.9.

Вопрос 10.10. Каковы назначение и особенность работы множительной головки, приведенной на рис. 10.10? Предусмотрена ли возможность реверсирования одного из шпинделей (какого) для вывертывания метчика?

Вопрос 10.11. Каковы назначение и особенность работы множительной головки, приведенной на рис. 10.11?

Вопрос 10.12. Каковы особенность конструкции и принцип работы множительной головки, показанной на рис. 10.12. Возможно ли одновременное нарезание резьб с разными шагами?

Вопрос 10.13. Как происходит подача метчиков головки, показанной на рис. 10.13, и каков принцип ее работы?

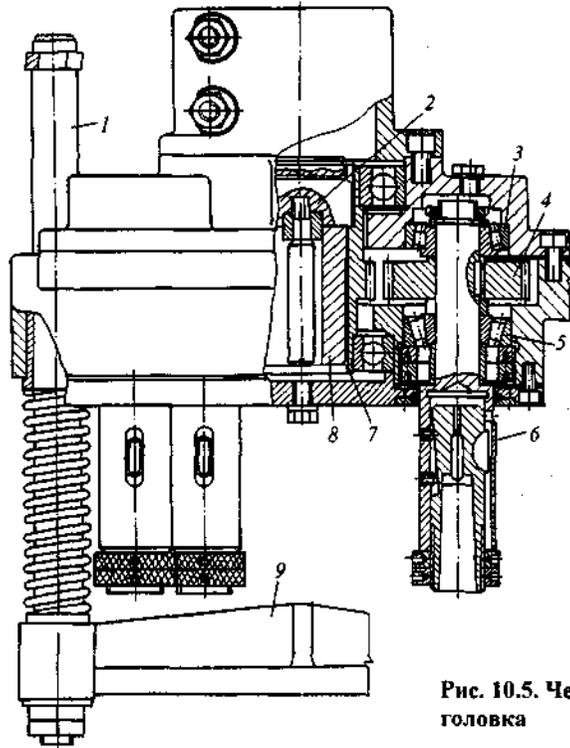


Рис. 10.5. Четырехшпindelная головка

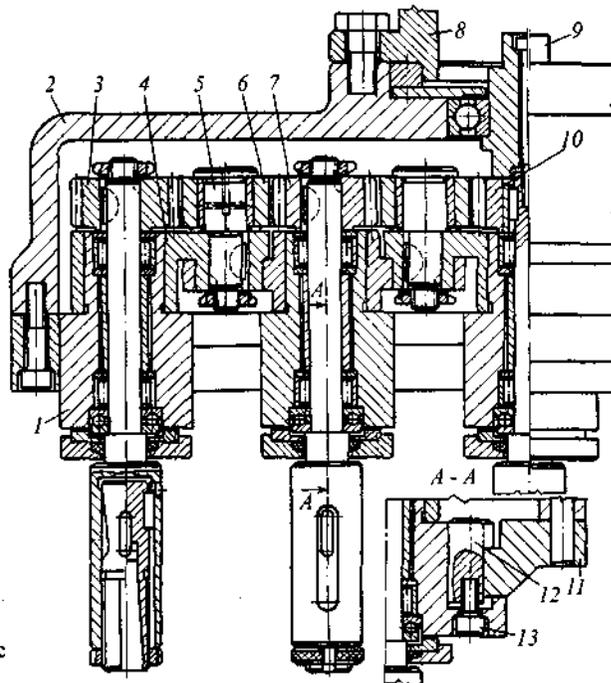


Рис. 10.6. Множительная головка с раздвижными шпинделями

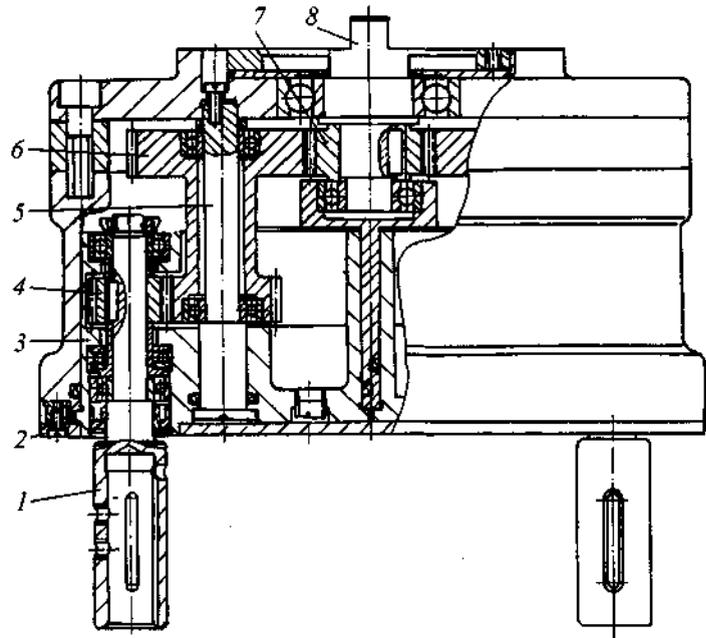


Рис. 10.7. Двухшпindelная множительная головка с раздвижными шпинделями

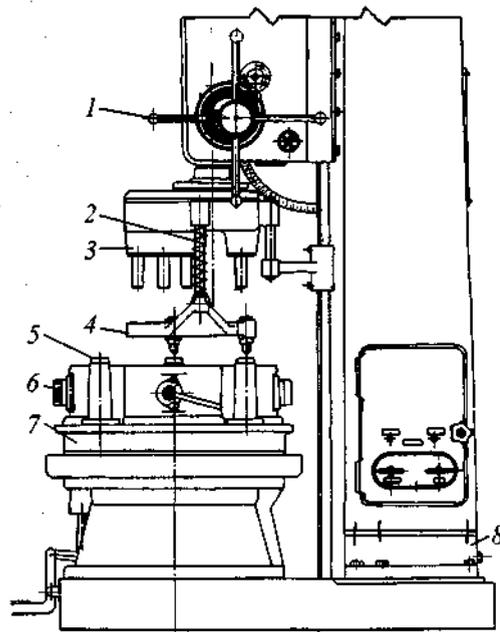


Рис. 10.8. Трехпозиционная наладка к вертикально-сверильному станку

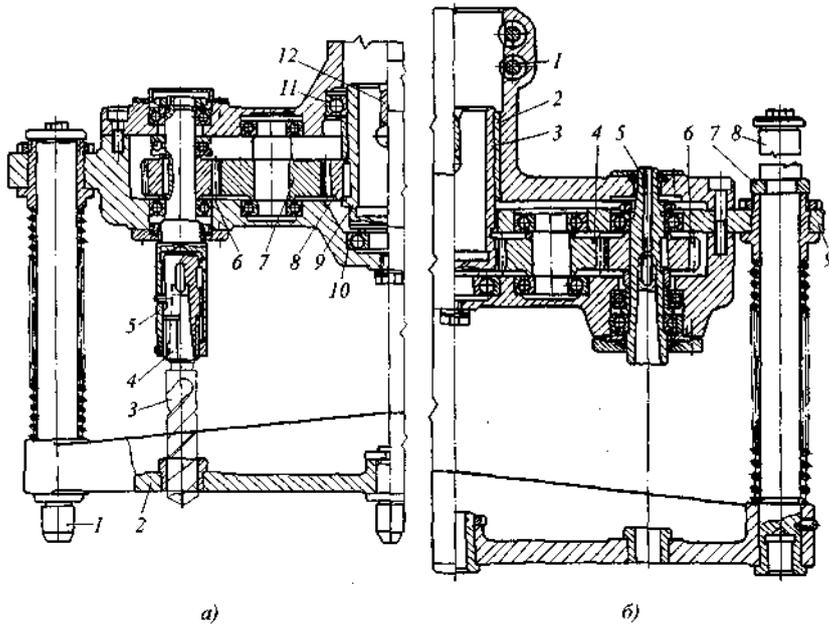


Рис. 10.9. Множительные головки к многопозиционным наладкам

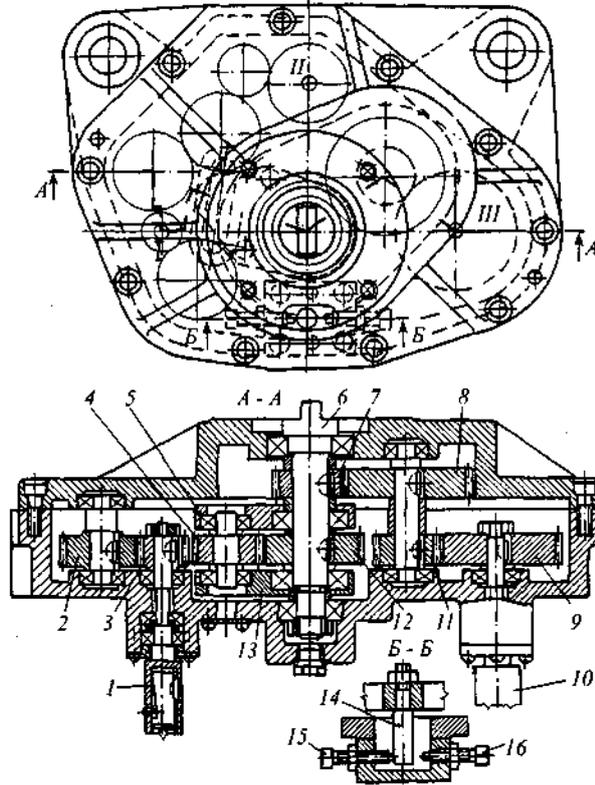


Рис. 10.10. Трехшпindelная множительная головка

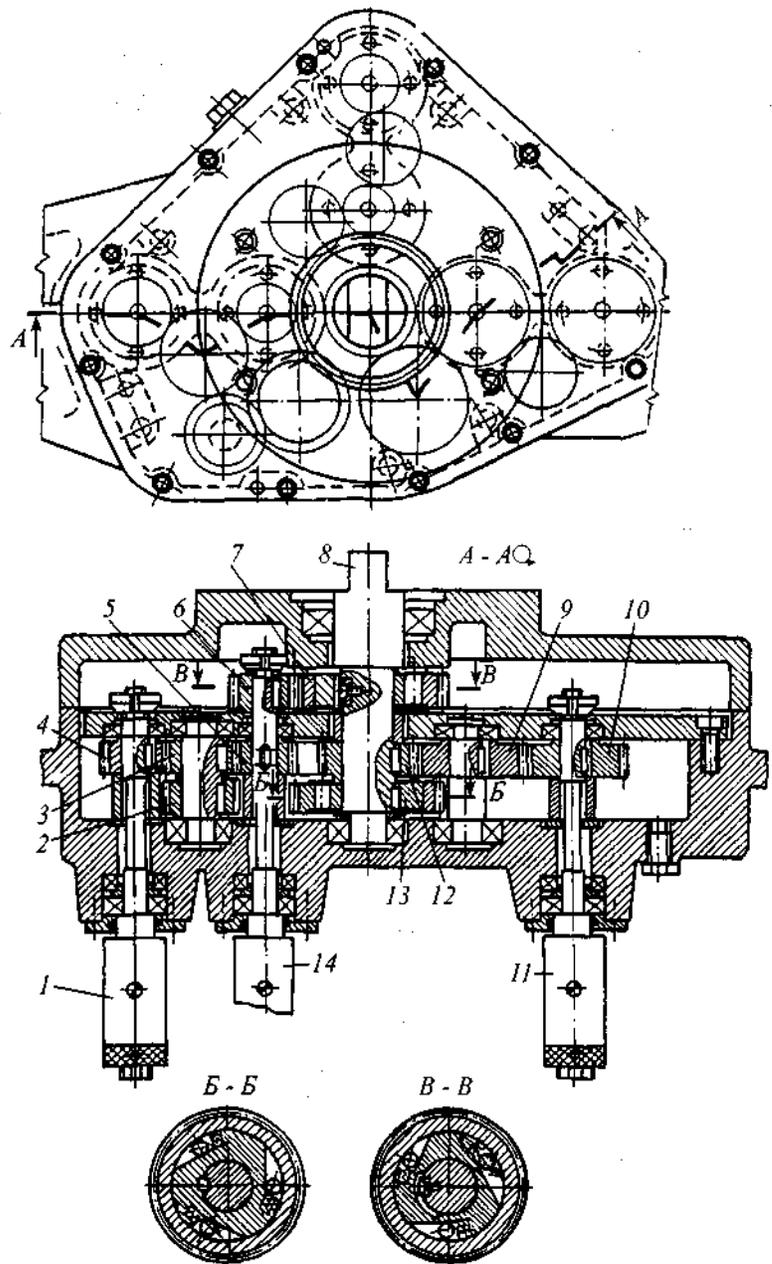


Рис. 10.11. Шестишпindleльная множительная головка

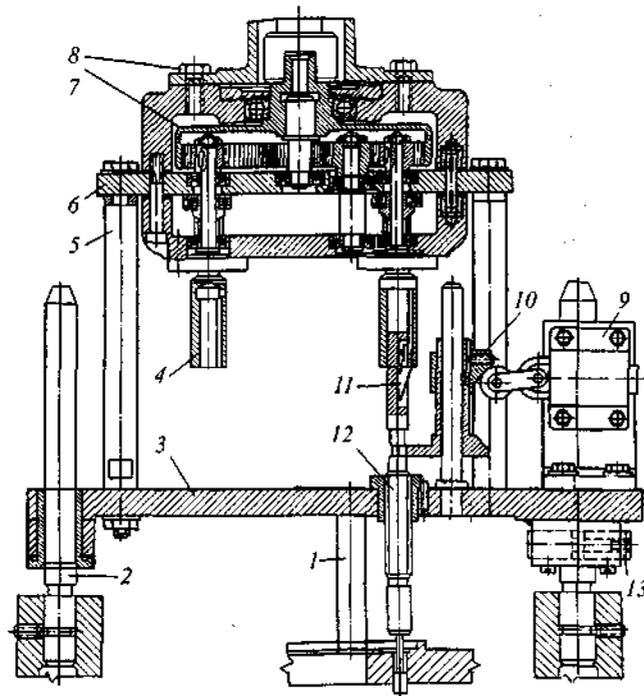


Рис. 10.12. Множительная головка

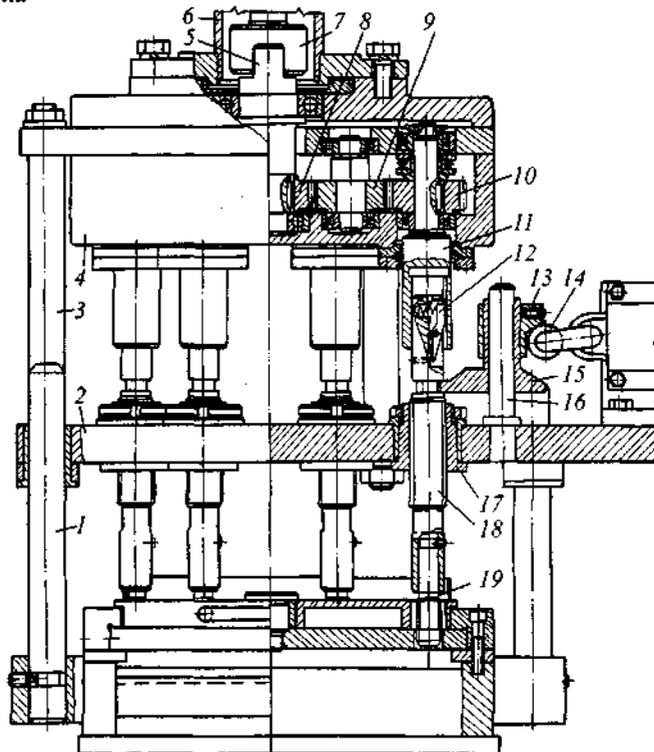


Рис. 10.13. Приспособление для нарезания резьбы в позиционной обработке

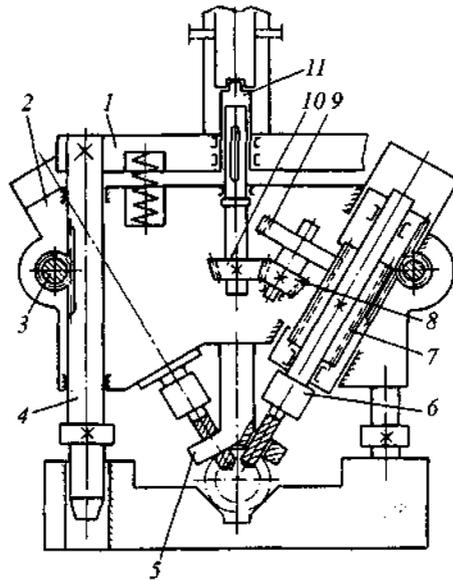


Рис. 10.14. Головка для сверления отверстий, расположенных под углом друг к другу

Вопрос 10.14. Назовите особенности приведенной на рис. 10.14 конструкции головки. Опишите последовательность ее работы.

Вопрос 10.15. Опишите назначение и принцип действия множительной головки, приведенной на рис. 10.15.

Вопрос 10.16. Опишите назначение и принцип действия множительной головки, приведенной на рис. 10.16. Укажите особенности передачи вращательного движения от шпинделя станка шпинделям головки.

Вопрос 10.17. Каково назначение множительной головки, приведенной на рис. 10.17. Как передаются движения вращения и подачи от шпинделя станка шпинделям головки?

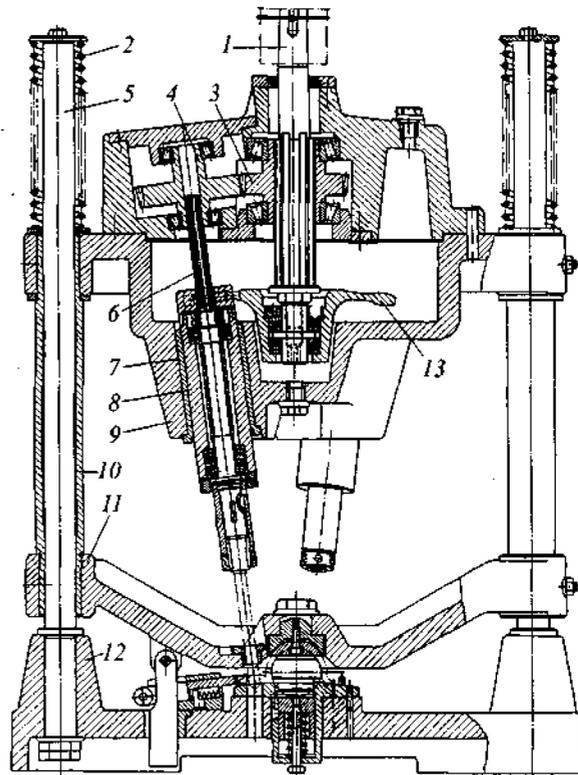


Рис. 10.15. Множительная трехшпиндельная головка

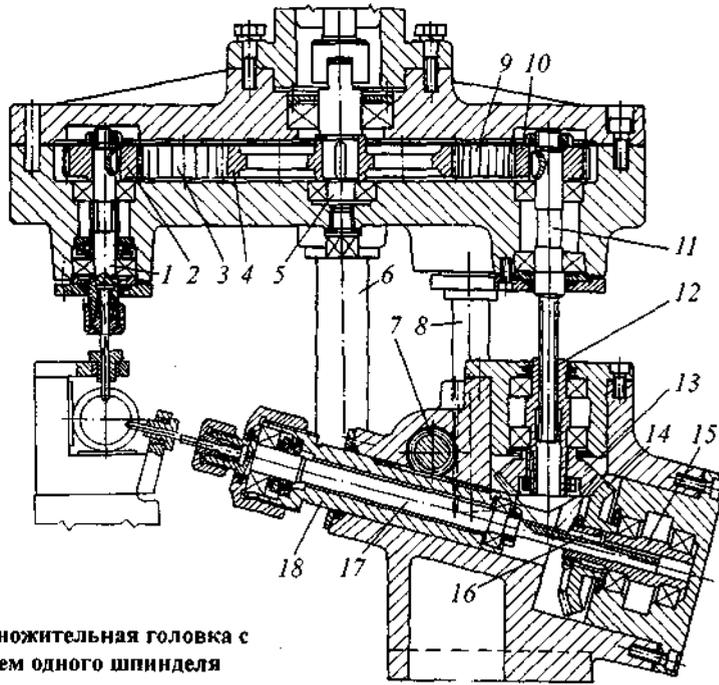


Рис. 10.16. Множительная головка с расположением одного шпинделя под углом

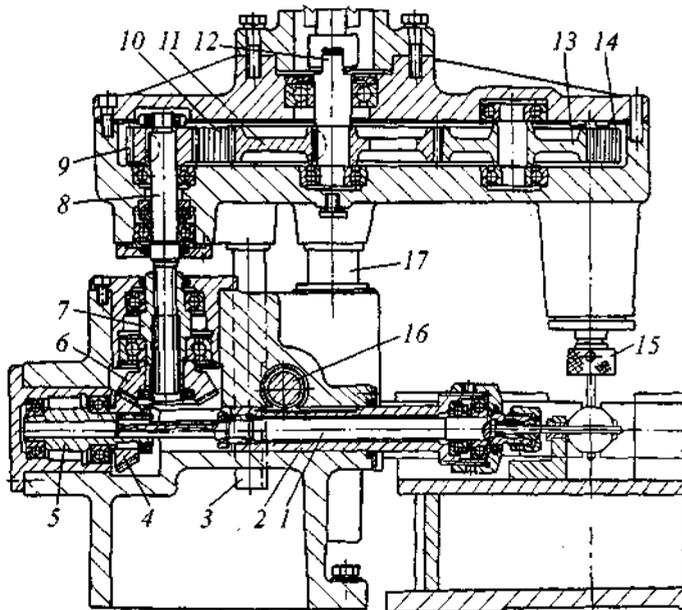


Рис. 10.17. Множительная головка с расположением шпинделей под углом 90°

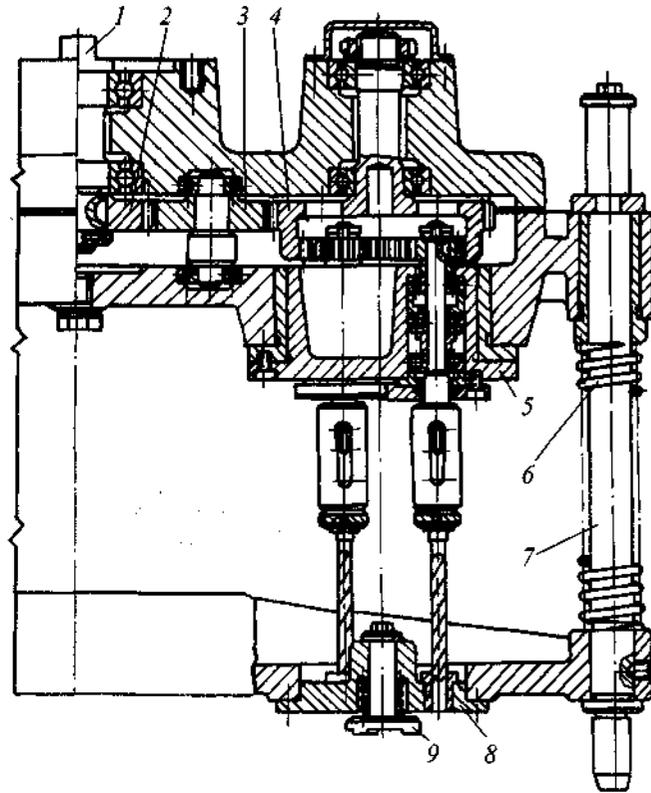


Рис. 10.18. Множительная головка со сменными шпинделями

Вопрос 10.18. Каково назначение множительной головки со сменными шпинделями (рис. 10.18) и в чем особенность ее конструкции?

Вопрос 10.19. Опишите назначение и принцип действия револьверной головки, приведенной на рис. 10.19.

Вопрос 10.20. В каком случае целесообразно использовать револьверную головку с автоматическим поворотом, приведенную на рис. 10.20. Как она работает?

Вопрос 10.21. Опишите конструкцию и принцип действия револьверной головки, которая приведена на рис. 10.21. Можно ли менять частоту вращения инструментальных шпинделей?

Вопрос 10.22. Каково назначение множительной головки (рис. 10.22) и как она работает? Какие движения выполняются инструментом при обработке заготовки?

Вопрос 10.23. Каково назначение множительных головок (рис. 10.23) и как они работают? Как обеспечивается одновременный процесс растачивания центрального отверстия и сверления отверстий под крепеж?

Вопрос 10.24. Для чего применяется и как работает множительная головка, показанная на рис. 10.24?

Вопрос 10.25. Каково назначение и как работает множительная головка, показанная на рис. 10.25?

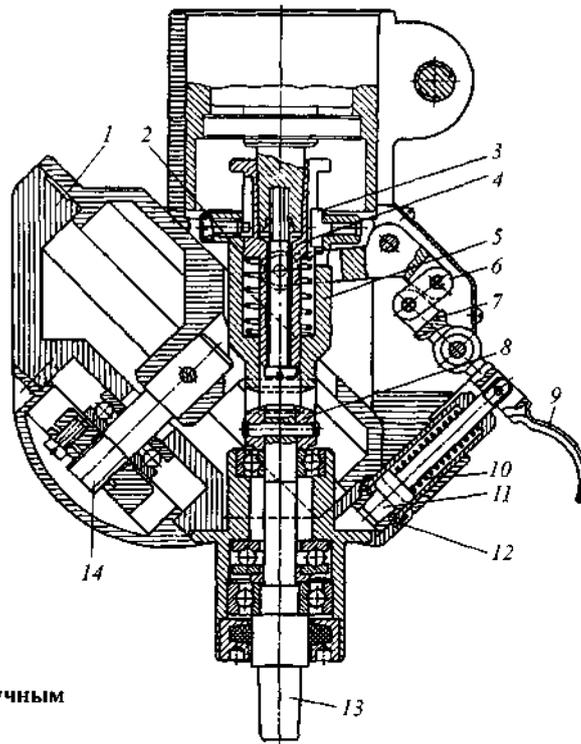


Рис. 10.19. Шестишпидельная револьверная головка с ручным управлением

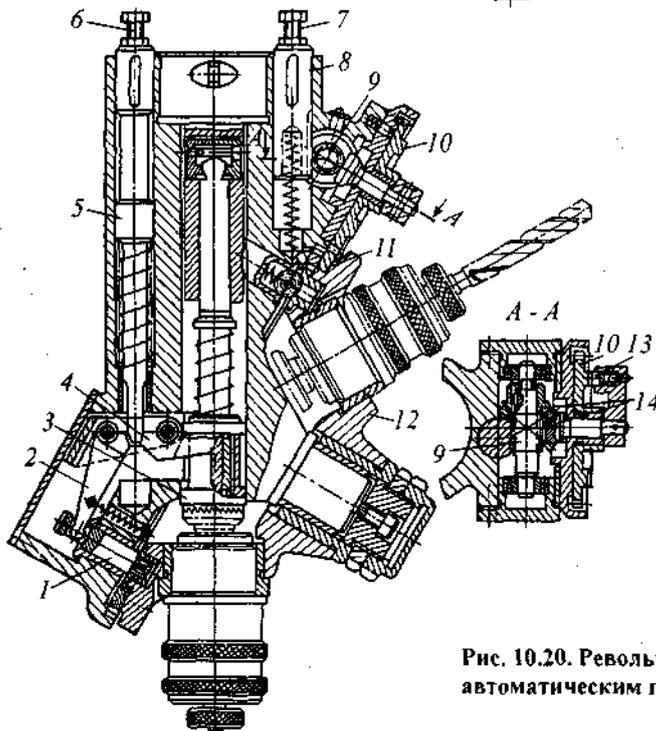


Рис. 10.20. Револьверная головка с автоматическим поворотом

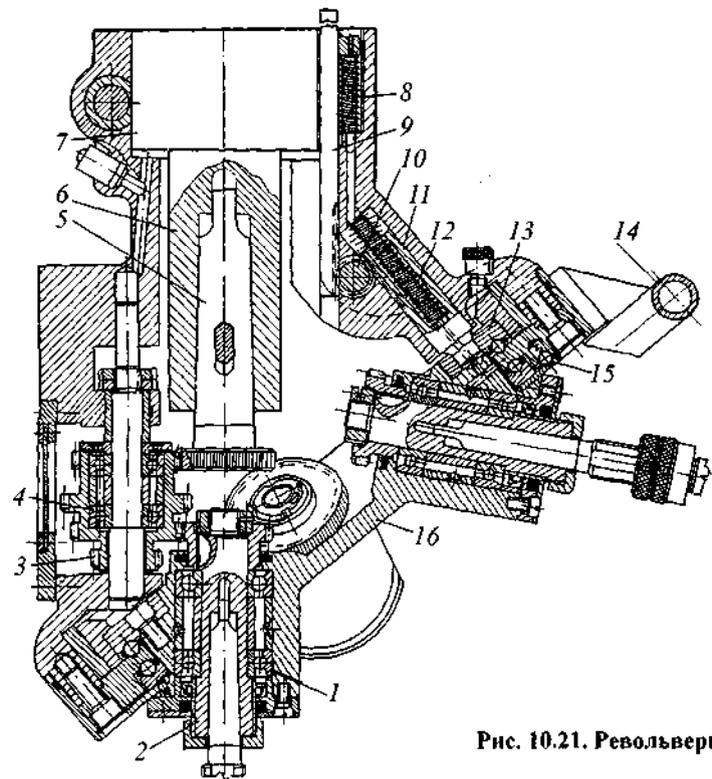


Рис. 10.21. Револьверная головка

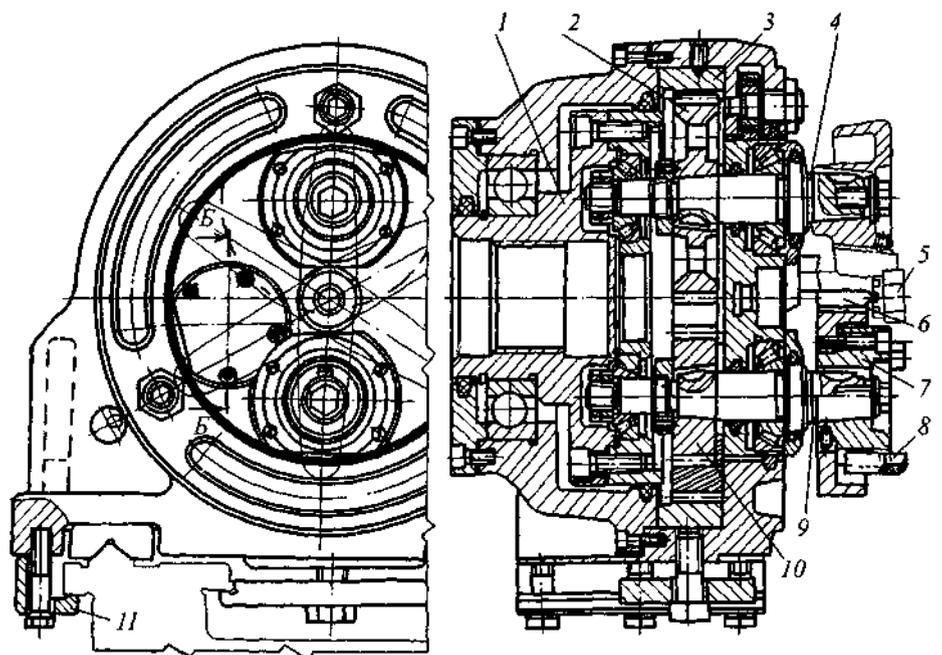
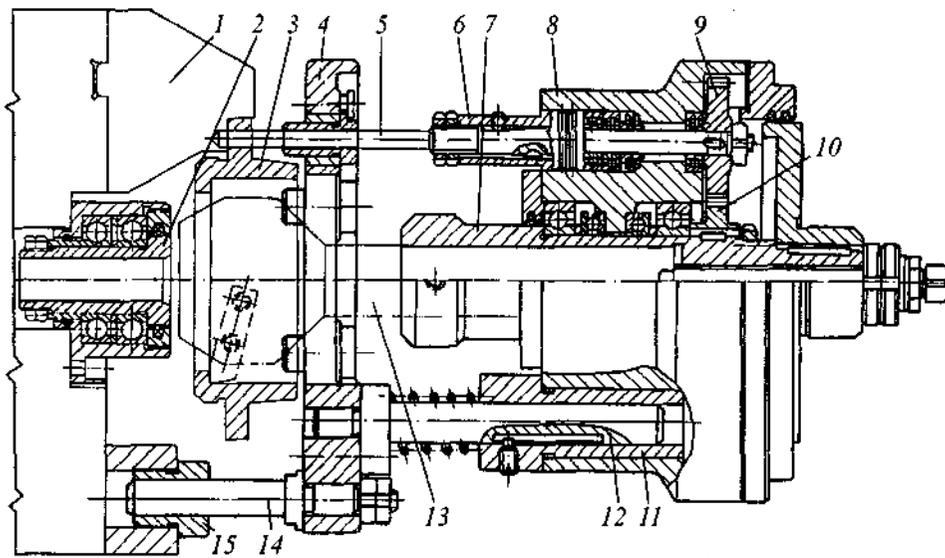
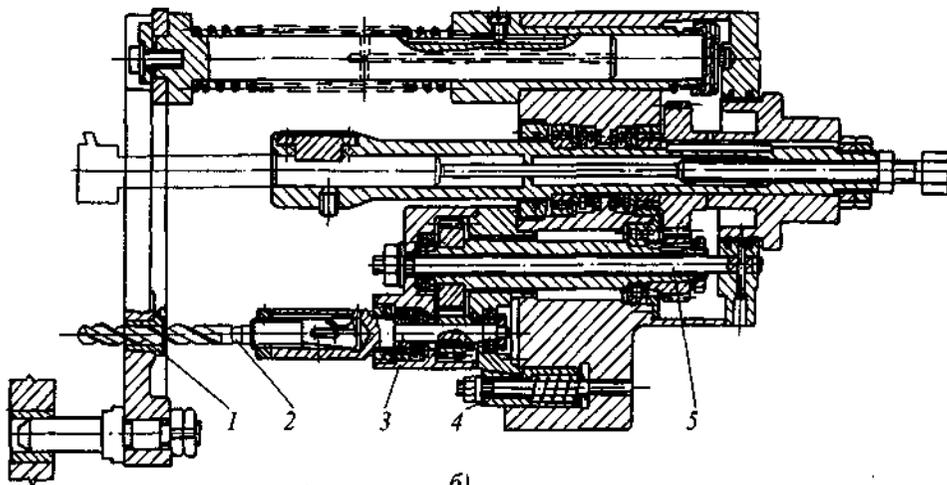


Рис. 10.22. Множительная головка к токарному станку



a)



б)

Рис. 10.23. Множительные головки

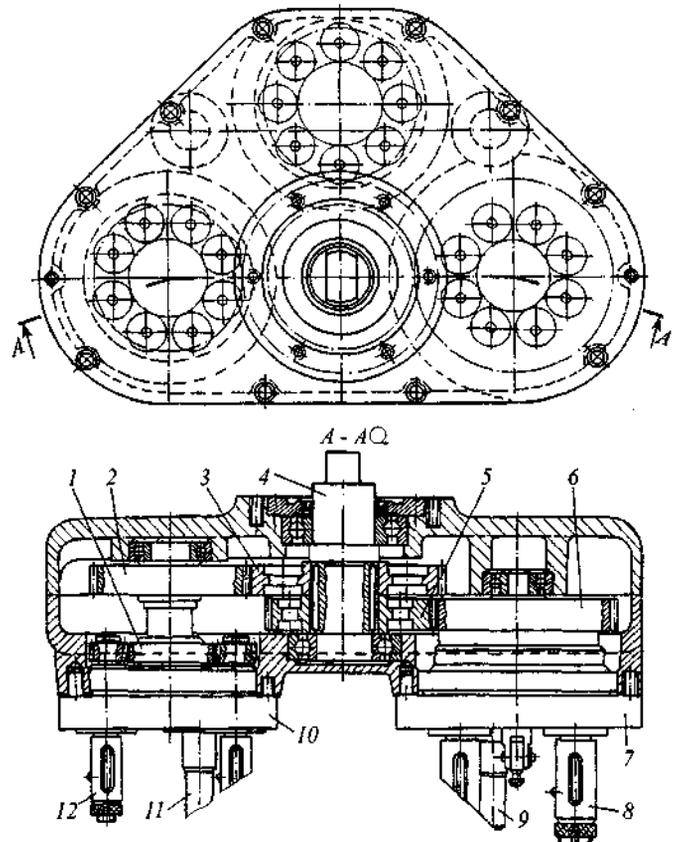


Рис. 10.24. Множительная головка

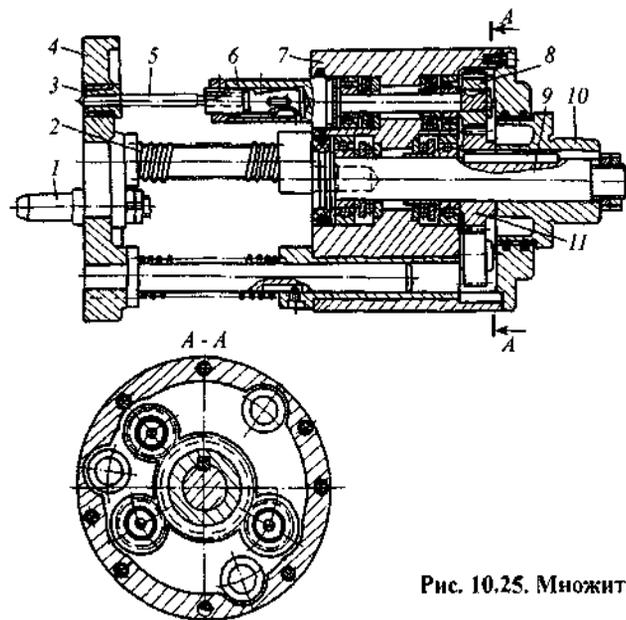


Рис. 10.25. Множительная головка

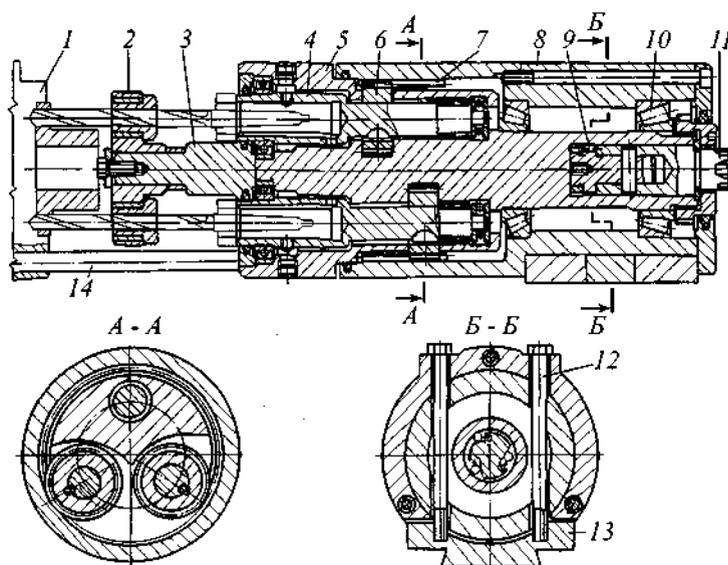


Рис. 10.26. Множительная головка

Вопрос 10.26. На станках какого типа можно использовать множительную головку, показанную на рис. 10.26? Особенности ее крепления на станке и работы.

Вопрос 10.27. Какие виды работ и на каких станках производят с помощью множительной головки, приведенной на рис. 10.27? Опишите ее устройство и способ передачи крутящего момента на инструментальные шпиндели.

Вопрос 10.28. На станках какого типа можно использовать множительную головку, показанную на рис. 10.28? Какие элементы станка используются для установки головки и обрабатываемой заготовки?

Вопрос 10.29. Какое назначение имеет оснастка, изображенная на рис. 10.29, и как она работает?

Вопрос 10.30. Какие особенности центрирования и крепления заготовки в оснастке, показанной на рис. 10.30, и как она работает?

Вопрос 10.31. Каково назначение оснастки, показанной на рис. 10.31, и каковы особенности базирования заготовки?

Вопрос 10.32. Назовите особенности установки, центрирования и крепления заготовки с помощью оснастки, показанной на рис. 10.32?

Вопрос 10.33. Для каких типов деталей предназначена оснастка (рис. 10.33) и как она работает?

Вопрос 10.34. Как центрируется и чем крепится заготовка в приспособлении, показанном на рис. 10.34?

Вопрос 10.35. Каково назначение приспособления и какие особенности базирования заготовки в приспособлении, приведенном на рис. 10.35?

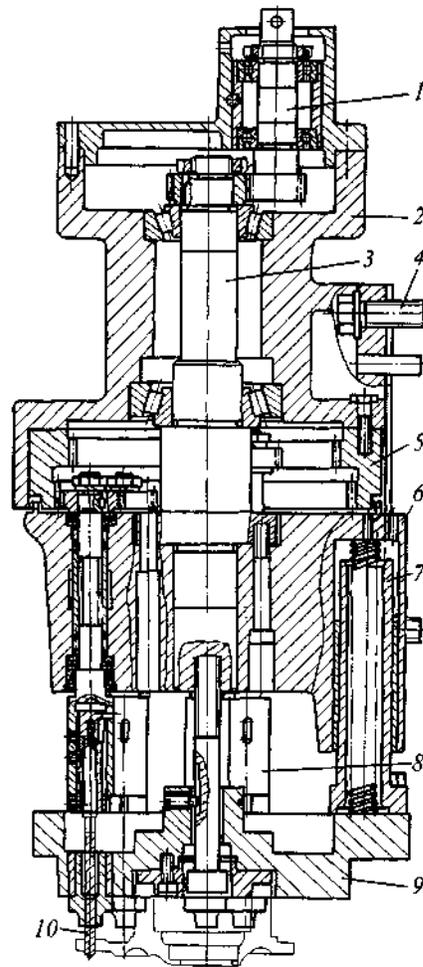


Рис 10.27. Множительная головка

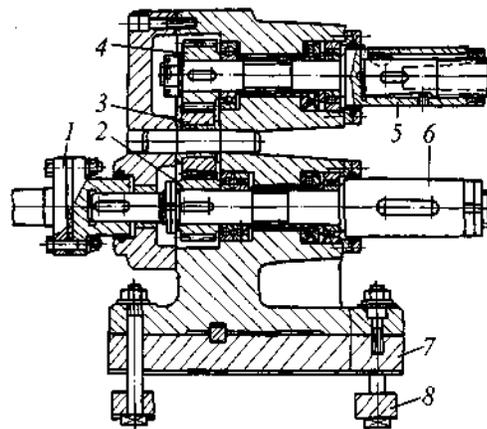


Рис. 10.28. Множительная головка

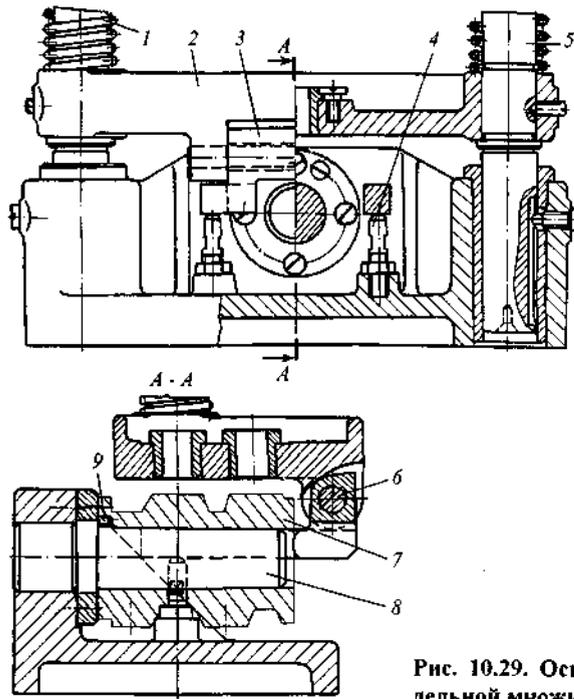


Рис. 10.29. Оснастка к двухшпиндельной множительной головке

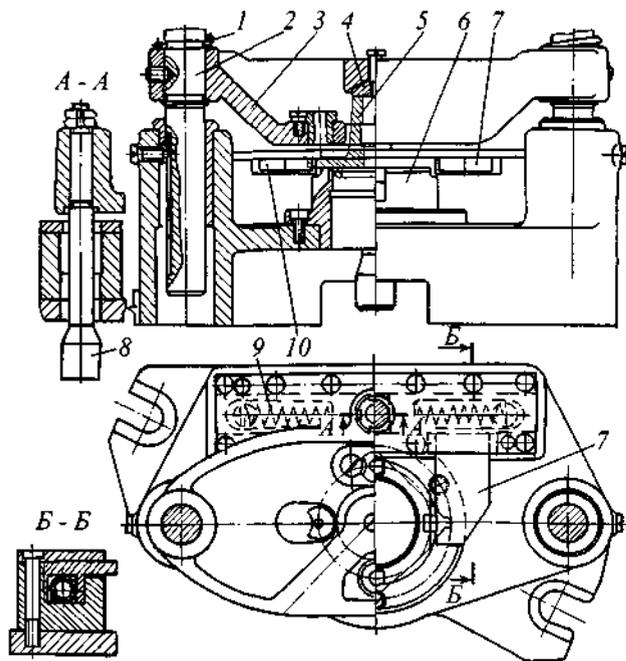


Рис. 10.30. Оснастка к множительной головке с механизмом центрирования заготовки

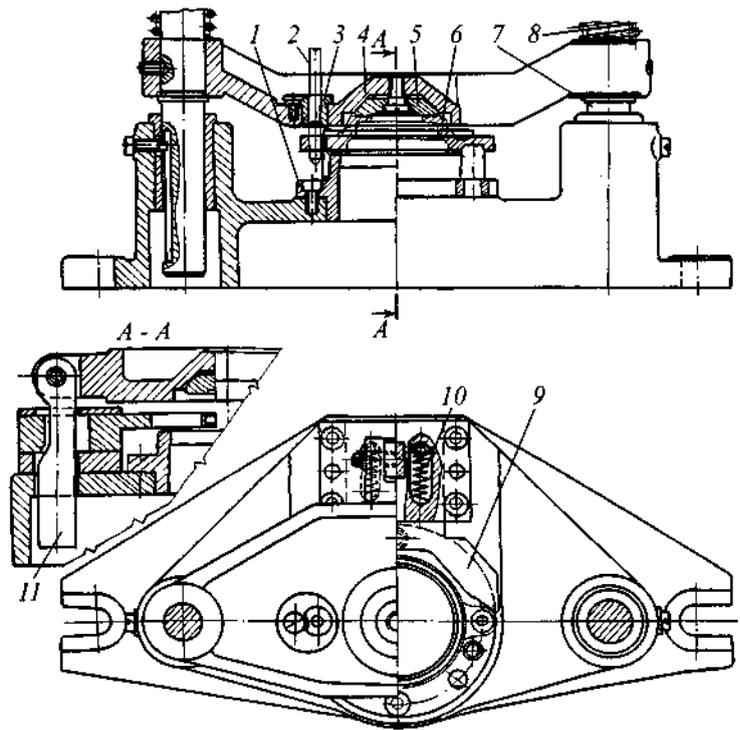


Рис. 10.31. Оснастка к множительной головке

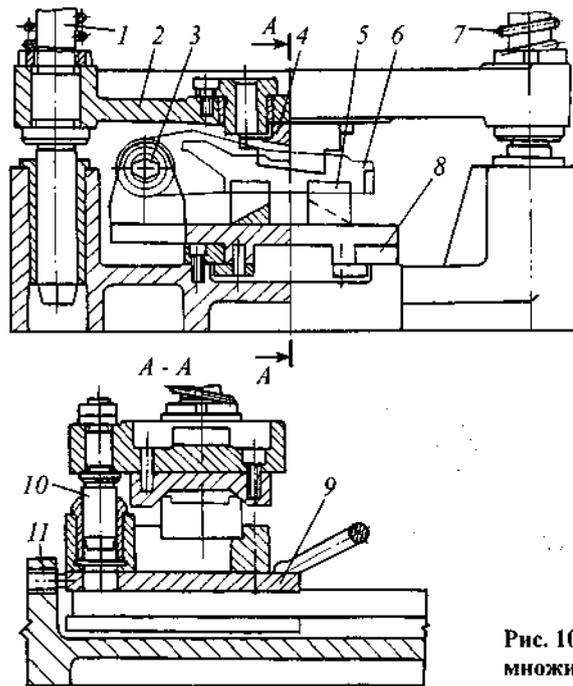


Рис. 10.32. Оснастка к множительной головке

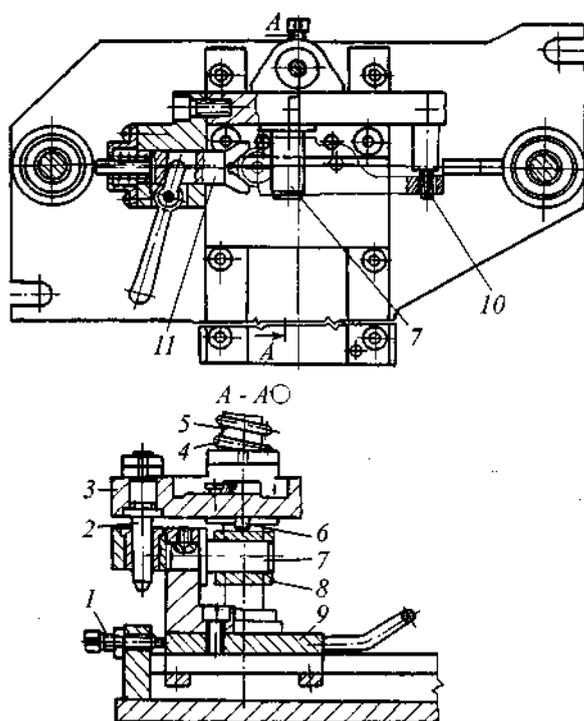


Рис. 10.33. Оснастка к множительной головке

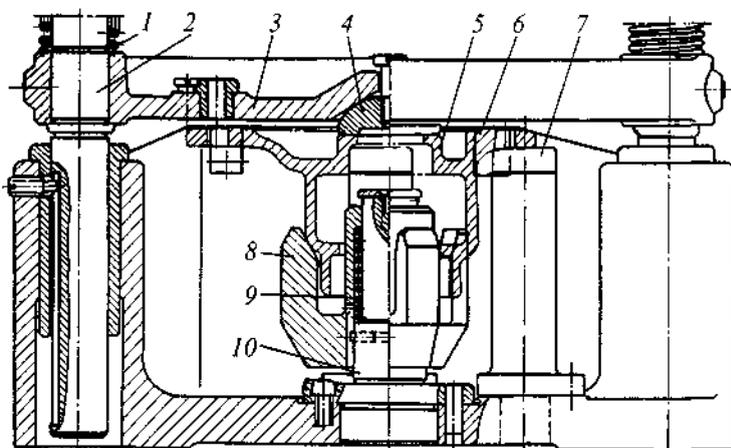


Рис. 10.34. Приспособление к множительной головке

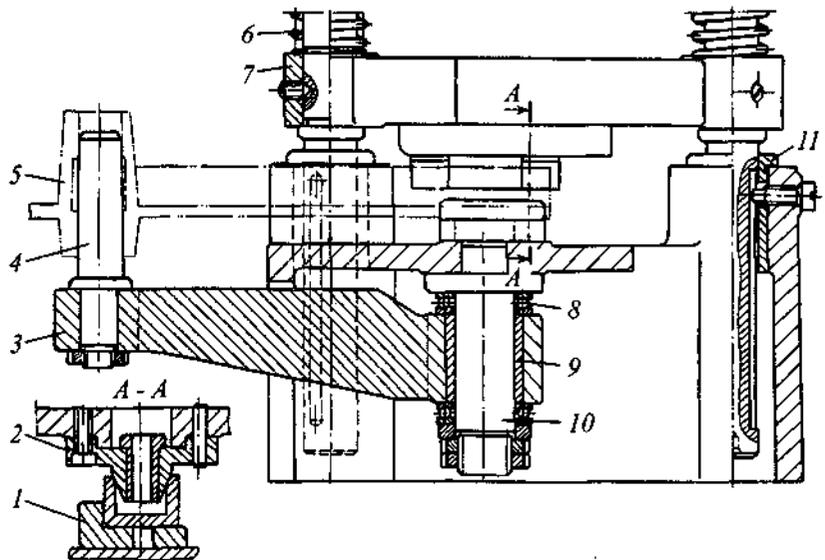


Рис. 10.35. Приспособление к множительной головке

Вопрос 10.36. Каково назначение приспособления, приведенного на рис. 10.36, и каковы особенности базирования и закрепления заготовки?

Вопрос 10.37. Каково назначение множительной головки, показанной на рис. 10.37? Опишите ее устройство и принцип работы.

Вопрос 10.38. Опишите назначение и принцип работы множительной головки, показанной на рис. 10.38.

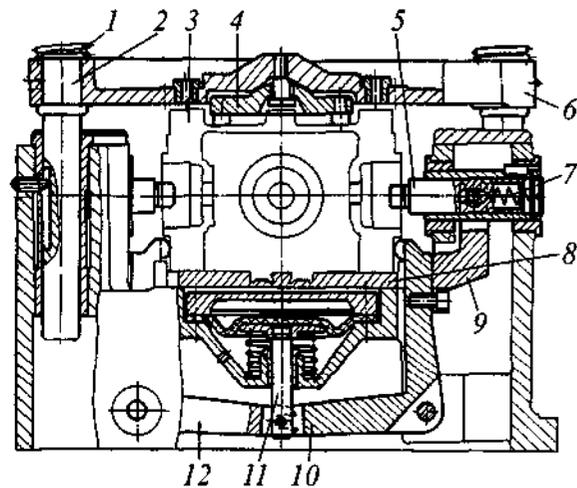


Рис. 10.36. Приспособление к множительной головке

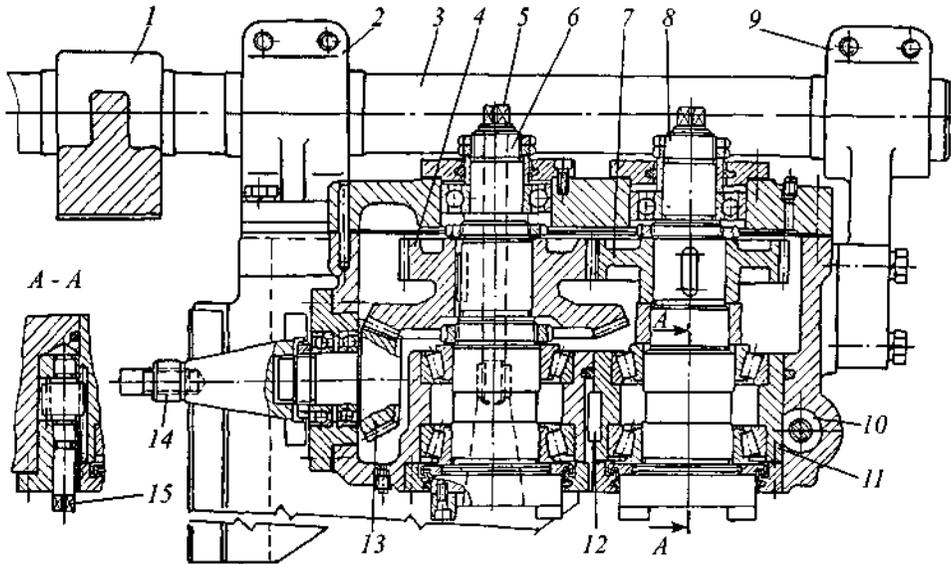


Рис. 10.37. Множительная головка с параллельным расположением шпинделей

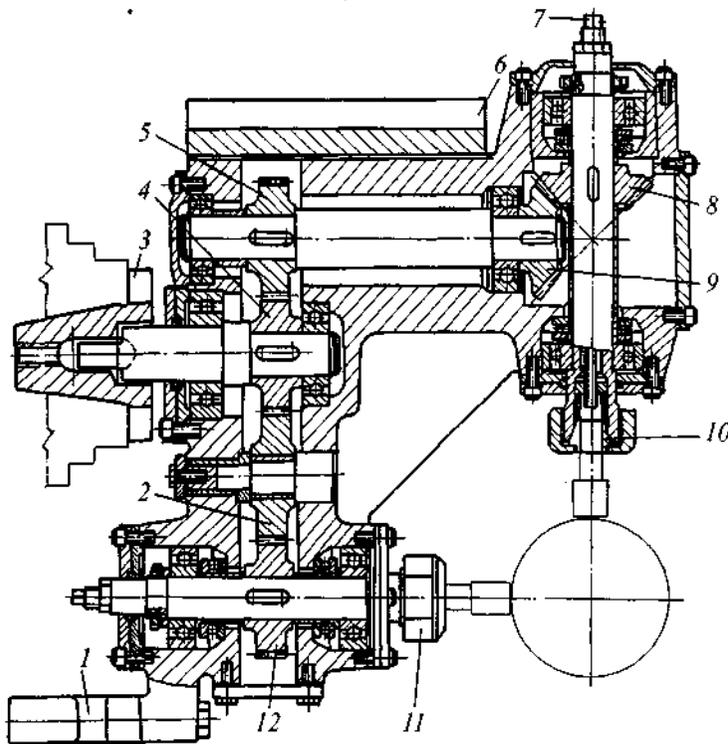


Рис. 10.38. Множительная головка с перпендикулярными шпинделями

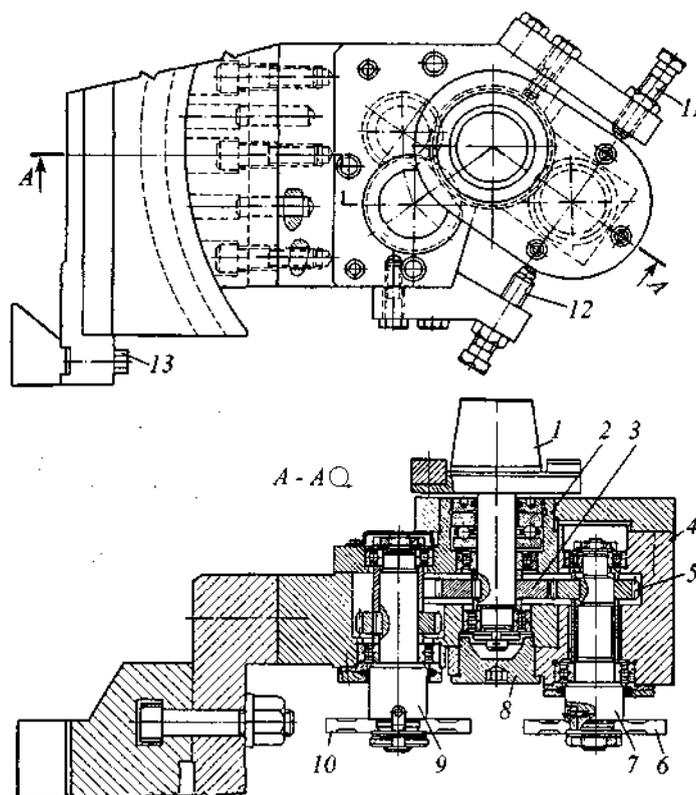


Рис. 10.39. Множительная двухшпиндельная головка

Вопрос 10.39. Для обработки каких деталей предназначена множительная головка, показанная на рис. 10.39? Как регулируется расстояние между шпинделями?

Вопрос 10.40. На каких типах станков и для обработки каких деталей используется многопозиционная наладка, изображенная на рис. 10.40, с множительной головкой?

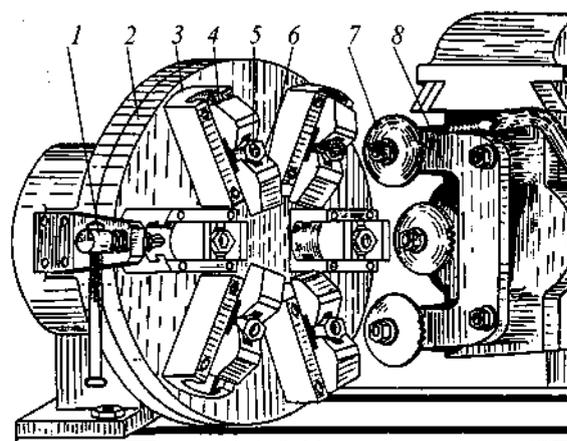


Рис. 10.40. Многопозиционная наладка с множительной головкой

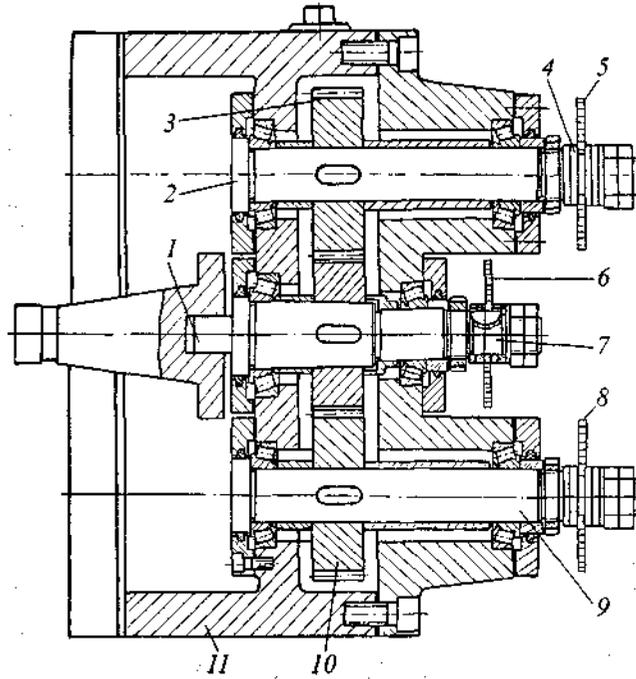


Рис. 10.41. Головка множительная трехшпindelная

Вопрос 10.41. Каковы назначение и принцип действия трехшпindelной множительной головки, изображенной на рис. 10.41?

Вопрос 10.42. Каково назначение и как работает двухшпindelная множительная головка, показанная на рис. 10.42?

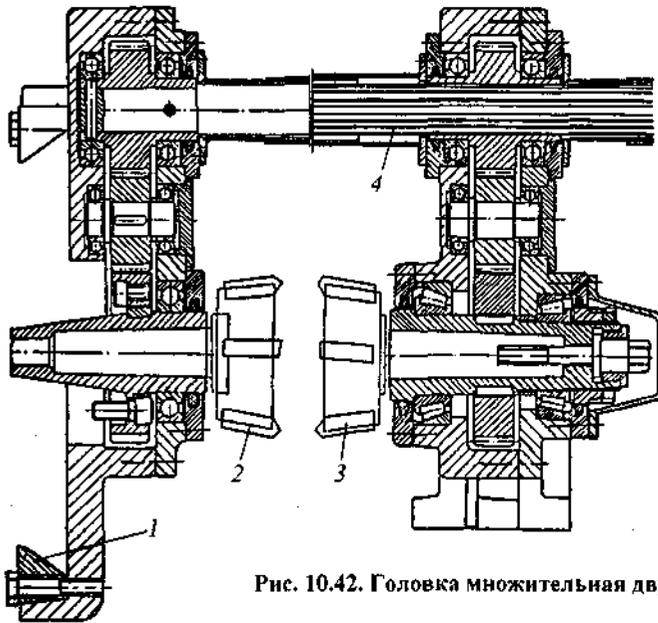


Рис. 10.42. Головка множительная двухшпindelная

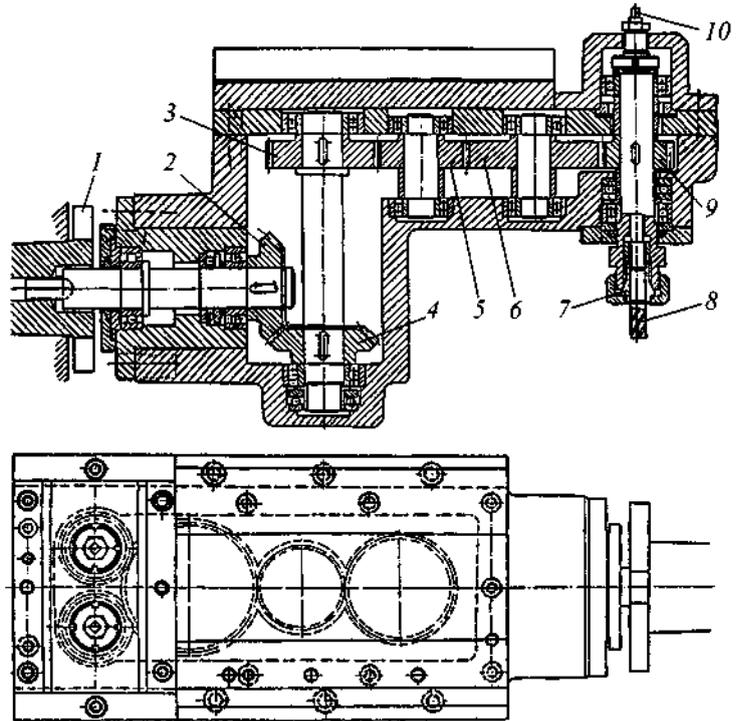


Рис. 10.43. Головка множительная

Вопрос 10.43. Какое назначение имеет и как работает двухшпindelная множительная головка (рис. 10.43)?

Вопрос 10.44. Каково назначение множительной головки, показанной на рис. 10.44? Как передается крутящий момент на горизонтальные и вертикальные шпиндели? Как регулируется вылет вертикальных шпинделей?

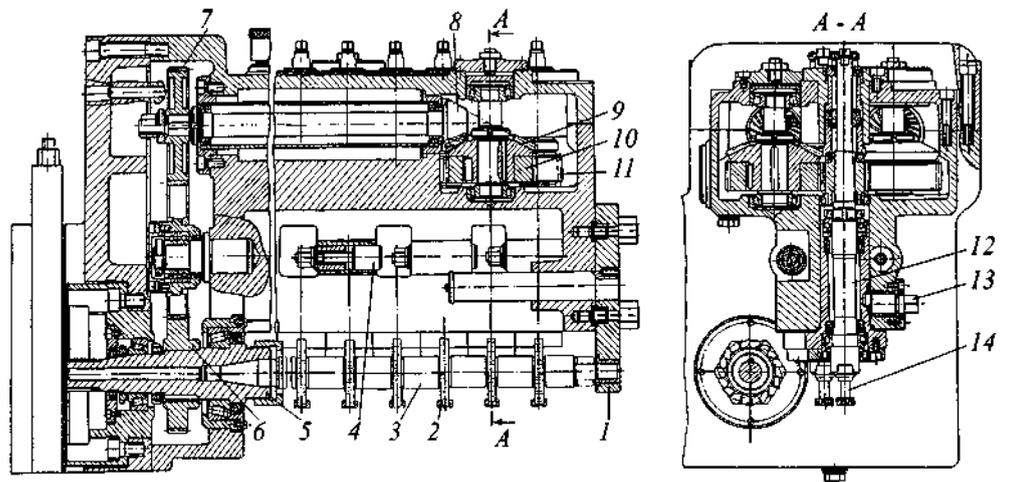


Рис. 10.44. Множительная головка

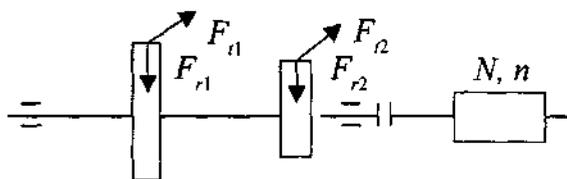


Рис. 10.45. Схема сил, действующих на вал множительной головки

Вопрос 10.45. Назовите исходные данные для проектирования множительной (многospиндельной) головки.

Вопрос 10.46. Назовите последовательность расчета множительных (многospиндельных) головок.

Вопрос 10.47. Как осуществляют выбор режимов резания для каждого инструмента (сверла, зенкера, развертки) множительной головки?

Вопрос 10.48. Как определяют силу подачи, крутящие моменты и требуемую мощность резания для множительной головки?

Вопрос 10.49. Приведите последовательность расчета подачи шпинделя станка при использовании множительной головки?

Вопрос 10.50. Как осуществляется выбор кинематической схемы множительной головки?

Вопрос 10.51. Как рассчитывают модули зубчатых колес множительных головок?

Вопрос 10.52. Как рассчитывают валы, на которых монтируют зубчатые колеса множительных головок?

Вопрос 10.53. Существует ли взаимосвязь между долговечностью, нагрузкой и частотой вращения роликовых и шариковых (угловых и радиальных) подшипников? Как подобрать нужный подшипник?

Вопрос 10.54. Запишите порядок расчета вала множительной головки, если известна мощность N и частота вращения n двигателя станка. Приведите эпюру сил и моментов для схемы нагруженного вала на рис. 10.45. Определите его диаметр.

$$\text{Известно: } M_{кр} = 9550 \frac{N}{n}; F_t = \frac{2M_{кр}}{d}; F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha,$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент на двигателе, Н·м; d — диаметр делительной окружности шестерен, м; F_t, F_r — соответственно окружная и радиальная силы, Н.

ОТВЕТЫ

Ответ 10.1. На рис. 10.1 приведены различные конструкции инструментальных шпинделей множительных головок.

Шпиндель, показанный на рис. 10.1, а, имеет зубчатое колесо 8, расположенное между корпусом 3 и промежуточной плитой 5. Инструмент крепят в коническом отверстии вставки 2, которая может выдвигаться гайкой 1 на 22 мм. Регулирование осевого зазора подшипников шпинделя 4 осуществляют круглой гайкой 7 со шлицами с последующим стопорением шайбой 6. Нормализованы шпиндели диаметром 12, 15, 20, 25 и 30 мм.

На рис. 10.1, б приведен шпиндель с зубчатым колесом, расположенным консольно и однорядным расположением зубчатых колес. Специальная конструкция инструментального шпинделя с регулированием шпинделя с инструментом в осевом направлении приведена на рис. 10.1, в, а на рис. 10.1, г инструментальный шпиндель с цапговым патроном для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком.

Ответ 10.2. Двухшпиндельная головка (см. рис. 10.2) предназначена для зенкерования гильз двигателей на вертикально-сверлильном станке. Высота трехкулачкового патрона с заготовкой составляет 350 ... 500 мм, а расстояние от торца шпинделя станка до поверхности стола 650 ... 800 мм. Для уменьшения места, занимаемого множительной головкой, предусмотрено отверстие в ведущем зубчатом колесе 5, куда входит шпиндель станка.

Шпиндели 1 головки, в отличие от шпинделей, изображенных на рис. 10.1, смонтированы на конических роликоподшипниках 2. Вращение от шпинделя станка передается на шпиндели головки через поводок 6, ведущее зубчатое колесо 5, промежуточные колеса 4 и колеса 3.

Особенность конструкции головки состоит в монтаже рабочих шпинделей и их расположении на уровне шпинделя станка.

Ответ 10.3. Двухшпиндельная головка (рис. 10.3) с дополнительным направлением шпинделей 1 и 12 по отверстию втулок 2, вращающихся на радиальных шарикоподшипниках, смонтированных в промежуточной плите 3. Вращение на шпиндель 1 передается от шпинделя 7 станка через поводок 6, зубчатое колесо 8, промежуточное колесо и колесо 5, закрепленное на шпинделе 1. Вращение на шпиндель 12 передается также от шпинделя станка через поводок 6, зубчатые колеса 8, 9 и сменные зубчатые колеса 10, 11. Сменные колеса позволяют изменять частоту вращения шпинделя 12, при использовании различных по назначению или размеру инструментов. Для повышения точности вращения шпиндели установлены в конические подшипники.

Особенностью конструкции данной головки является дополнительное направление шпинделей, используемое для увеличения жесткости и виброустойчивости инструмента и наличие сменных зубчатых колес на шпинделе 12 для изменения частоты вращения.

Ответ 10.4. На рис. 10.4 показана конструкция двухшпиндельной головки с одним раздвижным шпинделем для одновременного сверления и зенкерования отверстий.

В конструкции головки предусмотрена разная частота вращения шпинделей. Вращение на шпиндель 2 передается от шпинделя вертикально-сверлильного станка через валик 6, зубчатые колеса 7, 13, 14 и 3, а на передвигной шпиндель 1 через валик 6, конические зубчатые колеса 5, 4, 10 и 9. Перемещение шпинделя 1 по Т-образным направляющим корпуса 12 осуществляется совместно с перемещением конического зубчатого колеса 10 по шлицевому валику 8. Фиксируют положение шпинделя 1 двумя винтами 11.

Недостатком головки является отсутствие закрытой масляной ванны для смазывания неподвижных элементов.

Ответ 10.5. Четырехшпиндельная головка (см. рис. 10.5) отличается от нормализованных монтажом шпинделей на конических роликоподшипниках 3, 5 и незначительным расстоянием от торца шпинделя 8 вертикально-сверлильного станка до торца рабочих шпинделей 6 головки. Вращение на инструментальные шпиндели 6 передается от шпинделя 8 вертикально-сверлильного станка через поводок 2, полое ведущее зубчатое колесо 7, паразитные колеса и колеса 4, закрепленные на инструментальных шпинделях. Кондукторная плита 9 подвешена на двух скалках 1.

Ответ 10.6. Одна из разновидностей специальных головок, которая обрабатывает до пяти отверстий, расположенных в одной плоскости, показана на рис. 10.6. Головка состоит из корпуса 2, который крепится фланцем 8 к горизонтально-сверлильному станку. Вращение на шпиндели головки передается от шпинделя станка через поводок 9, шестерню 10, паразитные зубчатые колеса 6, установленные на пальцах 5 и зубчатые колеса 3, 7, закрепленные на шпинделях. Сближение шпинделей и их удаление осуществляется по Т-образным направляющим 11. Передача вращения не нарушается, так как шпиндели головки и промежуточные зубчатые колеса соединены звеньями по типу вту-

лочно-роликовой цепи. Центральный шпindel не перемещается, так как он прикреплен к направляющим винтами. Фиксация боковых шпинделей производится сухарями 12 после затяжки винтов 13.

Минимальное расстояние между шпинделями головки зависит от ширины стаканов 1, но должно быть не менее 45 мм. В свою очередь, ширина стаканов зависит от диаметра шпинделей головки и размера упорных шарикоподшипников.

К недостаткам головок этого типа следует отнести отсутствие закрытой масляной ванны. Для смазывания зубчатых колес и подшипников в корпусе 2 часто предусматривают окна, через которые масленкой подают масло.

Ответ 10.7. Недостатками конструкции нормализованных трех- и четырехшпиндельных головок являются возможный перекося рабочих шпинделей под нагрузкой и отсутствие закрытой масляной ванны. Эти недостатки устранены в двухшпиндельной универсальной головке (см. рис. 10.7) [5]. Шпindel 1 с двумя радиальными и одним упорным шарикоподшипниками смонтирован в стакане 3. Этот стакан имеет два прилива, в которых размещены подшипники, а в пазу между приливами находится зубчатое колесо 4. Все это находится в закрытой масляной ванне.

Расстояние между шпинделями головки можно изменять, для чего снимают крышку 2 и поворачивают шпindel со стаканом 3 на оси 5. При этом зубчатое колесо 4 обкатывается вокруг блок-шестерни 6. Осевое давление передается от сверла через шпindel и упорный шарикоподшипник на стакан 3. Последний входит в отверстие корпуса по посадке H7/f7, что обеспечивает необходимую параллельность оси шпинделя станка осям шпинделей головки. Вращение на шпиндели головки передается от шпинделя станка через поводок, валик 8, зубчатое колесо 7, блок-шестерни 6 и зубчатое колесо 4.

Ответ 10.8. На рис. 10.8 показана трехпозиционная наладка к вертикально-сверльному станку, применяемая при зенкеровании и развертывании центральных отверстий в зубчатых колесах и звездочках.

На поворотном столе 7 установлены три приспособления 6, одно из которых поочередно используется как загрузочное, а остальные как рабочие. Обработка ведется множительной головкой 3, закрепленной на гильзе станка. К головке через скалку 2 присоединена плита 4 с кондукторными втулками для направления инструмента. Головка с плитой фиксируется относительно приспособлений пальцами, установленными на плите 4, которые входят в отверстия втулок 5.

Большая высота многопозиционной наладки во многих случаях препятствует использованию станка, так как не хватает требуемого хода шпинделя. Для устранения этого недостатка при установке наладки на стол станка применяют подставку 8, высота которой обычно не превышает 300 мм. Для удобства управления штурвал 1 заменяют другим, имеющим больший диаметр. Иногда для этой цели снимают стол станка, а стол позиционной наладки закрепляют на плите.

Конструкция поворотного стола, на котором размещены приспособления, может быть различной. В массовом производстве применяют механизированные поворотные столы с пневмоприводом или электродвигателем; в серийном – с ручным поворотом и подводом сжатого воздуха к приспособлениям, закрепленным на планшайбе.

Приспособления к многшпиндельным позиционным наладкам, могут быть с ручным, пневматическим или пневмогидравлическим креплением обрабатываемых деталей. Крепление подпружиненной кондукторной плитой не применяется потому, что в процессе поворота стола деталь должна быть закреплена. Устанавливаются и снимаются деталь в процессе обработки, поэтому там, где требуется незначительная сила закрепления деталей, можно применять быстродействующие цанговые или эксцентрикковые зажимы.

При закреплении деталей в приспособлениях с пневмо- или гидроприводом на каждом приспособлении должен быть установлен самостоятельный кран, так как перезаряжаются обрабатываемые заготовки последовательно в каждом приспособлении.

Ответ 10.9. На рис. 10.9, *а* приведена конструкция многошпиндельной головки к многопозиционным наладкам, отличающаяся способом монтажа ведущей шестерни. Такая конструкция необходима из-за небольшого расстояния от стола станка до торца шпинделя (600 ... 750 мм), где размещаются поворотный стол, плита с приспособлениями и многошпиндельная головка с кондукторной плитой. Кроме того, требуется запас хода гильзы станка с закрепленной головкой для вывода инструмента при повороте стола. Поэтому конструкцию головок выбирают наименьшей по высоте.

Рассмотрим две конструкции головок, которые крепятся к гильзе станка двумя тангенциальными зажимами.

На рис. 10.9, *а* шпиндели 5 установлены на двух радиальных и одном упорном шарикоподшипниках, причем для уменьшения их вылета радиальные шарикоподшипники расположены по обеим сторонам зубчатого колеса 6. Для уменьшения высоты головки шпиндель станка входит в полый вал 9, который монтируется на двух шарикоподшипниках 10 и 11.

В данной конструкции инструмент 3 регулируется по высоте за счет выдвижения переходной втулки 4. Вращение от шпинделя станка на рабочие шпиндели головки передается через поводок 12 и зубчатые колеса 8, 7 и 6.

К многошпиндельной головке для позиционной обработки подвешивается кондукторная плита 2. В ней крепят кондукторные втулки, обеспечивающие направление инструмента. Для точной фиксации положения кондукторной плиты 2 по отношению к обрабатываемым заготовкам после очередного поворота стола и заготовок, в ней предусматривают пальцы 1 или отверстия в колонках, которые сопрягаются с пальцами или втулками, закрепленными на поворотном столе.

На рис. 10.9, *б* приведена многошпиндельная головка также к многопозиционным наладкам, в которой шпиндели 5 смонтированы на двух радиальных и одном упорном шарикоподшипниках. Однако, их конструкция не позволяет регулировать инструмент по высоте. Шпиндель станка входит в полый вал-шестерню 3, который смонтирован на бронзовой втулке 2 и одном шарикоподшипнике. Головка крепится к гильзе станка двумя тангенциальными зажимами 1.

Крутящий момент от шпинделя станка передается на шпиндели 5 через поводок, вал-шестерню 3 и зубчатые колеса 4 и 6. В этой головке для облегчения смены инструмента предусмотрены на колонках 8 быстросъемные шайбы 7. Наличие переходной плиты 9 для установки шарикоподшипников улучшает технологичность конструкции и позволяет намного облегчить ее изготовление. Уплотнения можно выполнять резиновой манжетой (ГОСТ 8752-61) при частоте вращения шпинделей свыше 500 мин^{-1} (см. рис. 10.9, *а*) и войлочными кольцами при небольшой частоте вращения.

Ответ 10.10. Показанная на рис. 10.10 трехшпиндельная головка предназначена для сверления (позиция I), зенкования (позиция II) и нарезания резьбы (позиция III). Вращение рабочему шпинделю 10 для нарезания резьбы передается от ведущего вала 6 через зубчатые колеса 7, 8, 11 и 9. При реверсировании вращения шпинделя станка изменяется направление вращения шпинделя 10 с метчиком. Однако два шпинделя 1 со сверлом и зенковкой не изменяют своего вращения. Для этой цели в данной головке предусмотрено в двух планках 13 и 5 промежуточное зубчатое колесо 4, которое находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 12. Планки 13 и 5 с колесом 4 могут поворачиваться на валу 6. Это позволяет при правом вращении ведущего вала с зубчатым коле-

сом 12 вводить в зацепление дополнительное колесо 4, а при реверсировании через ряд промежуточных шестерен зубчатое колесо 2. Поэтому при изменении направления вращения метчика сверло (зенковка) не изменяет направление своего вращения. Для создания нормального зацепления зубчатых колес 4 и 2 предусмотрен штырь 14, запрессованный в планку 13. Этот штырь упирается в заранее отрегулированные винты 15 или 16.

Сложная система зубчатых колес объясняется необходимостью получения разной частоты вращения всех трех шпинделей на позициях сверления, зенкования фаски и нарезания резьбы.

Ответ 10.11. Шестишпиндельная множительная головка (см. рис. 10.11) предназначена для многопозиционной обработки заготовок. На первой позиции сверлятся два отверстия, на второй – зенкуются две фаски в них, на третьей – нарезаются резьбы. При выводе инструментов из отверстий после сверления, зенкования и нарезания резьбы, необходимо изменить направление вращения только метчиков, а направление вращения сверл и зенковок оставить прежним. Для этого в конструкции рассматриваемой головки используют роликовые муфты (см. разрезы Б-Б и В-В).

Для нарезания резьбы вращение на шпиндели 11 передается от валика 8 через зубчатые колеса 12, 9 и два колеса 10. Вращение на шпиндели 1 и 14 со сверлами и зенковками передается также от валика 8 через роликовую муфту, выполненную совместно с зубчатым колесом 13 (см. разрез Б-Б), через систему промежуточных колес 2–6. При реверсировании электродвигателя станка шпиндели 11 с метчиками вращаются в противоположную сторону, а шпиндели 1 и 14 со сверлами и зенковками продолжают вращаться в прежнем направлении через те же промежуточные колеса, но уже от колеса 7 с роликовой муфтой (см. разрез В-В).

Ответ 10.12. На рис. 10.12 показана конструкция множительной головки для нарезания резьб с принудительной подачей метчиков при помощи копирных винтов 12 без перемещения головки. Гайку под копирный винт монтируют в неподвижной кондукторной плите 3, прикрепленной колонками 5 к переходной плите 6 головки.

Обрабатываемую заготовку крепят штырями 1 при опускании головки по колонкам 2. В случае необходимости центрирования и крепления обрабатываемой заготовки пневмоцилиндром головку крепят к колонкам 2 тангенциальным зажимом 13. Каждый шпиндель головки снабжается копирным винтом 12, на конце которого жестко закреплен метчик. Копирный винт должен иметь шаг, равный шагу нарезаемой резьбы.

Во время нарезания резьбы в заготовке один из копирных винтов 12 перемещает упор 10 по колонке, прикрепленной к кондукторной плите. В конце обработки упор 10, нажимая на ролик конечного переключателя 9, реверсирует шпиндель станка, чем обеспечивается вывинчивание инструмента.

Конструкция этой головки и принцип подачи метчиков не требуют равенства минутных подач при нарезании различных по шагу и диаметру резьб. В этих головках скорость резьбонарезного инструмента может быть одинаковой, что достигается подбором зубчатых колес.

Такой принцип подачи резьбонарезных и комбинированных головок нашел широкое применение. Конструкция головки проста, ее крепят к гильзе или фланцу станка болтами 8. Вращение шпинделя станка передается на шпиндели головки через центральное зубчатое колесо 7. К плите 6 корпуса головки на трех винтах 5 с втулками подвешена кондукторная плита 3 с закрепленными на ней копирными гайками. Поскольку при нарезании резьбы происходит осевое перемещение метчика с копирным винтом, в шпинделях 4 предусмотрено отверстие для свободного передвижения копирного винта с закрепленной на его конце шпонкой 11.

Ответ 10.13. При нарезании резьбы подача метчиков в многошпиндельной головке осуществляется с помощью копирных устройств (см. рис. 10.13). Каждый шпиндель снабжен копирным винтом 18, на конце которого жестко закреплен метчик 19. Копирный винт имеет шаг, равный шагу нарезаемой резьбы, и ввернут в гайку 17, закрепленную в плите 2. Последняя, перемещаясь совместно с корпусом головки 4 в вертикальном направлении на двух колонках 1, прикрепленных к корпусу приспособления, жестко соединена с корпусом головки 4 колонками 3. Это позволяет при смене заготовок в приспособлении головку с плитой и инструментом вручную отводить вверх. Во время нарезания резьбы в заготовках один из копирных винтов 18 перемещает ползун 15 по колонке 16, прикрепленной к кондукторной плите. В конце обработки упор 13, нажимая на ролик 14 конечного переключателя, реверсирует шпиндель станка, чем обеспечивает вывинчивание инструмента.

Конструкция этой головки и принцип осуществления подачи метчиков не требуют равенства минутных подач при нарезании различных по шагу и диаметру резьб. Скорость резбонарезного инструмента может быть одинаковой, что достигается подбором зубчатых колес в головке. Головки крепят к гильзе стаканом 6. Вращение шпинделя станка передается на шпиндели 11 головки через поводок 7, вал 5 и зубчатые колеса 8-10.

Поскольку при нарезании резьб может происходить осевое перемещение метчика с копирным винтом, отличное от перемещения головки, в шпинделях 11 предусмотрено отверстие для свободного перемещения копирных винтов. Крутящий момент передается через шпонку 12, которая может быть выведена из паза шпинделя 11 при настройке вылета инструмента. Для обеспечения реверса станка в нужный момент положение упора 13 легко регулируется.

Ответ 10.14. На рис. 10.14 приведена схема многошпиндельной головки для сверления отверстий, расположенных под углом друг к другу. Головка состоит из двух частей: верхняя 1 крепится к пиноли (гильзе) шпинделя станка, а нижняя 2 удерживается на колонках-рейках 4. Между верхней и нижней частями находятся пружины, выполняющие функции амортизаторов и способствующие возврату верхней части в исходное положение. Вращение инструментальные шпиндели 6 получают от шпинделя станка через ведущий валик 11, конические 10, 8 и цилиндрические 9, 7 колеса.

Поступательное движение инструментальные шпиндели получают также от шпинделя станка. Головка опускается вниз и упирается призмой или штырем 5 (в зависимости от заготовки) в обрабатываемую заготовку, в результате чего нижняя часть 2 головки останавливается, а верхняя часть 1, продолжая перемещение по колонкам с рейками 4, поворачивает зубчатые колеса 3, а последние, находясь в зацеплении с пинолями-рейками шпинделей, сообщают им движение.

По окончании сверления сначала поднимается верхняя часть 1 головки, которая возвращает инструментальные шпиндели 6 в исходное положение, после чего поднимается нижняя часть 2 головки и обработанная деталь освобождается. Затем цикл повторяется.

Ответ 10.15. В тех случаях, когда необходимо обрабатывать отверстия, расположенные под углом, можно применять множительные головки по типу показанной на рис. 10.15.

Головку крепят к шпинделю станка шлицевым валом 1, имеющим на верхнем конце конус Морзе и отверстие для проходки поводка. Вращение на шпиндели 6 головки передается от шпинделя станка через шлицевой вал 1, конические колеса 3 и 4. подача на шпиндели головки передается также от шпинделя станка через шлицевой вал 1, диск

13 и гильзы 8, которые перемещаются во втулках 7. Корпус 9 головки и кондукторная плита 11 соединены между собой распорной втулкой 10 и вместе перемещаются на колонках 5, которые прикреплены к корпусу 12 приспособления.

При подъеме шпинделя станка с шлицевым валом 1 поднимается диск 13 с гильзами 8 и шпинделями 6 головки, затем поднимается корпус 9 с кондукторной плитой 11, преодолевая сопротивление пружин 2. При опускании шпинделя станка опускается корпус 9 головки и кондукторная плита 11 под действием пружин 2, ориентируя и зажимая заготовку. После того, как корпус головки и кондукторная плита останутся, шпиндель станка и шлицевый вал 1 с диском 13 продолжают опускаться, осуществляя рабочую подачу шпиндельной головки.

Ответ 10.16. На рис. 10.16 приведена конструкция трехшпиндельной множительной головки, предназначенной для обработки отверстий, расположенных в разных плоскостях заготовки. Головку устанавливают на гильзу станка и крепят тангенциальными прижимами.

Вращение от шпинделя станка через поводок передается на вал 5 центрального зубчатого колеса 4, которое передает вращение через паразитное зубчатое колесо 3 зубчатым колесам 2, закрепленным на вертикальных шпинделях 1. Шпинделю 17 вращение сообщается от того же зубчатого колеса 4 через цилиндрические зубчатые колеса 9 и 10 и конические 13 и 14. Коническое зубчатое колесо 13 закреплено на шлицевой втулке 12, внутри которой перемещается шлицевый вал 11.

Такая конструкция обеспечивает вращение наклонного шпинделя независимо от осевого перемещения шпинделя станка. Коническое зубчатое колесо 14 передает вращение наклонному шпинделю 17 через втулку 15 и шпонку 16. Для облегчения условий работы станка в конструкции предусмотрены дополнительные направляющие колонки 6. Подача наклонного шпинделя осуществляется перемещением гильзы 18, в которую он вмонтирован, от штока-рейки 8 через вал-шестерню 7.

Конструкции множительных головок подобного типа позволяют при их проектировании располагать наклонный шпиндель под любым углом к вертикали. Подача горизонтальных и вертикальных шпинделей, также как и частота их вращения, могут быть различными.

Ответ 10.17. В тех случаях, когда отверстия расположены в разных плоскостях, можно использовать головку, аналогичную показанной на рис. 10.17.

Эта головка имеет два вертикальных шпинделя 15 и один горизонтальный 1, связанные общей кинематической цепью. Множительную головку устанавливают на гильзу вертикально-сверлильного станка и крепят двумя тангенциальными зажимами. Вращение от шпинделя станка через поводок передается на вал 12 и зубчатое колесо 11, которое передает вращение на вертикальные шпиндели 15 через зубчатые колеса 13, 14.

Горизонтальному шпинделю 1 вращение сообщается от того же зубчатого колеса 11 через цилиндрические зубчатые колеса 10, 9 и конические 6 и 4. Коническое зубчатое колесо 6 закреплено на шлицевой втулке 7, внутри которой помещается шлицевый валик 8.

Такая конструкция обеспечивает вращение горизонтального шпинделя независимо от осевого перемещения шпинделя станка.

Подача горизонтального шпинделя осуществляется перемещением гильзы 2, в которой он смонтирован, от штока рейки 3 через вал-шестерню 16. Коническое зубчатое колесо 4 передает вращение горизонтальному шпинделю 1 через втулку 5 и шпонку, закрепленную в ее отверстиях. Множительная головка перемещается на двух направляющих колонках 17.

Ответ 10.18. При групповой обработке отверстий в заготовках крышек и фланцев целесообразно применять множительные головки со сменными шпинделями (см. рис. 10.18).

В конструкции этой головки предусмотрены сменные трех- и четырехшпиндельные стаканы 5 и кондукторные плиты 8 с подпружиненными прихватами 9. Вращение на сменные шпиндели головки передается от шпинделя станка через поводок, валик 1, зубчатые колеса 2-4. Независимо от высоты обрабатываемых заготовок они надежно закреплены. Для этого все прихваты 9 выполнены подпружиненными. Сила закрепления заготовок зависит от параметров пружин на прихватах и от пружин 6, установленных на колонках 7.

Ответ 10.19. При обработке отверстий с большим числом переходов целесообразно использовать револьверные (поворотные) многошпиндельные головки, что позволяет существенно уменьшить время на замену инструмента. В таких головках вращается только шпиндель 13, ось которого совмещена с осью шпинделя станка (см. рис. 10.19).

В рабочее положение очередной инструмент устанавливается поворотом головки на 60°. Это происходит следующим образом. Рычагом 9 выводят фиксатор 11 из втулки 12. Одновременно этим же рычагом через серьгу 7 и вилку 6 с роликами на конце, преодолевая сопротивление пружины 2, выводят из зацепления трехкулачковую полумуфту 5. Затем поворачивают корпус 1 с шестью шпинделями относительно оси 14 в заданное положение. При этом фиксатор 11 под действием пружины 10 заходит в отверстие очередной втулки и фиксирует корпус. Одновременно полумуфта 5 входит в зацепление с одной из полумуфт 8, которые закреплены на каждом шпинделе, в результате чего начинает вращаться другой шпиндель головки.

Вращение на шпиндели головки передается от шпинделя станка через втулку 4, шпонку 3, кулачковые полумуфты 5 и 8, сцепляющиеся под действием пружины 2. Пружина 2 выполняет и функции предохранителя муфты от перегрузки.

При использовании такой головки в настольно-сверлильном станке устанавливают противовес для уравнивания шпинделя станка с револьверной головкой при перемещении и тормоз для быстрой остановки шпинделя. Кроме того, устанавливают конечный переключатель для остановки в верхнем крайнем положении шпинделя станка с револьверной головкой.

Ответ 10.20. Для значительного уменьшения вспомогательного времени при обработке отверстий, требующих использования разнообразного инструмента, целесообразно применять револьверные головки с автоматическим поворотом без остановки станка (см. рис. 10.20).

При подъеме головки в верхнее положение винт 6 упирается в торец шпиндельной бабки станка и перемещает скалку 5, которая нажимает на рычаг 4. Рычаг, сжимая пружину, поднимает полумуфту 3 и отключает вращение работающего шпинделя.

При дальнейшем подъеме головки скалка 5 воздействует на рычаг 2, который выводит фиксатор 1 из его гнезда. При этом винт 7, упираясь в торец шпиндельной бабки, перемещает рейку 8, которая вращает колесо 9, конические колеса 14, храповой механизм 13, колеса 10 и 11. В свою очередь, колесо 11, связанное с поворотной частью 12 головки, поворачивает в рабочее положение очередной шпиндель головки.

После поворота шпинделя происходит предварительное фиксирование поворотной части 12 с помощью шарикового фиксатора. При опускании головки защелка храповика проскакивает в холостую, фиксатор 1 под действием пружины окончательно фиксирует поворотную часть 12 и включается полумуфта 3. Инструмент, находящийся в данный момент на рабочей позиции, начинает обработку.

Ответ 10.21. На рис. 10.21 приведена конструкция револьверной головки с ручным поворотом фланца 16, в котором смонтированы шесть шпинделей 2 на двух радиально-упорных шарикоподшипниках 1. Одной из особенностей головки является возможность различных передаточных чисел у приводов рабочих шпинделей (1:1; 1:2; 2:1), что позволяет, не изменяя частоты вращения шпинделя станка, изменять скорость резания. Для этого цели в конструкции головки предусмотрен блок шестерен 3, вращающийся на шарикоподшипниках 4. Верхнее зубчатое колесо блока постоянно находится в зацеплении с вал-шестерней 5, закрепленной в отверстии шпинделя 6 станка, а три других зубчатых колеса блока поочередно входят в зацепление с зубчатыми колесами инструментальных шпинделей.

Поворот очередного шпинделя осуществляется во время остановки станка и происходит это в верхнем положении головки, когда рейка 9 через вал-шестерню 10 выведет фиксатор 11. После чего штурвалом 14 поворачивают фланец 16 с рабочими шпинделями вручную, пока шарик 15 не зафиксирует окончание поворота. При опускании гильзы 7 станка пружина 8 переместит рейку 9 вверх, а фиксатор 11 под воздействием пружины 12 войдет в следующее отверстие делительного диска 13.

Ответ 10.22. На рис. 10.22 показана планетарная головка для точения многогранников на токарном станке мод. 1К62. Многогранники обрабатывают проходными резцами 8 с подачей 0,1 ... 0,2 мм/об, при этом ломаная линия многогранника заменяется участком сильно растянутого эллипса. Резец 8 инструментальной головки 7 выполняет два движения: вращательное вокруг оси шпинделя 9 и переносное вместе с инструментальной головкой 7 вокруг оси шпинделя станка. В результате сложения этих движений вершина резца описывает относительно осей шпинделя станка и заготовки замкнутую эллиптическую кривую. Таким образом, резец 8, следуя по эллипсу, обтачивает две противоположные грани заготовки 5.

Для обработки квадрата следует использовать двухшпиндельную планетарную головку, для обработки шестигранника – трехшпиндельную головку с несколькими резцами. Отклонение от плоскостности граней многогранников невелико. В среднем для граней с шириной 12 ... 17 мм оно составляет 0,01 мм, для граней 19 ... 24 мм – около 0,08 мм, для граней 32 ... 36 мм – не более 0,14 мм [5].

Рассматриваемой головкой можно не только обтачивать шестигранники, но и прорезать шлицы в корончатых гайках. Головку крепят к станине планками 11. При вращении планшайбы 1 вращаются вокруг оси шпинделя станка и шпиндели 4 и 9 с закрепленными резцовыми головками. Одновременно шпиндели 4 и 9 вращаются вокруг своих осей, так как их зубчатые колеса 2 и 10 обкатываются по неподвижному зубчатому колесу 3.

На резцовых головках устанавливают несколько резцов. В данном случае закреплено три проходных резца 8 и три прорезных 6.

Максимальный диаметр заготовки для трехгранника составляет 32 мм, для четырехгранника 36 мм, для шестигранника 55 мм. Наибольший диаметр заготовки для точения шлицев – 77 мм, ширина шлица – 10 мм, глубина – 6 мм.

При использовании головки заготовки крепят в приспособлении, установленном вместо резцедержателя.

Этот метод обработки многогранников еще не нашел широкого распространения, хотя он позволяет увеличить производительность в несколько раз.

Ответ 10.23. Множительная головка (см. рис. 10.23, а) предназначена для растачивания центрального отверстия в заготовках корпусов подшипников и одновременного сверления отверстий под крепежные винты на токарно-револьверном станке. Заготовку

3 крепят в трехкулачковом патроне 1. В головке предусмотрен стакан 7, в котором крепят оправку 13 с резцом, а в патроне – вращающаяся втулка 2. Стакан 7 не вращается, так как он шпонкой соединен с фланцем, закрепленным в гнезде револьверной головки станка. Шпиндели 6 со сверлами 5 приводятся во вращение благодаря тому, что корпус 8 вращается синхронно с патроном станка, а зубчатое колесо 10 планетарного механизма неподвижное. Таким образом, при вращении корпуса 8 зубчатые колеса 9 обкатываются по зубчатому колесу 10 и сообщают вращение шпинделям головки.

Для обеспечения вращения корпуса 8 предусмотрен поводковый палец 14, который входит в отверстие втулки 15, запрессованной в патрон. Сверла 5 направляются по кондукторным втулкам, закрепленным в кондукторной плите 4. Во время рабочей подачи головки с инструментом кондукторная плита 4 стоит неподвижно, а ее колонки 12, преодолевая сопротивление пружин, входят во втулки 11.

Множительная сверлильная головка (рис. 10.23, б) применяется при групповом методе обработки, так как имеет раздвижные шпиндели. Диапазон ее настройки должен обеспечить обработку всего технологического ряда заготовок, закрепленных за станком, что составляет 82 ... 222 мм [14]. Работает эта головка аналогично рассмотренной.

Настройка на требуемое межосевое расстояние шпинделей осуществляется поворотом корпусов 3 шпинделей со сверлами 2 вокруг винта 5 до совмещения осей инструмента с осями кондукторных втулок 1. Корпусы 3 рабочих шпинделей стопорятся клиновыми прихватами 4.

Ответ 10.24. На рис. 10.24 показана множительная головка (24 шпинделя) для позиционной обработки восьми отверстий (сверление, зенкерование, снятие фасок или зенкование отверстий) в заготовках типа "корпус". Головку крепят к фланцу гильзы вертикально-сверлильного станка. Направляется она двумя цилиндрическими пальцами 9 и 11 по втулкам поворотного четырехпозиционного стола с закрепленными в патронах заготовками (стол, патроны и заготовки на рисунке не показаны). Вращение на шпиндели 12 передается от шпинделя станка через вал 4, зубчатые колеса 3, 2 и 1; на шпиндели 8 – через вал 4, зубчатые колеса 5 и 6. Конструкция головки позволяет менять блоки 7 и 10 со шпинделями, если изменяется число отверстий в заготовке или диаметр, на котором расположены обрабатываемые отверстия.

Ответ 10.25. Множительная головка с планетарной передачей (см. рис. 10.25) предназначена для обработки трех отверстий в заготовках типа "фланец" и "крышка" на токарно-револьверном станке мод. 1365.

Множительную головку крепят в отверстие револьверной головки станка фланцем 10, а тремя пальцами 1 фиксируют кондукторную плиту 4 во втулках патрона (патрон и заготовка на рисунке не показаны). Вращение на инструменты 5 передается от вращающегося патрона через кондукторную плиту 4, три направляющие скалки, корпус 7, зубчатые колеса 8 и шпиндели 6. Так как фланец 10 множительной головки, вал 9 и зубчатое колесо 11 не вращаются, то при вращении корпуса 7 зубчатые колеса 8 катятся по колесу 11, сообщая вращение инструментам 5. Кондукторная плита 4 с кондукторными втулками 3 после обработки очередной заготовки возвращается в исходное положение (показанное на рис. 10.25) пружинами 2.

Ответ 10.26. При обработке заготовок крышек и корпусов подшипников на многошпиндельных токарных полуавтоматах для сверления отверстий под крепежные болты используют множительные головки, показанные на рис. 10.26.

Корпус 8 головки устанавливают на направляющие станка в виде ласточкина хвоста взамен резцового блока и крепят планкой 13 и болтами 12. Вращение на шпиндели 4

можно передавать от патрона 1 через поводок 14 и стакан 5. Однако, более удобно для съема и установки заготовки, когда вращение на шпиндели головки передается от станка через шлицевой вал 11, обгонную муфту 9, стакан 5, зубчатые колеса 6 и неподвижное зубчатое колесо 7. Последняя пара зубчатых колес представляет планетарный механизм, где зубчатое колесо 7 с внутренним зацеплением неподвижно, так как прикреплено к корпусу 8 головки.

Стакан 5 смонтирован в корпусе 8 на двух конических роликоподшипниках 10, а шпиндели 4 смонтированы в этом стакане на радиальном, упорном шарикоподшипниках и игольчатом подшипнике. Инструмент направляется по кондукторным втулкам, которые вместе с кондукторной плитой 2 и направляющей 3 вращаются синхронно с патроном 1.

Ответ 10.27. Если детали обрабатывают на многошпиндельных токарных полуавтоматах мод. 1282-1284, то отверстия сверлят, а иногда и разворачивают специальными многошпиндельными головками (см. рис. 10.27).

Корпус 2 головки крепят к корпусу станка винтами 4 вместо резцовой наладки. К корпусу 2 прикреплен блок зубчатых колес 5, который сцепляется с зубчатыми колесами шпинделей 8 и обеспечивает им при необходимости две скорости вращения. Кондукторная плита 9 соединена с фланцем 6 двумя колонками 7. Это обеспечивает синхронное вращение плиты 8 с фланцем 6, которое сообщает им поводок (на рисунке не показан), соединенный с патроном.

Кондукторная плита 9 и фланец 6 со шпинделями 8 подвешены на валу 3, смонтированном в корпусе 2 на конических радиально-упорных подшипниках. Иногда вместо поводка, соединяющего патрон с кондукторной плитой, используют вал-шестерню 1, соединенную с кинематической цепью станка. Она обеспечивает синхронность вращения патрона с закрепленной в нем заготовкой и кондукторной плиты с инструментом 10. Инструментальные шпиндели 8 головки смонтированы во фланце 6 на двух игольчатых и двух упорных подшипниках.

Ответ 10.28. В серийном производстве расточные операции часто выполняют на токарных станках, применяя для этого множительные головки (см. рис. 10.28) и приспособления для крепления заготовок.

Головку устанавливают на направляющие токарного станка через переходную плиту 7 и крепят двумя планками 8. Вращение на шпиндель 6 передается от шпинделя станка с помощью муфты 1, а на шпиндель 5 — зубчатых колес 2-4.

Приспособление с заготовками устанавливают на продольные салазки суппорта станка. В качестве инструмента чаще используют борштанги с набором резцов. Для направления борштанг в приспособлении предусматривают направляющие втулки.

Ответ 10.29. Оснастка (см. рис. 10.29) применяется совместно с множительной головкой для обработки двух отверстий, расположенных перпендикулярно к оси центрального отверстия заготовки 7. Заготовку надевают на оправку 8 и фиксируют по отверстию в торце штырем 9. Установку заготовки осуществляют в то время, когда кондукторная плита 2 совместно с головкой подняты вверх гильзой шпинделя вертикально-сверлильного станка.

Крепят заготовку прихватом 3, смонтированным на оси 6, расположенной в кондукторной плите 2. Во время опускания головки с плитой 2 по колонкам 5 вилкообразный прихват 3, упираясь в регулируемые по высоте винты 4, поворачивается на оси 6 и досылает заготовку до упора в торец оправки 8. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружины 1.

Ответ 10.30. Приспособление (см. рис. 10.30) работает совместно с множительной головкой. Заготовку 5 устанавливают в отверстие опоры 6 до упора в ее торец и цен-

трируют двумя призмами 7 и 10, которые подводятся пружинами 9 при ходе кондукторной плиты 3 вниз. Отводятся призмы штырем 8 при подъеме множительной головки с кондукторной плитой 3 вверх. Крепление заготовки осуществляют планкой 4. Сила закрепления на нее передается от пружин 1 через кондукторную плиту 3. Плита 3 прикреплена к скалкам 2, которые соединяют ее с множительной головкой.

Ответ 10.31. Оснастка (см. рис. 10.31) предназначена для крепления заготовок фланцев и крышек при сверлении отверстий в ушках под крепежные винты. Она работает совместно с множительной головкой (на рисунке не показана) и соединяется с ней двумя колонками 7.

Заготовку 6 устанавливают на опору 1, центрируют по ее отверстию и ориентируют по ушкам подпружиненной вилкой 9 прежде, чем она будет закреплена качающимся прижимом 5. Последний имеет сферическую поверхность контакта с кондукторной плитой 4, что позволяет ему качаться. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружин 8, которые установлены на колонках 7. Вилка 9 перемещается в направляющих двумя пружинами 10 и разворачивает заготовку относительно оси опоры 1 до тех пор, пока оба ушка не упрутся в вилку.

В исходное положение вилка отводится клином 11 при ходе головки с кондукторной плитой 4 вверх. Сверла 2 направляются по кондукторным втулкам 3, установленным в кондукторной плите.

Преимуществом данной конструкции приспособления является гарантия получения отверстий в центре ушек заготовки.

Ответ 10.32. Оснастка (см. рис. 10.32) предназначена для крепления заготовки 6 при сверлении в ней двух отверстий и соединена совместно с множительной головкой (на рисунке она не показана) двумя колонками 1.

Корпус крепят к столу, а головку крепят к гильзе вертикально-сверлильного станка. Перезарядка приспособления по требованию техники безопасности должна осуществляться при выключенном станке или вне зоны работы инструмента. Для этого салазки 9 выдвигают из зоны работы инструмента. Заготовку 6 надевают на срезанный штырь 3 и опирают на планку 5. Затем салазки 9 с заготовкой перемещают вручную по планкам 8 до упора в регулируемый винт 11. Окончательная фиксация салазок с заготовкой производится пальцем 10. Крепят заготовку призмой 4 при перемещении вниз кондукторной плиты 2 пружинами 7. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружин и от величины их сжатия.

Ответ 10.33. Оснастка (см. рис. 10.33) предназначена для крепления заготовок рычагов при сверлении двух отверстий множительной головкой.

Приспособление соединяют с головкой двумя колонками 5. Снимают и устанавливают заготовку 8 вне зоны работы инструментов, для этого салазки 9 выдвигают. После установки заготовки 8 на штыри 7, 10 и центрирования головки рычага подпружиненной призмой 11, салазки 9 перемещают в зону обработки до упора в винт 1. Окончательное фиксирование положения салазок осуществляют штырем 2 при опускании кондукторной плиты 3. В это же время заготовку крепят штырем 6. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружин 4.

Ответ 10.34. На рис. 10.34 показано приспособление к множительной головке, в котором сила закрепления заготовки передается от пружин 1, расположенных на колонках 2. Заготовку 5 устанавливают на три штыря 7, ориентируют двумя планками 6 и центрируются конусным ловителем 8. Когда головка опускается (на рисунке она не показана), заготовка крепится прижимом 4, сопрягающимся с кондукторной плитой 3 сферической поверхностью. В это время конусный ловитель 8, преодолевая сопротивление пружины 9, может перемещаться по скалке 10 вниз. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружин 1 и 9.

Ответ 10.35. На рис. 10.35 изображено приспособление к нормализованной двухшпindelной головке для сверления двух отверстий в заготовке рычага. Головка перемещается по колонкам, которые направляются втулками 11.

Так как обрабатываемые отверстия расположены на одной оси с отверстием в бышке, заготовку 5 базируют отверстием на цилиндрический палец 4, а правым концом на опору 1. При ходе двухшпindelной головки и плиты 7 вниз, осуществляется центрирование и крепление заготовки конусным ловителем 2, в котором закреплены кондукторные втулки. Чтобы отверстия были просверлены по центральной оси, заготовка должна иметь возможность поворачиваться при центрировании ловителем 2. Поэтому базовый палец 4 имеет возможность поворачиваться вместе с кронштейном 3 вокруг цапфы 10. Для облегчения поворота кронштейн 3 смонтирован на двух упорных подшипниках 8 и бронзовой втулке 9. Сила закрепления заготовки зависит от параметров пружин 6.

Ответ 10.36. На рис. 10.36 показано приспособление к множительной головке с комбинированным зажимным механизмом для центрирования и крепления заготовки.

Заготовку 3 устанавливают на плиту 8 и центрируют по литым отверстиям двумя срезанными конусами 5, которые перемещаются пружинами 7. По наружному контуру заготовку центрируют и крепят двумя рычагами 10 и 12, приводимыми в движение штоком 11 пневмокамеры. Для устранения возможных вибраций дополнительное крепление заготовки к опорной плите 8 осуществляется тремя штырями, запрессованными в качающуюся планку 4. Последняя перемещается вместе с кондукторной плитой 6 на двух колонках 2.

При съеме заготовки 3 конусы 5 отводятся вилками 9, прикрепленными к рычагам 10 и 12.

Приспособления данного типа используются для обработки базовых отверстий в корпусных заготовках, где их базирование осуществляют по двум плоскостям: в одной — подпружиненными конусами 5 по литым отверстиям, в другой — рычагами 10 и 12.

Ответ 10.37. Изображенная на рис. 10.37 двухшпindelная головка предназначена для одновременного фрезерования двух плоскостей, разделенных выступом на заготовке, или одновременного фрезерования плоскостей у двух разных заготовок на горизонтально-фрезерном станке.

Корпус головки устанавливают на вертикальные направляющие станка и закрепляют на двух скалках 3 (диаметром 85 мм) кронштейнами 2 и 9. Скалки, в свою очередь, прикреплены к двум стойкам 1, предварительно установленным вместо хобота на горизонтальных направляющих станка. Вращение на шпиндели 6 и 8 головки передается от конуса 14, закрепленного в шпинделе станка, через коническую пару шестерен 13 и 4 и цилиндрическую пару 4 и 7.

В связи с тем, что износ фрез может быть неравномерным или их размер по высоте после переточки может быть неодинаков, предусмотрена возможность осевого смещения одного из шпинделей. Для этого шпиндель 8 смонтирован в стакане 11, который может перемещаться с помощью червяка 15 и стопориться тангенциальным зажимом 10. Шпонка 12 предотвращает поворот гильзы 11.

Винтами 5 крепят инструменты, установленные в конические отверстия шпинделей 6 и 8.

Ответ 10.38. Множительная головка с взаимно-перпендикулярными шпинделями (см. рис. 10.38) предназначена для одновременной (параллельной) обработки шпоночных пазов или лысок в заготовках валов на горизонтально-фрезерном станке.

Головка крепится к вертикальным направляющим планкой 1 и к хоботу станка клином 6. Вращение на нижний горизонтальный шпиндель передается от поводка 3 через

зубчатые колеса 4, 2 и 12, а на верхний – через зубчатые колеса 4, 5 и конические 9 и 8. Концевые фрезы в осевом направлении выдвигаются винтами 7 и крепятся цапгами 10 с помощью гаек 11.

Ответ 10.39. Двухшпindelная фрезерная головка (см. рис. 10.39) предназначена для одновременного фрезерования лысок под ключ в цилиндрических деталях типа "штуцер" дисковыми фрезами. Ее вставляют в отверстие шпинделя вертикально-фрезерного станка конусом 1, а к вертикальным направляющим крепят винтами 13, вращение на шпиндель 9 передается через блок зубчатых колес, а на шпиндель 7 через пару зубчатых колес 3 и 5. Этим обеспечивается вращение фрез 6 и 10 в разные стороны.

Для регулирования межосевого расстояния между фрезами в процессе их износа или переточки, шпиндель 7 помещен в качающийся кронштейн 4, который поворачивается на цапгах 8 и 2, а затем стопорится винтами 11 и 12.

Ответ 10.40. На рис. 10.40 показана многопозиционная наладка к горизонтально-фрезерному станку, в которую входит шестиместное универсально-переналаживаемое приспособление и трехшпindelная головка. Наладка обеспечивает многоинструментальную параллельно-последовательную обработку пазов в корончатых гайках различных размеров.

В поворотном трехпозиционном приспособлении 2 винтом 1 крепится шесть заготовок 5. Шлицы прорезают тремя фрезами 7, закрепленными в трехшпindelной головке 8. Это приспособление универсально, так как в нем тиски 3 позволяют крепить заготовки различных размеров. Для этого губки 4 и 6 тисков можно перемещать в диапазоне до 50 мм.

Ответ 10.41. Трехшпindelная множительная головка (см. рис. 10.41) предназначена для обработки пазов в корончатых гайках.

Головку с дисковыми фрезами устанавливают на вертикальные направляющие горизонтально-фрезерного станка и клином крепят корпус 11. Вращение на фрезы 5 и 8 передается от поводка 1 через шпиндель 7, зубчатые колеса 3 и 10, а на фрезу 6 непосредственно от поводка 1. Шпиндели 2, 7 и 9 смонтированы на конических роликоподшипниках. Положение фрез регулируют сменными кольцами 4. Эта головка обеспечивает параллельно-последовательную обработку заготовок корончатых гаек.

Ответ 10.42. Для обеспечения одновременной обработки заготовок с двух сторон на горизонтально-фрезерных станках можно использовать головку, показанную на рис. 10.42. Головку устанавливают на вертикальные направляющие станка и дополнительно крепят к его хоботу клином 1. Вращение фреза 2 получает непосредственно от шпинделя станка, а фреза 3 – от шпинделя через систему зубчатых колес и шлицевой вал 4. Наличие телескопического соединения шлицевого вала позволяет регулировать расстояние между фрезами в зависимости от расположения обрабатываемых поверхностей. В конструкции этой головки ось шлицевого вала смещена, что позволяет увеличить расстояние между его осью и осью инструментов.

Ответ 10.43. Двухшпindelная головка (см. рис. 10.43) предназначена для одновременного фрезерования двух шпоночных пазов в заготовках валов. Так как головка не универсальная, ее целесообразно применять в крупносерийном и массовом производствах. Ее устанавливают на хоботе горизонтально-фрезерного станка. Концевые фрезы 8 крепят в цапговых патронах 7. Вылет по высоте фрез регулируют упорами 10. Вращение на фрезы передается от поводка 1 через коническую пару зубчатых колес 2 и 4 и цилиндрические зубчатые колеса 3, 5, 6, 9.

Ответ 10.44. Множительная головка, показанная на рис. 10.44, предназначена для одновременного (параллельного) фрезерования шести Т-образных пазов в базовых пли-

тах УСП. Шестишпиндельную головку устанавливают и крепят к вертикальным направляющим горизонтально-фрезерного станка. Вращение на оправку 3 с набором дисковых фрез передается от поводка через шпиндель 5. Вращение на шесть вертикальных шпинделей 12 с Т-образными концевыми фрезами 14 передается через цилиндрические 6, 7 и конические зубчатые колеса 8, 9 и далее через цилиндрические зубчатые колеса 10, 11. Положение всех шести вертикальных шпинделей регулируется эксцентриками 13 и стопорится клеммовыми зажимами 4. Для смены оправки с дисковыми фрезами опора 1 выполняется съемной.

Ответ. 10.45. Для проектирования множительной головки необходимо иметь следующие исходные данные:

- чертеж обрабатываемой детали с техническими требованиями;
- операционный эскиз обрабатываемой заготовки с режимами резания;
- размеры режущих инструментов и их хвостиков, материал режущей части;
- паспортные данные станка (мощность электродвигателя, размеры Т-образных пазов и пр.);
- величину подачи и частоту вращения шпинделя станка;
- размеры гильзы станка, которые связывают шпиндель с головкой;
- вылет шпинделя от направляющих станины;
- максимальное расстояние от шпинделя станка до стола и др.

Ответ. 10.46. Расчет множительных головок проводится в следующей последовательности:

- 1) выбор режимов резания для каждого инструмента;
- 2) определение силы подачи, крутящих моментов и потребной мощности для привода головки;
- 3) определение частоты вращения шпинделя станка (определение передаточных чисел оборотов инструмента к числу оборотов шпинделя станка);
- 4) определение величины подачи шпинделя станка;
- 5) выбор кинематической схемы головки;
- 6) расчет зубчатых колес:
 - определение модуля из условия усталости поверхностного слоя материала зубьев;
 - определение модуля из условия прочности зуба на изгиб;
- 7) расчет валов головки на прочность и на жесткость;
- 8) расчет подшипников;
- 9) подбор узлов ведущего и рабочих шпинделей.

Ответ. 10.47. Выбор режимов резания для каждого инструмента множительной головки осуществляют по формулам теории резания или справочникам в следующей последовательности:

- 1) определяют глубину резания: при сверлении $t = 0,5D$, при рассверливании, зенкерования и развертывании $t = 0,5(D - d)$, где D – диаметр инструмента, d – диаметр предварительно обработанного отверстия;
- 2) выбирают максимально допустимую подачу: при сверлении по прочности сверла, при зенкерования и развертывании по справочным таблицам [11];
- 3) рассчитывают скорости резания:

при сверлении

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m l^x S^y} K_v,$$

где C_v – поправочный коэффициент; T – период стойкости инструмента; S – подача инструмента; t – глубина резания; q, x, y – показатели степени; K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания [11];

4) частота вращения режущего инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \text{ мин}^{-1}.$$

Ответ 10.48. Крутящие моменты и осевую силу рассчитывают по формулам: при сверлении

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p; \quad P_o = 10C_p D^q S^y K_p;$$

при рассверливании и зенкерования

$$M_{кр} = 10C_m D^q t^x S^y K_p; \quad P_o = 10C_p t^x D^q S^y K_p,$$

где C_p, C_m – коэффициенты; K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит от материала обрабатываемой заготовки. Значения коэффициента K_p приведены в [11].

Далее определяют требуемую мощность резания на каждом режущем инструменте по формуле

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}; \quad n = \frac{1000v}{\pi d}.$$

Мощность, потребляемая головкой,

$$N_{гол} = \frac{R_1 N_1 + R_2 N_2 + \dots + R_n N_n}{\eta_{гол}},$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – количество одинаковых инструментов, одновременно работающих в головке; N_1, N_2, \dots, N_n – мощность, потребляемая одним инструментом; $\eta_{гол}$ – КПД головки (принимается 0,8 ... 0,9).

Суммарная мощность, потребляемая всеми инструментами, не должна превышать приведенной мощности станка:

$$N_{ст} = \frac{N_{гол}}{\eta_{ст}};$$

где $N_{ст}$ – мощность электродвигателя станка; $\eta_{ст}$ – КПД механизма станка (для сверлильных станков $\eta_{ст} = 0,8$).

Если мощность станка меньше мощности головки, следует выбрать более мощный станок или снизить принятые режимы резания.

Ответ 10.49. Вначале определяют передаточные числа как отношение частот вращения инструмента и шпинделя станка:

$$i = \frac{n_{ин}}{n_{ст}}.$$

Частоту вращения шпинделя станка выбирают из средних ступеней ряда скоростей станка. При работе головки с разными режущими инструментами передаточные числа должны быть определены для каждого шпинделя в отдельности.

Далее определяют подачу шпинделя станка из условия равенства минутных подач шпинделя станка и режущего инструмента:

$$S_{м.ст} = S_{м.ин}; \quad S_{м.ст} = S_{ст} n_{ст} = S_{ин} n_{ин},$$

откуда

$$S_{ст} = \frac{n_{ин} S_{ин}}{n_{ст}}, \text{ мм/об.}$$

Найденное значение подачи $S_{ст}$ должно совпадать с одной из подач, которую может обеспечить станок, или быть несколько меньше ее. Если выполнить это условие невозможно, следует выбрать другую частоту вращения станка $n_{ст}$ и найти другое передаточное отношение i . При работе головки с разными инструментами подачу следует выбирать по лимитирующему режущему инструменту.

Ответ 10.50. Разработку кинематической схемы множительной головки начинают с расположения осей ее инструментальных шпинделей. Их располагают в соответствии с чертежом обрабатываемой детали, установленной в приспособлении.

Найдя координаты осей инструментальных шпинделей и силу подачи каждого режущего инструмента, определяют координаты ведущего шпинделя; целесообразно помещать его в центре головки, т.е. в месте приложения равнодействующей сил подачи. Всегда следует выбирать наиболее простую кинематическую схему, так как она в основном определяет конструкцию головки.

Если обрабатываемые отверстия заготовки расположены на одной окружности, то выбирают ведущее зубчатое колесо с внутренним зацеплением. В таком случае обходятся без промежуточных (паразитных) зубчатых колес, так как ведущий и инструментальный шпиндели будут вращаться в одну сторону. В тех случаях, когда отверстия заготовки расположены на прямой линии или на разных окружностях, применяют ведущее зубчатое колесо с наружным зацеплением. Для того, чтобы инструментальные шпиндели вращались в одну сторону с ведущим шпинделем, применяют паразитные зубчатые колеса.

Число паразитных зубчатых колес в головке должно быть минимальное, поэтому производят вращение от одного паразитного зубчатого колеса двух и более инструментальных шпинделей.

Наибольшие допустимые скорости для прямозубых колес 7-й степени точности 0 ... 12 м/с и 8-й – 5 ... 6 м/с.

Конструкции рабочих и ведущих шпинделей, промежуточных осей и зубчатых колес, корпусов головок, промежуточных плит, направляющих колонок, фланцев и стаканов для крепления головок на гильзах станков и другие элементы нормализованы и приведены в [5].

Ответ 10.51. Прочность зубьев колес множительных головок следует проверить по значению контактных напряжений, действующих в поверхностном слое зубьев, и напряжений изгиба у основания зубьев. Эту проверку можно осуществить косвенным путем, для чего следует вычислить по указанным в соответствующих справочниках допускаемым напряжениям и заданным условиям работы модуль и сравнить его с принятым расчетным модулем. При проверке можно использовать следующие формулы:

а) из условия усталости поверхностного слоя материала профиля зубьев модуль

$$m_{пов} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i\psi} \left(\frac{180000}{z[\sigma_k]} \right)^2 \frac{N K_k}{n K_v}};$$

б) из условия прочности зуба на изгиб модуль

$$m_{изг} = 10 \sqrt[3]{\frac{455}{z\psi y [\sigma_k]} \frac{N K_k}{n K_v}};$$

где z – число зубьев колеса ($z_{min} = 19$); i – передаточное отношение (отношение числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого) на замедление $i_{max} = 4$, на ускорение $i_{max} = 2,5$; ψ – отношение ширины колеса (длины зуба) к модулю ($\psi = 8 \dots 12$); $[\sigma_k]$ – допускаемое напряжение смятия (контактное напряжение); $[\sigma_k]$ – допускаемое напряжение

изгиба; K_k и K_n – коэффициенты долговечности по контактным напряжениям и напряжениям изгиба (при постоянной или мало меняющейся нагрузке они могут быть приняты равными единице); y – коэффициент формы зуба (выбирается по справочнику); K_v – коэффициент скорости, который может быть подсчитан по формуле Барта:

$$K_v = \frac{6}{v + 6},$$

где v – окружная скорость зубчатого колеса.

Используя ранее полученные при расчете данные и табличные материалы, определяют модули $m_{пов}$ и $m_{изг}$ для зубчатой пары: колесо, сидящее на рабочем шпинделе головки – паразитное колесо. Если ранее выбранный модуль больше, чем $m_{пов}$ и $m_{изг}$, то, следовательно, он удовлетворяет заданным условиям и по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба.

Стандартные модули: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4.

Ответ 10.52. Валы для зубчатых колес рассчитывают на прочность и на жесткость из условия нормальной работы зубчатых колес и подшипников. При расчете на жесткость диаметры валов получаются больше, чем при расчете на прочность. Поэтому в основном валы работают при малых напряжениях.

На прочность валы рассчитывают по формуле:

$$R \geq \frac{\sqrt{M_{изг}^2 + 0,45M_{кр}^2}}{W},$$

где R – допускаемое напряжение; $M_{изг}$ – изгибающий момент в опасном сечении; $M_{кр}$ – крутящий момент в опасном сечении; W – момент сопротивления в опасном сечении.

Под действием внешних сил валы подвергаются упругим деформациям изгиба и кручения. При расчете вала на жесткость определяют угол наклона θ в расчетном сечении по формуле

$$\theta = \frac{Ql^2}{10^6 d^4} K_\theta$$

и прогиб y в опасном сечении вала по формуле:

$$y = \frac{Ql^3}{10^6 d^4} K_y,$$

где Q – сила, действующая на вал; l – расстояние между опорами; d – диаметр вала; K_θ , K_y – коэффициенты.

Расчетные значения угла наклона и прогиба не должны быть больше допускаемых.

Максимально допустимый прогиб вала можно принимать равным 0,0001 ... 0,0005 длины между опорами или 0,01 ... 0,03 модуля зубчатых колес, а наибольшие углы наклона вала в его опорах – примерно 0,001 рад.

Ответ 10.53. Долговечность, нагрузка и частота вращения шариковых и роликовых подшипников (упорных и радиальных) связаны формулой

$$C = Q(nh)^{0,3},$$

где Q – условная нагрузка подшипника; n – частота вращения подшипника; h – долговечность подшипника; C – коэффициент работоспособности подшипника, зависящий от его конструкции, размера и материала (указывается в каталогах подшипников).

При расчете подшипников определяют один из входящих в формулу параметров, задавшись остальными. В соответствующих справочниках приводятся номограммы, заменяющие числовой расчет. Изменяя режимы обработки детали, необходимо учитывать,

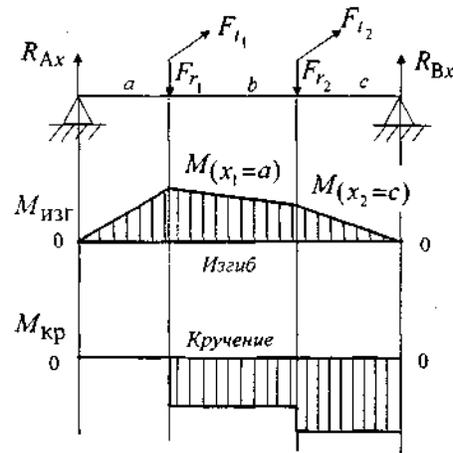


Рис. 10.46. Эпюры моментов нагруженного вала

что долговечность подшипника резко снижается при увеличении нагрузки (например, при увеличении нагрузки в 2 раза долговечность подшипника уменьшается примерно в 10 раз). Для многощиндельных головок долговечность подшипников принимается равной 2000 ... 3000 ч.

Ответ 10.54. Этапы решения.

1. Находим реакции опор из условия:

$$\sum \vec{F}_x = 0 \quad \text{и} \quad \sum \vec{M} = 0 \quad R_{Ax} + F_{r1} + F_{r2} + R_{Bx} = 0; \quad (1)$$

$$R_{Ax}(a + b + c) - F_{r1}(b + c) - F_{r2}c = 0; \quad (2)$$

$$R_{Ax} = \frac{F_{r1}(b + c) + F_{r2}c}{(a + b + c)} \approx A.$$

Полученное A подставляем в уравнение (1), находим величину R_{Bx} .

2. Определим изгибающие моменты и построим эпюру (согласно методу сечений):

$$M_{x_1=0} = 0; \quad M_{x_1=a} = R_{Ax}a \quad M_{x_2=0} = 0; \quad M_{x_2=c} = -R_{Bx}c.$$

3. Определяем крутящий момент:

$$M_{кр(x_1=0)} = 0; \quad M_{кр(x_1=a)} = F_{t1}a; \quad M_{кр(x_2=0)} = F_{t1}a + F_{t2}c.$$

4. Строим эпюры (рис. 10.46).

5. Диаметр вала определяем по уравнению:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{изг}^2 + M_{кр}^2}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{M_{экв}^2}{0,1[\sigma]}}$$

Для стали 40X $[\sigma_w] = 760$ МПа; $[\tau] = 15 \dots 25$ МПа.

11. СБОРОЧНАЯ ОСНАСТКА

Оснастку используют при сборке каждой сборочной единицы (комплекта, подузла, узла, изделия). Сборочная оснастка является эффективным средством механизации, она обеспечивает быструю установку и закрепление элементов изделия. По степени специализации сборочную оснастку подразделяют на универсальную и специальную.

Универсальную сборочную оснастку применяют в единичном и мелкосерийном производствах. К ним относятся базовые плиты, призмы, угольники, струбцины, домкраты, прихваты, схваты для штучных деталей, стяжки, различные оправки, воротки, разнообразные ключи, шпильковерты, съемники и пр.

Базовые плиты с сеткой Т-образных пазов располагают на фундаменте, выше пола на 100 ... 200 мм. Они служат для установки и крепления базовых деталей собираемых узлов или изделий: призмы и угольники – для базирования корпусов узлов или изделий; струбцины – для временного скрепления деталей; домкраты – для выверки и поддержки тяжелых деталей; пневматические и гидравлические скобы – для клепки пустотелыми заклепками; стяжки – для соединения концов втулочно-роликовых цепей настольные пневматические прессы – для запрессовки втулок, шарикоподшипников и других деталей. Универсальная оснастка также необходима при механизации и автоматизации процесса сборки узлов и изделий.

Специальную сборочную оснастку применяют в крупносерийном и массовом производствах для выполнения конкретных сборочных операций.

Сборочные работы отличаются низким уровнем механизации, не превышающим 25 ... 30 % общей трудоемкости. Автоматизация сборочных работ применяется в основном в условиях крупносерийного производства и составляет 5 ... 7 %. Затраты на сборку изделия можно уменьшить, используя механизированную оснастку и автоматизацию процесса сборки при помощи специализированных промышленных роботов.

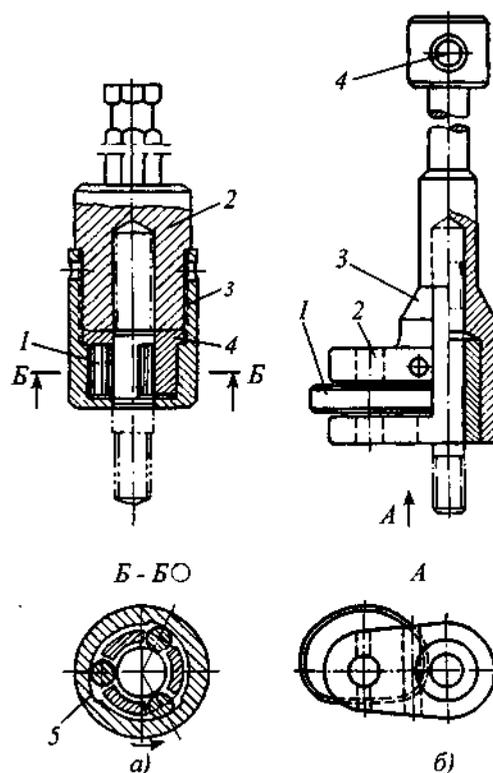


Рис. 11.1 Сборочная оснастка

ВОПРОСЫ

Вопрос 11.1. Каково назначение и как работает сборочная оснастка, показанная на рис. 11.1?

Вопрос 11.2. Каково назначение и как работает сборочная оснастка, показанная на рис. 11.2?

Вопрос 11.3. Как различаются съемники по способу создания осевой силы и как ее рассчитывают? Назовите способы закрепления съемников на демонтируемой детали. Для чего используют съемники, схемы которых приведены на рис. 11.3? Опишите принцип работы съемника, приведенного на рис. 11.3, в.

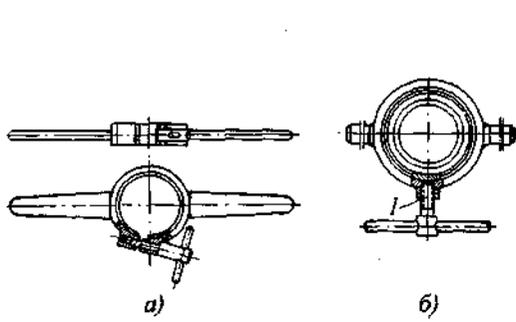


Рис. 11.2. Сборочная оснастка

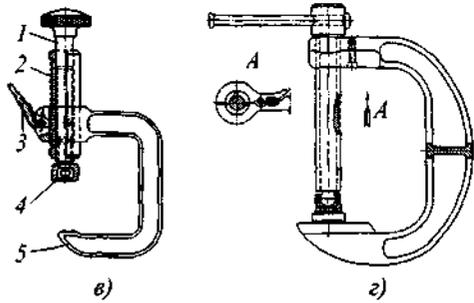


Рис. 11.2. Сборочная оснастка

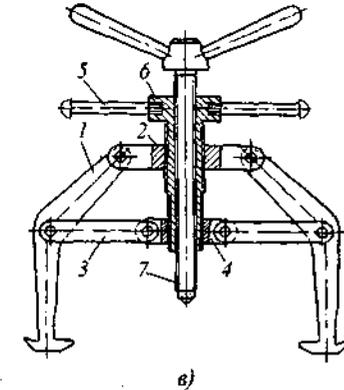
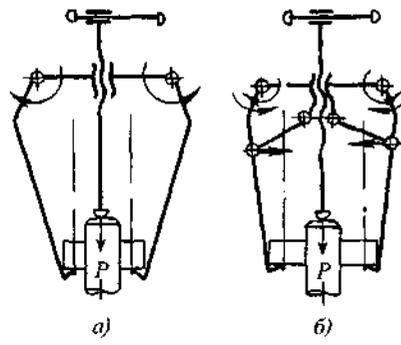


Рис. 11.3. Схемы и конструкция сборочной оснастки

Вопрос 11.4. Каково назначение и как работает сборочная оснастка, выполненная по схемам, показанным на рис. 11.4? Рассчитайте перемещение (деформацию) рукоятки ключа в зависимости от приложенной к ее концу силы.

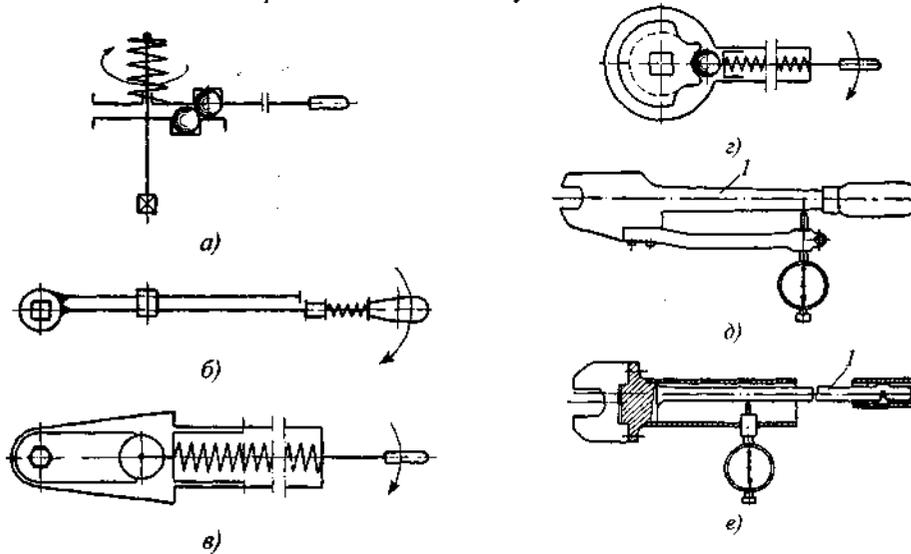


Рис. 11.4. Схемы сборочной оснастки

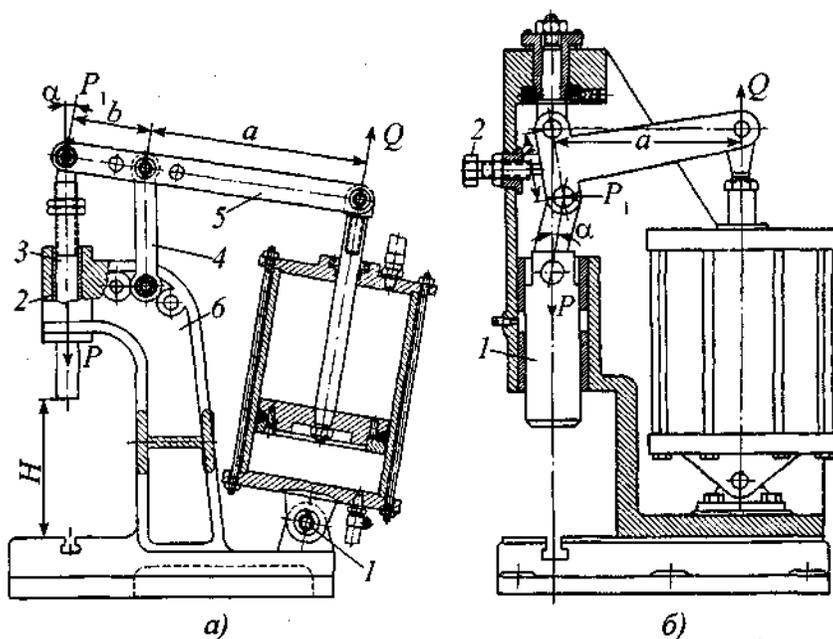


Рис. 11.5. Сборочная оснастка

Вопрос 11.5. Каково назначение и конструкция сборочной оснастки, показанной на рис. 11.5?

Вопрос 11.6. Составьте схемы пневматических верстачных прессов (см. рис. 11.5) и запишите уравнения для определения силы P .

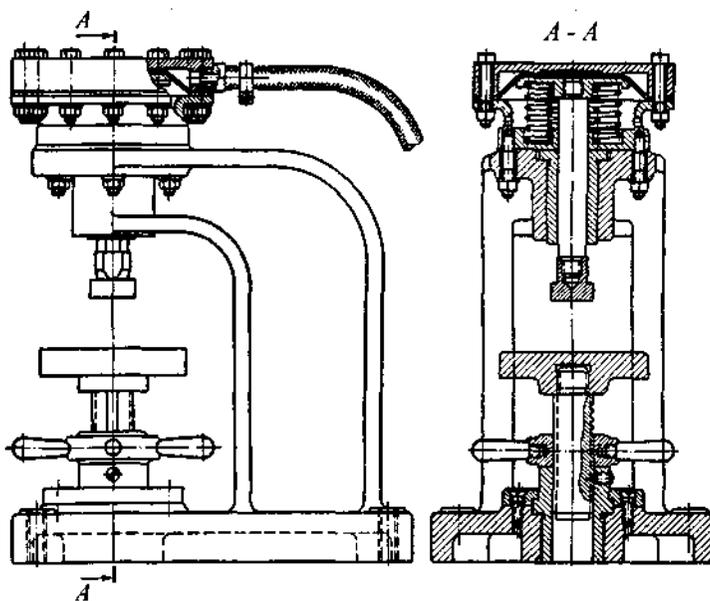


Рис. 11.6. Пневматический пресс с регулируемой высотой стола

Вопрос 11.7. Каково назначение и как работает сборочная оснастка, показанная на рис. 11.6?

Вопрос 11.8. Каково назначение и принцип действия скобы, изображенной на рис. 11.7?

Вопрос 11.9. Каково назначение и как работает оснастка для сборки, показанная на рис. 11.8?

Вопрос 11.10. Каково назначение и как работает устройство, схема которого показана на рис. 11.9?

Вопрос 11.11. Каково назначение и как работает устройство, схема которого показана на рис. 11.10?

Вопрос 11.12. Каково назначение и как работает оснастка, схема которой показана на рис. 11.11?

Вопрос 11.13. Каково назначение и как работает оснастка, схема которой показана на рис. 11.12?

Вопрос 11.14. Для какой сборочной операции предназначена и как работает оснастка, схема которой приведена на рис. 11.13?

Вопрос 11.15. Каково назначение и как работает захватное устройство к промышленному роботу, показанное на рис. 11.14?

Вопрос 11.16. Каково назначение и как работает сборочная оснастка, приведенная на рис. 11.15?

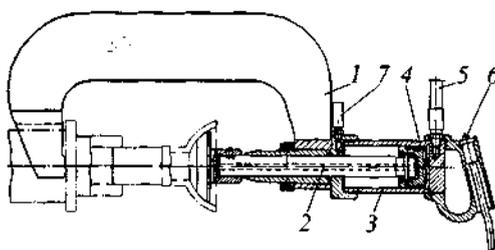


Рис. 11.7. Подвесная гидравлическая скоба

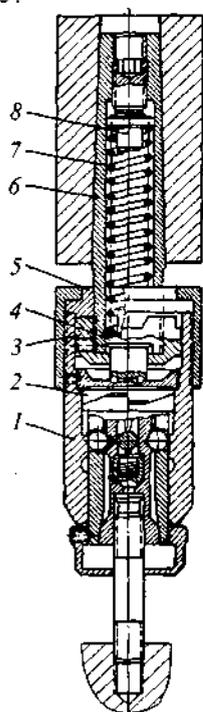


Рис. 11.8. Оснастка для механизированной сборки

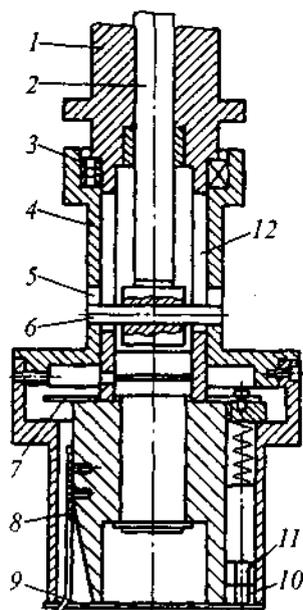


Рис. 11.9. Схема устройства к промышленному роботу для автоматизированной сборки

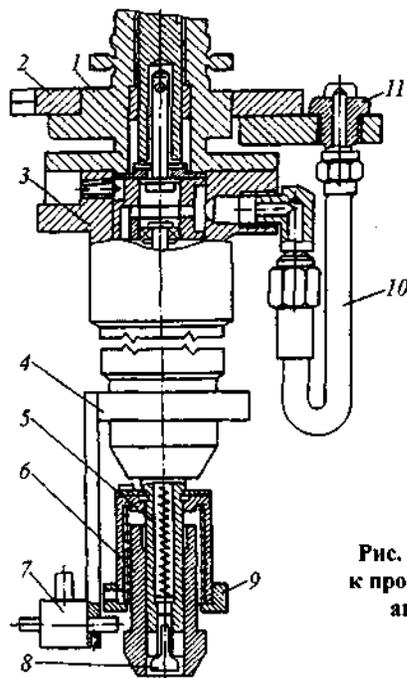


Рис. 11.10. Схема устройства к промышленному роботу для автоматизации сборки

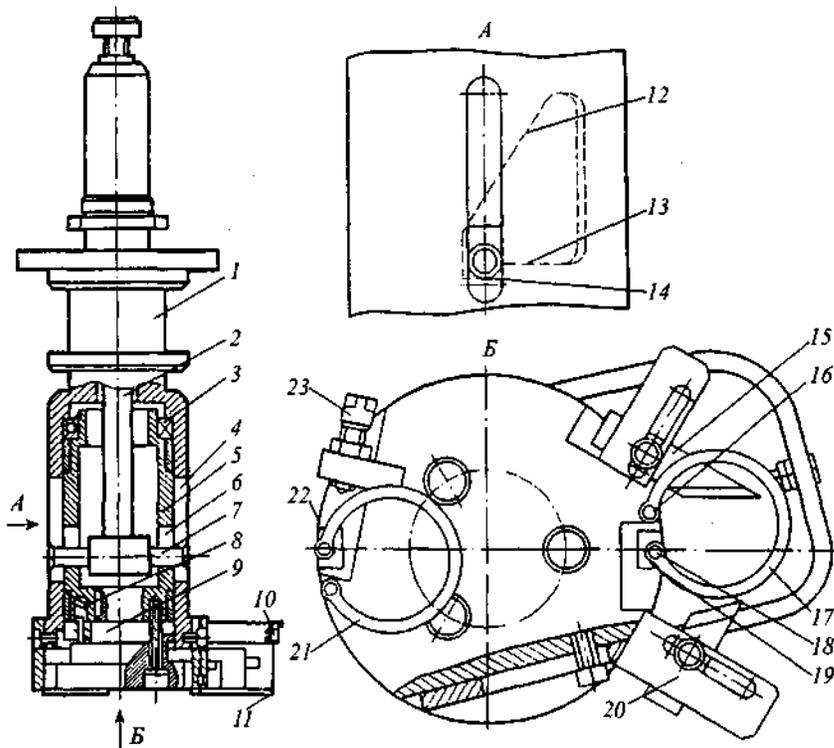


Рис. 11.11. Схема оснастки к промышленному роботу

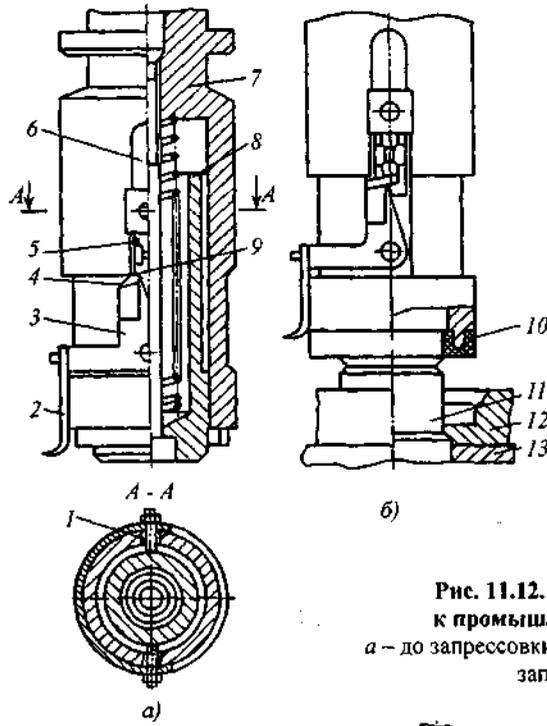


Рис. 11.12. Схема оснастки к промышленному роботу:
а - до запрессовки манжеты; б - в момент запрессовки

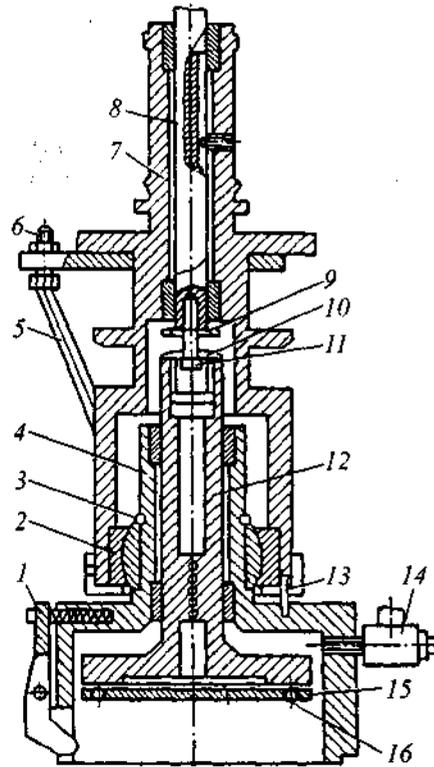


Рис. 11.13. Схема оснастки к промышленному роботу для выполнения сборочной операции

ИСТВА
ТУ ДЛЯ
КН

15
16

17
18
19

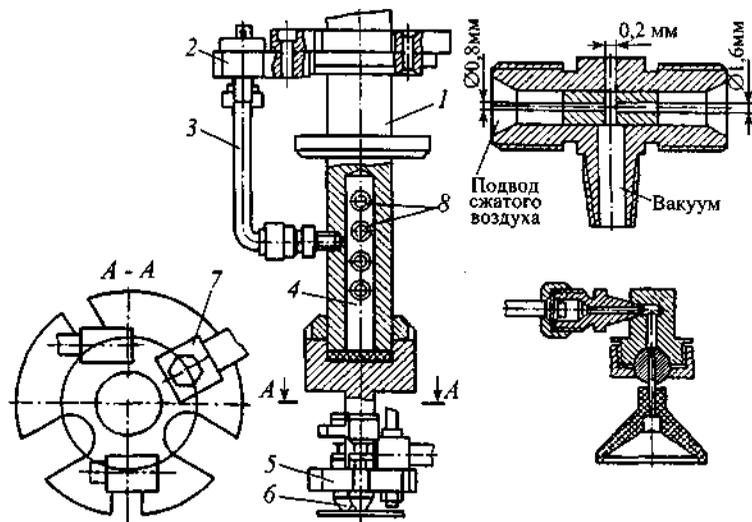


Рис. 11.14. Вакуумное захватное устройство к промышленному роботу (а), эжектор (б), присоска (в)

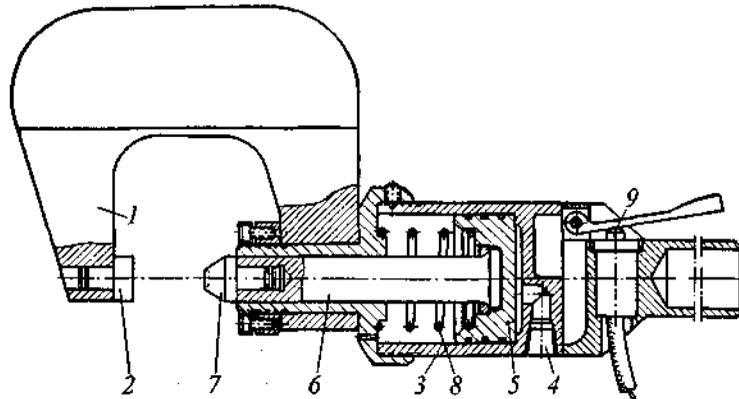


Рис. 11.15. Универсальная сборочная оснастка

ОТВЕТЫ

Ответ 11.1. На рис 11.1 показаны самозажимные устройства для удержания резьбовых шпилек. Насадка 2 хвостовиком вставляется в шпindel гайковерта и при завинчивании удерживает шпильку не за резьбу, а за гладкую цилиндрическую поверхность (см. рис. 11.1, а). Стакан 3 имеет углубления 5, обработанные по спирали. В этих углублениях помещены сепаратор 4 с роликами 1, которые при завинчивании шпильки входят в сужающиеся углубления 5, заклинивают шпильку и удерживают ее силами трения при вращении насадки 2 по часовой стрелке. Чтобы снять насадку со шпильки, ее нужно повернуть слегка в обратную сторону.

На рис. 11.1, б показана конструкция самозажимного устройства для ввинчивания и вывинчивания резьбовых шпилек. Шпильку помещают в отверстие корпуса 3 и поворачивают эксцентрик 1 на оси 2 до соприкосновения со шпилькой. После чего вручную поворачивают корпус 3 передвижной рукояткой 4 по часовой стрелке, при этом эксцентрик 1 зажимает шпильку.

Ответ 11.2. На рис. 11.2, а и б показаны воротки с зажимом, предназначенные для удержания при сборке валов или дисков от поворота. Вороток (на рис. 11.2, а) выполнен с разрезным кольцом, стягиваемым винтом. К кольцу приварены рукоятки. Вороток на рис. 11.2, б — со сплошным кольцом. Крепление к собираемому диску осуществляют винтом 1, который сжимает разрезное кольцо.

Размеры и форма ручек, приваренных или ввинченных в корпус воротков, оказывают большое влияние на производительность труда. Короткие или чрезмерно длинные ручки с неудобным захватом требуют от рабочего лишних движений, утомляют его. Общая длина ручек обычно составляет 120 ... 280 мм.

На рис. 11.2, в и г показаны быстродействующие струбцины, которые предназначены для временного скрепления собираемых деталей изделия, а также для выполнения вспомогательных работ (правки, запрессовки, съема, распрессовки, транспортирования заготовок и изделий и пр.) Применяют винтовые, шарнирно-рычажные, эксцентриковые и пневматические струбцины. К недостаткам винтовых струбцин относится то, что для крепления и освобождения различных по высоте деталей винт часто приходится завинчивать и отвинчивать на значительную длину. Этот недостаток устранен в рассматриваемых струбцинах.

В струбцине (см. рис. 11.2, в) зажимной винт 1 с качающейся пятой 4 ввернут во втулку 2, которая легко может быть передвинута в отверстие корпуса 5 и зафиксирована храповой защелкой 3. Поэтому при креплении собираемых деталей вначале перемещают втулку 2 вместе с винтом 1, а затем осуществляют зажатие винтом.

На рис. 11.2, г показана струбцина, у которой резьбовая часть корпуса выполнена разъемной. Это позволяет вначале свободно перемещать винт, а затем уже осуществлять зажатия собираемых деталей качающейся пятой, поворотом винта.

Ответ 11.3. На рис. 11.3, а, б показаны схемы съемников, которые применяют для сборки (запрессовки) или демонтажа соединений с натягом. По способу создания осевой силы, необходимой для демонтажа соединения, съемники могут быть механические, пневматические и гидравлические.

По способу закрепления на демонтируемой детали съемники могут быть: на шпильках или болтах; навинчиваемые (или ввинчиваемые) на резьбу снимаемой детали; с фиксированным зажатием детали и удерживанием ее за счет сил трения между нею и разрезным кольцом съемника; рычажные с упором в снимаемую деталь (самая распространенная конструкция).

На рис. 11.3, в приведена конструкция съемника с раздвигающимися и сдвигающимися рычагами 1, которые шарнирно соединены с планкой 2, а звеньями 3 — с траверсой 4. Планка 2 и траверса 4 имеют соответственно правую и левую резьбы. При вращении втулки 6 воротком 5 планка и траверса сближаются или расходятся, вызывая перемещение концов рычагов 1. Для создания усилия выпрессовки служит винт 7. Расчет винта на

сжатие осуществляют по формуле $P \leq \frac{\pi d_{\text{вн}}^2}{4} [\sigma_{\text{сж}}]$, P — сила, действующая вдоль винта;

$[\sigma_{\text{сж}}]$ — допустимое напряжение сжатия; $d_{\text{вн}}$ — внутренний диаметр резьбы.

Силу P можно определить по формуле:

$$P = \frac{P_1 l}{r_{\text{ср}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

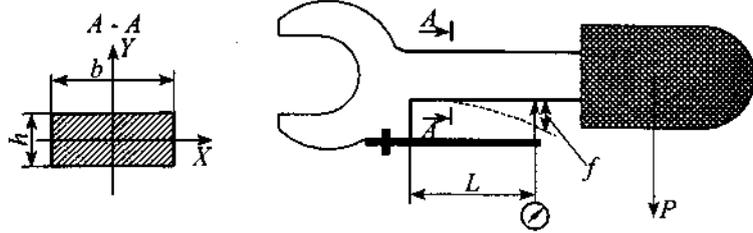


Рис. 11.16. Расчетная схема динамометрического ключа

где P_1 – усилие рабочего на конце штурвала, не более 100 Н; r_{cp} – средний радиус резьбы; d – угол подъема резьбы; φ – угол трения скольжения ($\approx 5^\circ 30'$); l – длина штурвала ($\approx 0,13 \dots 0,15$ м).

Ответ 11.4. В тех случаях когда изделия, соединяемые болтами, работают под высоким давлением либо испытывают во время работы знакопеременные нагрузки или удары, для обеспечения герметичности затяжку крепежных болтов осуществляют предельными (см. рис. 11.4, а-г) или динамометрическими (см. рис. 11.4, д, е) ключами (предельные ключи настраиваются на заданный крутящий момент, по достижении которого отключаются; динамометрические ключи позволяют визуально контролировать силу затяжки). Неполная затяжка гаек может явиться причиной преждевременного износа, разрушения или других поломок узла. С другой стороны, излишняя затяжка гаек повышает напряжение в деталях сборочных узлов или шпильках и может также привести к их преждевременному разрушению.

Наиболее надежным способом затяжки гаек и болтов является применение специальных ключей. Самыми распространенными являются предельные ключи с зубчатыми подпружиненными полумуфтами, так как сила, создаваемая пружиной, прямо пропорциональна ее деформации. Сжимая или ослабляя пружину, изменяют силу и благодаря этому регулируют ключи по тарированным меткам (см. рис. 11.4, а-г).

На рис. 11.4, д и е приведены схемы динамометрических ключей с упругим стержнем. Изгиб такого стержня f под действием приложенной к нему силы, пропорционален ее величине.

Из схемы, приведенной на рис. 11.16, величину деформации прямоугольного стержня ключа можно определить по формуле $f = \frac{PL^3}{3EJ_x}$, где f – прогиб стержня ключа;

L – длина рукоятки; P – сила рабочего; E – модуль упругости; J_x – момент инерции, $J_x = \frac{bh^3}{12}$; b, h – ширина и высота сечения стержня.

Используют и другие конструкции динамометрических ключей: двусторонний пружинный, гидравлический, электромеханические.

Ответ 11.5. На рис. 11.5 показаны пневматические верстачные прессы, которые значительно эффективнее ручных реечных и эксцентриковых. Они просты по конструкции и существенно облегчают труд сборщика.

В конструкции пневмопресса (см. рис. 11.5, а) применен рычажный усилитель. Соотношение плеч рычага 5 можно изменять благодаря дополнительным отверстиям в нем и станине 6. Переставляя оси верхней и нижней головок звена 4 в соответствующие отверстия, изменяют силу P на ползуне 3 при одной и той же силе на штоке пневмоцилин-

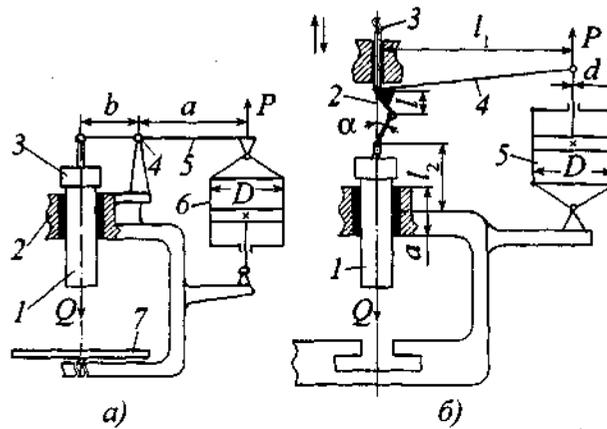


Рис. 11.17. Схемы пневматических прессов:

a – рычажного: 1 – ползун; 2 – корпус; 3 – гайка ограничения хода ползуна, 4 – шарнир; 5 – двуплечий рычаг; 6 – пневмоцилиндр на проушине; 7 – стол; б – шарнирно-рычажного: 1 – ползун; 2, 4 – шарнирно-рычажный механизм; 3 – винт для регулирования угла α ; 5 – пневмоцилиндр

дра $P = Q \frac{a}{b} \cos \alpha$. В конструкции пресса предусмотрен пневмоцилиндр с проушиной на задней крышке, качающейся на оси 1 и бронзовая втулка 2 для уменьшения потерь на трение ползуна.

В конструкции пневмоцилиндра (см. рис. 11.5, б) применен шарнирно-рычажный усилитель. Ползун 1 опускается при ходе штока пневмоцилиндра вниз. Для ограничения поворота рычага предусмотрен винт 2. От угла α и соотношения плеч рычага a и b зависит увеличение силы P на ползуне по сравнению с силой Q на штоке пневмоцилиндра. Рычаг можно перемещать вдоль оси ползуна.

Ответ 11.6. Пневматические прессы применяют при запрессовке и распрессовке в сборочных цехах. Они просты по конструкции и надежны в работе, их схемы приведены на рис. 11.17.

Силу Q на ползуне 1 рычажного пневматического пресса (рис. 11.17, а) без учета потерь на трение можно определить по формуле

$$Q = \frac{Pa}{b},$$

где a, b – плечи рычага 5, м; P – сила на конце проушины пневмоцилиндра б, которую в свою очередь можно определить по формуле

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p \eta,$$

где D – диаметр поршня, м; p – давление в пневмосети (0,4 ... 0,5 МПа); η – КПД ($\approx 0,75$).

Для шарнирно-рычажного пресса (см. рис. 11.17, б):

$$Q = P \left[\frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \frac{3l_2}{a} \operatorname{tg} \varphi \right] \frac{l_1}{l},$$

где α – угол положения наклонного звена шарнирно-рычажного механизма ($\alpha = 3 \dots 12^\circ$); β – дополнительный угол положения наклонного звена за счет зазоров в его осях ($\beta = 1 \dots 2^\circ$); φ – угол трения скольжения ($\varphi \approx 5^\circ 45'$); l, l_1 – плечи рычага 4; l_2 – расстояние от оси шарнира до середины длины втулки ползуна; a – длина направляющей втулки ползуна.

Ответ 11.7. На рис. 11.6 показан пневматический верстачный пресс прямого действия с регулируемой высотой стола. В этом прессе в качестве силового привода используют пневмокамеру, у которой ход штока ограничен (25 ... 30 мм), а давление сжатого воздуха через шток-ползун передается на запрессовываемую деталь без усиливающего звена. В этом заключается недостаток такой конструкции пресса.

Ответ 11.8. На рис. 11.7, б показана подвесная гидравлическая скоба для запрессовки небольших деталей. Корпус 1 выполнен в виде скобы, в правой его части находится втулка, на резьбе которой закреплена гильза 3 гидроцилиндра. При подаче масла под давлением 5 ... 10 МПа по шлангу 5 поршень 4 перемещает шток 2 влево. Осуществляется запрессовка собираемого изделия. Для увеличения площади контакта штока с изделием на его левом конце закреплена пята в виде стакана. При возврате поршня и штока в крайнее правое положение масло высокого давления подается по шлангу 7. Управление подачей масла осуществляют гидрораспределитель с электромагнитным управлением, который переключают кнопкой 6.

Ответ 11.9. На рис. 11.8 приведена конструкция самораскрывающейся оснастки для механизированного завинчивания шпильки. Оснастку крепят в электрогайковёрте или в шпинделе сверлильного станка. Шпильки должны быть предварительно завернуты на несколько ниток вручную. Такое условие позволяет избежать перекоса и срыва резьбы.

В хвостовике 6 предусмотрена пружина 7, упирающаяся в винт 8 и упорный палец 4. В нижней части хвостовика 6 закреплена зубчатая муфта 3, которая соединена с торцевой муфтой 5. Когда шпилька полностью завинчена, стакан 1 останавливается, а хвостовик 6 продолжает вращаться со шпинделем. При этом зубья торцевой муфты 5 поднимают по скосам зубьев муфты 3 и поднимают стакан 1. Это вызывает сжатие пружины 7 и окончательное завинчивание шпильки.

При дальнейшем перемещении стакана 1 вверх произойдет размыкание зубьев муфты 2 и прекращение передачи крутящего момента на шпильку.

Ответ 11.10. На рис. 11.9 приведена схема приспособления для установки внутренних плоских пружинных колец в выточки отверстий базовых деталей (корпусов, крышек и т.п.).

Внутри корпуса 1 проходит тяга 2 со штифтом 6, в верхнюю часть которой ввернут наконечник, соединяющий ее с приводом. Штифт 6 через два противоположных продольных паза 12 (прорезанных в корпусе 1) вставлен в фигурные окна 5 (выполненные во внешней втулке). Между втулкой и корпусом установлено пружинное кольцо 7, аналогичное монтируемому пружинному кольцу 9, так, что один конец кольца 7 закреплён на корпусе, а другой – на втулке 4. Между корпусом 1 и втулкой 4 установлен шарикоподшипник 3.

На боковой стороне корпуса 1 снизу закреплён пружинный упор 8, а на торце с противоположной стороны – установочный штырь 10. Второй штырь 11 (подпружиненный) смонтирован на торце втулки 4. Расстояние между штырями равно межосевому расстоянию отверстий в проушинах недеформированного кольца 9 и задается пружинным кольцом 7. Длина штырей больше толщины монтируемого кольца 9. На установочных штырях выполнены обращенные одно к другому углубления, длина которых равна толщине монтируемого кольца.

Монтируемые кольца 9 расположены стопкой в ориентирующем магазине на начальной позиции. Оснастка с рукой промышленного робота перемещается соосно стопке и опускается до касания торцом втулки 4 плоскости верхнего кольца 9. При этом установочные штыри 10 и 11 входят в отверстия в проушинах монтируемого кольца. При движении тяги 2 вверх штифт 6 поворачивает внешнюю втулку 4 относительно корпуса 1, сжимая (посредством штырей 10 и 11) пружинное кольцо 7 и монтируемое кольцо 9, которое фиксируется углублениями этих штырей. Пружинный упор 8 препятствует провисанию и срыву монтируемого кольца.

Затем оснастка перемещается соосно отверстию в базовой детали и опускается в него, не доходя до выточки на высоту установочного штыря 10. При движении тяги 2 вниз штифт 6 высвобождает внешнюю втулку 4, позволяя ей повернуться относительно корпуса 1. Установочные штыри 10 и 11 расходятся, а кольцо 9 распускается до касания со стенками отверстия базовой детали. Дальнейшее движение вниз тяги 2 заставляет штифт 6 переместить вниз втулку 4, которая сталкивает монтируемое кольцо 9 в выточку, освобождая при этом установочный штырь 10. Штырь 11 утапливается специальным упором, расположенным в сборочном приспособлении, и выходит из контакта с кольцом 9, которое, разжимаясь, самоустанавливается в выточке внутреннего отверстия базовой детали.

При движении оснастки вверх втулка 4 под действием пружинного кольца 7 поворачивается и занимает исходное положение.

Ответ 11.11. На рис. 11.10 показана схема устройства, используемого в промышленном роботе для сборки резьбовых соединений [2]. К хвостовику 1 (являющемуся вместе с фланцем 2 элементом системы автоматической смены инструмента) прикреплен корпус 3 пневматического резьбозавертывающего устройства, выполненного на базе стандартного гайковерта.

Присоединяемая резьбовая деталь захватывается из накопителя магнитным элементом 6 и подводится к базовой детали. Сжатый воздух поступает к разьему 11 и далее по трубопроводу 10 к пневмодвигателю. Шпиндель 5 вместе с вращением получает движение вдоль оси ввинчивания. При этом происходит наживление болта (гайки).

После наживления болта (гайки) шпинделю 5 сообщается рабочее движение вдоль оси резьбового соединения. При этом базирующий элемент 6 утапливается в гнезде 9 под действием присоединяемой резьбовой детали. На корпусе 3 закреплен кронштейн 4, несущий пневмодатчик 7 контроля положения торцового ключа 8 относительно корпуса 3. Если по каким-либо причинам свинчивания не происходит (например, винт заклинило), то шпиндель продолжает перемещаться в осевом направлении, а торцовый ключ 6 не перемещается и своим кольцевым выступом взаимодействует с датчиком 7.

При этом давление в измерительном канале пневмодатчика повышается и срабатывает команда на прекращение осевого перемещения в течение заданного времени. Если после выдержки времени сигнал будет снят (прокручивающийся торцовый ключ сместится вместе с болтом и кольцевой выступ 9 "откроет" датчик), то поступит команда на дальнейшее осевое перемещение на заданную глубину свинчивания. Если после выдержки времени пневмодатчик останется включенным, то от системы управления ПР поступит сигнал на реверс и отвод инструмента.

Ответ 11.12. Захватное устройство к ПР, приведенное на рис. 11.11, предназначено для установки на вал наружных плоскостей пружинных колец [1]. Внутри корпуса 1 проходит тяга 2, связанная с приводом, размещенным в руке ПР. Там же размещена втулка 5, поджатая пружинами 8 к подшипнику 3.

На диаметрально противоположных сторонах втулки 5 вырезаны два фигурных окна 6, имеющие наклонный 12 и два горизонтальных (13 и 14) участка, а в корпусе 1 вы-

резаны продольные пазы 4. Концы штифта 7, соединенного с тягой 2, входят (через фигурные окна 6) в пазы 4. На торце втулки 5 закреплена насадка 9, несущая подвижный упор 23, два регулируемых толкателя 15 и 20, подпружиненный штырь 16 для установки монтируемого пружинного кольца 17.

Захватное устройство располагают над кассетой с ориентированными пружинными кольцами 17. Он опускается до касания торцами насадки 9 и планки 19 плоскости кольца 17. При этом установочные штыри 16 и 18 входят в отверстия проушин кольца 17. Пневмодатчик, фиксирующий наличие монтируемой детали, формирует сигнал на включение привода захватного устройства, в результате чего тяга 2 движется вверх. При этом штифт 7 поворачивает втулку 5 относительно корпуса 1, разжимая монтируемое кольцо 17 и возвратную пружину 21, прикрепленную одним концом к планке 22 (установленной на корпусе захватного устройства), а другим – к насадке 9.

При разжипе монтируемое кольцо 17 фиксируется (подпружиненным упором 21) в углублении на установочных штырях 16 и 18 и подводится под два регулируемых толкателя 15. Затем инструмент перемещается соосно валу, закрепленному в сборочном приспособлении, и опускается, надевая разжатое кольцо 17 на вал до тех пор, пока изменение сигнала пневмодатчика не зафиксирует наличие канавки. При движении тяги 2 вниз штифт 7 высвобождает фигурные окна 6, и втулка 5 разворачивается под действием возвратной пружины 21 и монтируемого кольца, которое охватывает канавку сопрягаемого вала. Продолжая движение вниз, штифт доходит до горизонтальных участков фигурных окон 6 и смещает втулку 5 вместе с насадкой 9. Последняя с помощью двух регулируемых толкателей 15 сталкивает монтируемое кольцо 17 в канавку вала, освобождая установочный штырь 18. Другой штырь 16, высота которого превышает толщину кольца 17, упирается в торец упора, смонтированного в сборочном приспособлении, и утапливается. При движении захватного устройства вверх все его элементы занимают исходное положение.

Ответ 11.13. Оснастка, выполненная по схеме рис. 11.12, предназначена для запрессовки армированной резиновой уплотнительной манжеты в отверстие базовой детали (корпуса). Она представляет собой цилиндрический корпус 7 (с хвостовиком и фланцем для подсоединения к руке ПР). Внутри корпуса расположена подпружиненная оправка 8, вылет которой ограничен упором 9. На оправке на двух полуосях 1, проходящих через пазы 6 в корпусе 7, смонтирован рычаг 3, представляющий собой полувтулку, несущую с одной стороны шуп 2, а с другой кулачок 4, взаимодействующий с закрепленным на оправке 8 пневмодатчиком 5. При опускании инструмента в накопитель манжета 10 надевается на оправку 8, диаметр которой соответствует диаметру собираемого вала, и удерживается на ней силой трения. При этом манжета отжимает шуп 2.

Рычаг 3 поворачивается, перекрывает кулачком 4 сопло датчика 5, и движение вниз руки ПР прекращается. Затем оснастка с захваченной манжетой перемещается на сборочную позицию. Упор 11, установленный в приспособлении 13 на сборочной позиции, центрирует базовую деталь 12, а так же служит направляющей для манжеты. При запрессовке манжеты оправка 8 упирается торцом в упор 11, а корпус 7, продолжая движение вниз, сжимает пружину и запрессовывает манжету в гнездо базовой детали. Затем оснастка перемещается вверх и удаляется из зоны сборки.

При соединении манжета центрируется наружной (манжетой) поверхностью по заходной фаске, выполненной в отверстии базовой детали. Смещение осей оправки и манжеты не должно превышать размера фаски на оправке. Вылет оправки выбирается конструктивно в зависимости от конструкции манжеты; необходимо гарантировать размещение уплотнительного пояса манжеты на цилиндрической части оправки.

Применяя соответствующие насадки на корпусе 7 и оправке 8, можно использовать оснастку для запрессовки армированных резиновых уплотнительных манжет с наружным диаметром 32 ... 125 мм в гнезда базовых деталей типа корпусов, крышек станков и т.п. Для уменьшения деформации манжеты и облегчения входа в нее оправки манжеты и гнезда смазывают минеральным маслом, что снижает усилие монтажа и предотвращает повреждения манжет.

Ответ 11.14. На рис. 11.13 показана схема устройства для захвата и монтажа подшипника качения в базовый корпус. В корпусе 7 по направляющим скольжения перемещается рабочий шток 8, головка которого связана со штоком гидроцилиндра привода, расположенного внутри руки ПР. Пневмодатчик 14, установленный на стакане 4, подключен к пневморазъему 6 воздухопровода 5 и контролирует наличие в сборочном устройстве монтируемой детали (подшипника).

Монтируемые детали устанавливают на начальной позиции в кассетах. Сборочное устройство размещается над первой верхней деталью перпендикулярно ей и опускается ходом руки ПР вниз. При этом рабочий шток 8 находится в крайнем верхнем положении, а прессующий шток 12 находится на упоре 11. Между монтируемой деталью (подшипником) и фланцем прессующего штока расположен сепаратор (диск с шариками), прикрепленный к штоку эластичной струной.

Монтируемая деталь центрируется и захватывается тремя подпружиненными губками 1. Сила закрепления выбирается в соответствии с массой детали. При движении инструмента вниз деталь перемещает прессующий шток до тех пор, пока его фланец не перекроет датчик 14. По команде датчика движение инструмента вниз прекращается, и он вместе с деталью поднимается на сборочную позицию. Стакан 4 располагается соосно отверстию в корпусе и прижимается к его торцу. Сила прижима контролируется силовым датчиком, встроенным в руку ПР.

По команде на выполнение соединения гидроцилиндр, встроенный в руку ПР, перемещает рабочий шток 8, который через гайку 9 (со сферическим торцом) передает усилие на шаровую поверхность упора 10, укрепленного на прессующем штоке 12. Прессующий шток по направляющим втулкам перемещается внутри стакана 4, который на сферической опоре 2 вмонтирован в корпус 7 и предохранен от осевого перемещения стопорным кольцом 3, а от поворота — штифтом 13. Перемещаясь вниз, прессующий шток устанавливается (запрессовывает) деталь в отверстие базовой детали (корпуса).

Компенсация смещения осей сопрягаемых деталей происходит при радиальном перемещении присоединяемой детали под действием усилий, возникающих при контакте заходных фасок сопрягаемых поверхностей. Сепаратор 15 и шарики 16 уменьшают сопротивление радиальному перемещению детали.

Ответ 11.15. На рис. 11.14 показано вакуумное захватное устройство, предназначенное для захвата картонных или паранитовых прокладок при автоматической сборке изделий. Оно выполнено в виде цилиндрического корпуса 1, где закреплен сменный диск 5, в пазах которого установлены присоски 6 (с эжекторами) и струйный датчик 7. Количество присосок выбирают в зависимости от формы, размеров и массы прокладки. Воздух от силовой пневмосети подается через разъем 2, патрубок 3 и трубки 8 в корпус 1, где размещен распределитель 4. Струйный датчик 7 формирует команды на остановку руки ПР при контакте присосок грузочного устройства с прокладкой и на перемещение руки на сборочную позицию.

На исходной позиции прокладки располагаются стопкой в ориентирующем магазине. Переналадка устройства осуществляется сменой дисков 5, установкой соответствующего числа присосок и регулированием их положения в пазах дисков, а также пере-

настройкой положения датчиков 7. При смене дисков (три типоразмера) подобные хватные устройства могут быть использованы для работы с текстолитовыми прокладками.

Ответ 11.16. На рис. 11.15 показана гидравлическая скоба для клепки стальными заклепками. Собираемый узел (подузел) помещают в проеме скобы 1, в одной консоли которой укреплена опора 2, а в другой боек 7 и гидроцилиндр 3 одностороннего действия. Масло под давлением 10 ... 22 МПа подается от пневмогидроускорителя или гидроэлектропривода по бронированному гибкому шлангу, присоединенному к каналу 4. Управление работой осуществляется посредством электровключателя 9, который включает гидрораспределитель. Масло высокого давления перемещает поршень 5 со штоком 6 и бойком 7 влево, осуществляя обжим заклепки. В исходное положение поршень возвращается под действием пружины 8.

12. УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ОСНАСТКИ

Для сокращения времени, затрачиваемого на управление оснасткой, используют различные механические, электрические, пневматические и гидравлические устройства, позволяющие механизировать либо автоматизировать работу отдельных элементов или всего цикла ее работы. К механическим устройствам относятся рычажные, эксцентриковые, кулачковые, микрометрические и др. К электрическим – путевые выключатели (ограничители) контактного или бесконтактного действия, используемые для переключения цепей управления устройств. Они бывают простого и моментного действия.

Простые выключатели срабатывают непосредственно по мере воздействия на них подвижной части станка, моментные – сразу, как только степень воздействия достигнет заданной величины. Те и другие выпускаются двух видов: с самовозвратом либо без него. Выключатели с самовозвратом приходят в исходное положение немедленно после прекращения воздействия на них. Простые выключатели используют при скоростях перемещения свыше 0,4 м/мин, при меньших скоростях предпочтительные моментные выключатели.

Упоры продольного и поперечного перемещения используют в зависимости от требуемой точности обработки. Они бывают одно- и многопозиционные, неподвижные, регулируемые и с индикатором.

При использовании оснастки с пневмоприводами для автоматизации переключения воздухораспределителей используют переставные упоры или кулачки, закрепляемые на подвижных частях станков (на столах фрезерных станков, гильзах шпинделей сверлильных станков и т.п.). Упоры (кулачки) воздействуют на золотник или клапан воздухораспределителя непосредственно или дистанционно через электрические выключатели. Соответственно воздухораспределители выпускаются с управлением непосредственно от упоров и с дистанционным пневматическим или электромагнитным управлением.

Во время установки и съема заготовки автооператором или роботом необходимо блокирующее электромагнитное устройство для выключения главного привода станка, если заготовка не захвачена схватом.

ВОПРОСЫ

Вопрос 12.1. Каково назначение и как работает устройство, приведенное на рис. 12.1?

Вопрос 12.2. Каково назначение и как работает устройство, приведенное на рис. 12.2?

Вопрос 12.3. Каково назначение и как работает устройство, приведенное на рис. 12.3?

Вопрос 12.4. Каково назначение и как работают устройства, показанные на рис. 12.4?

Вопрос 12.5. Каково назначение и как работает устройство, показанное на рис. 12.5?

Вопрос 12.6. Как работает множительная головка, показанная на рис. 12.6?

Вопрос 12.7. Как работает зажимной механизм, приведенный на рис. 12.7?

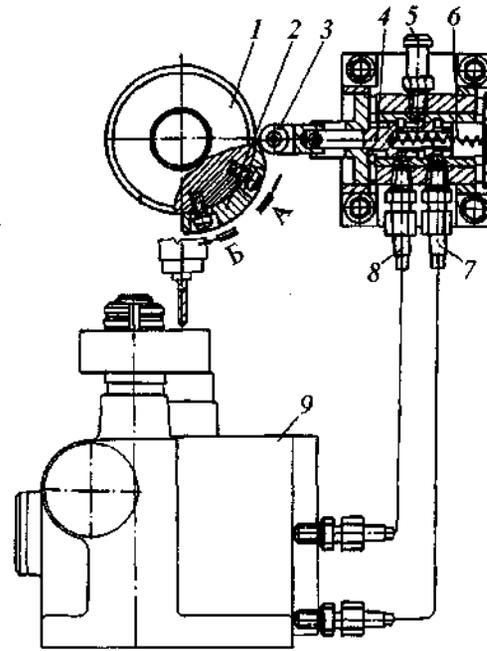


Рис. 12.1. Устройство к сверлильным станкам

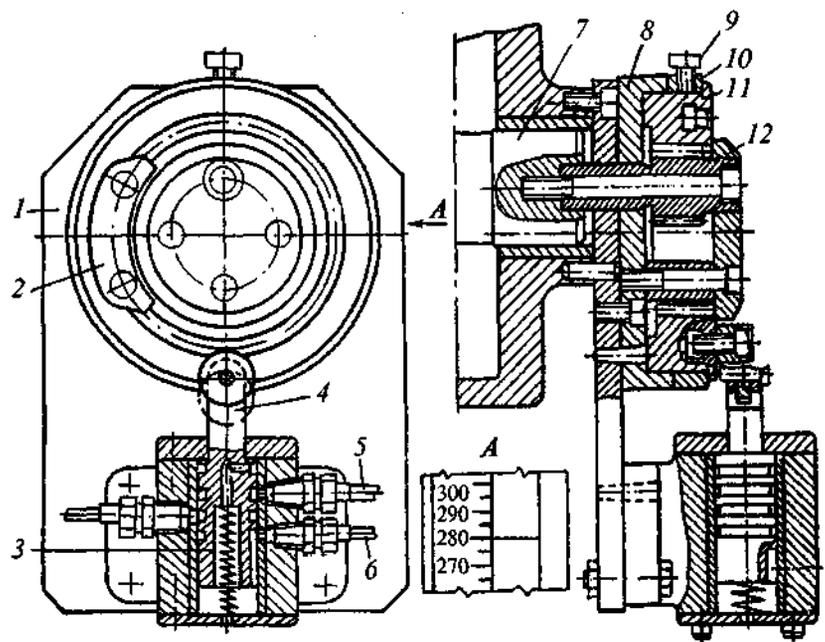


Рис. 12.2. Устройство к сверлильным станкам

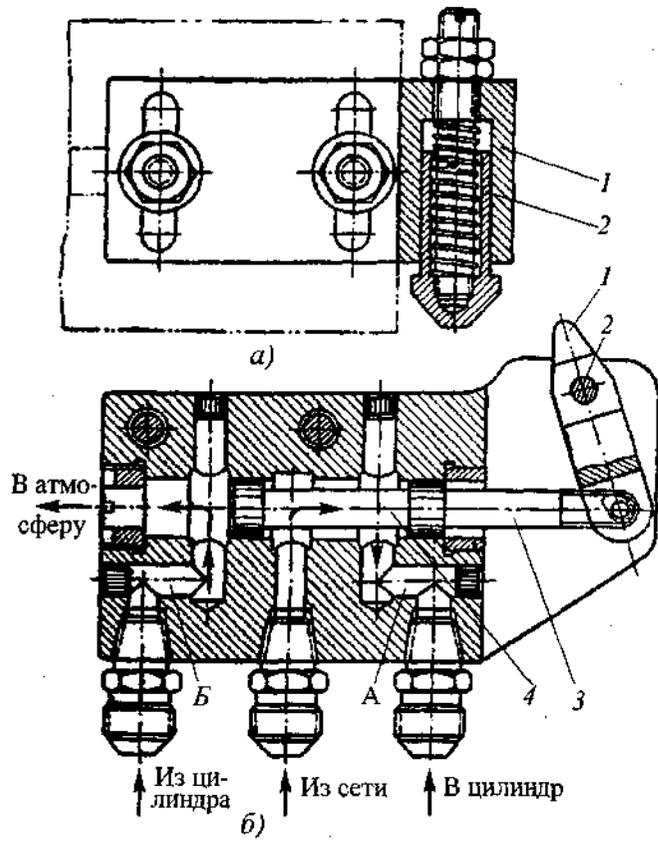


Рис. 12.3. Устройство автоматизации подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр приспособления:
 а – упор; б – пневмораспределитель

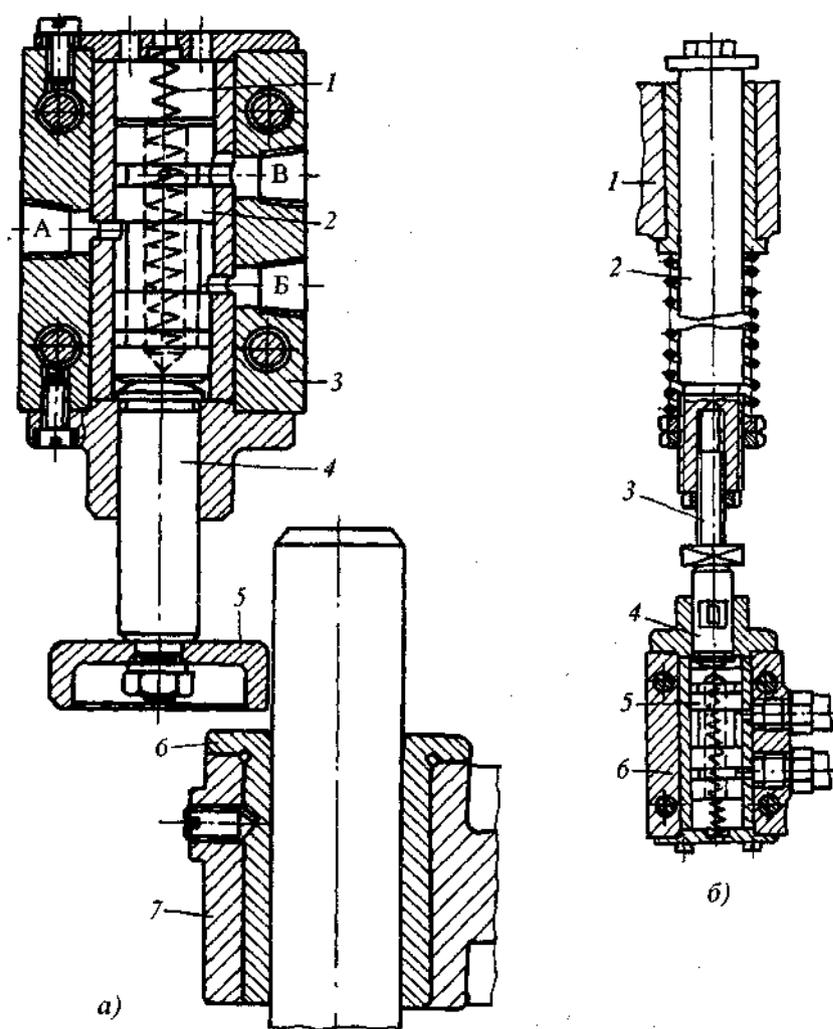


Рис. 12.4. Устройства управления

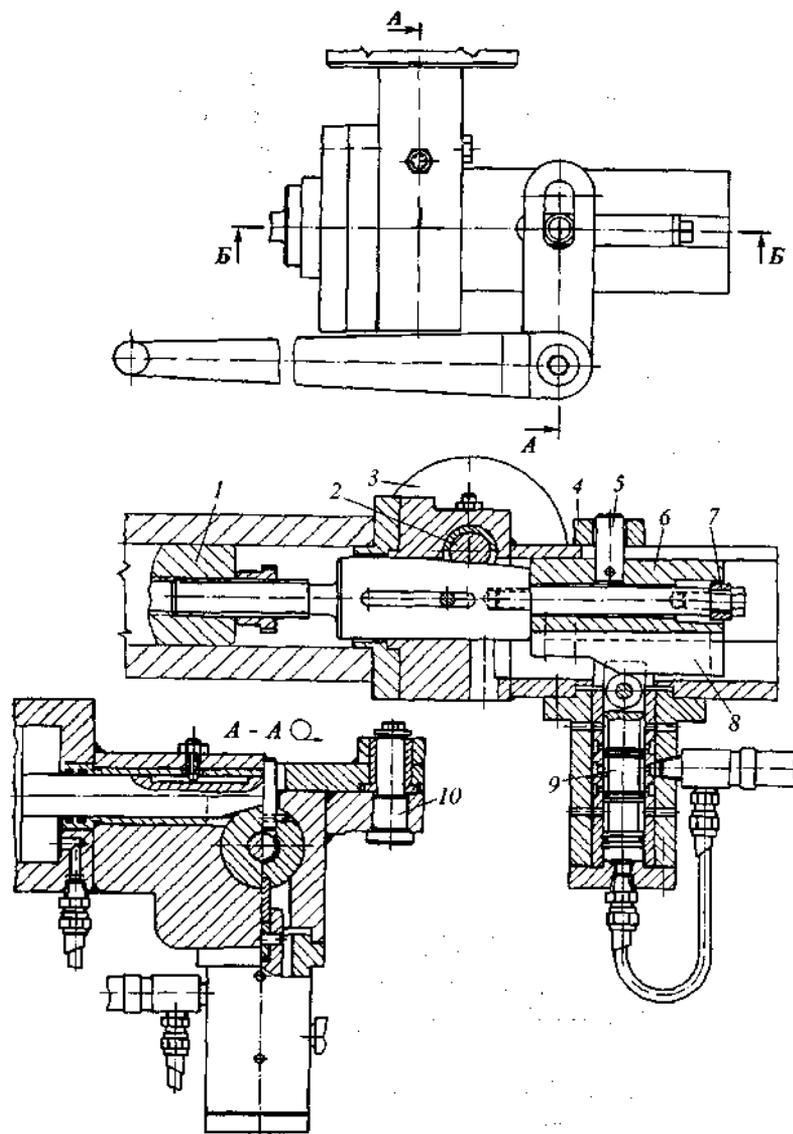


Рис. 12.5. Устройство к токарным станкам

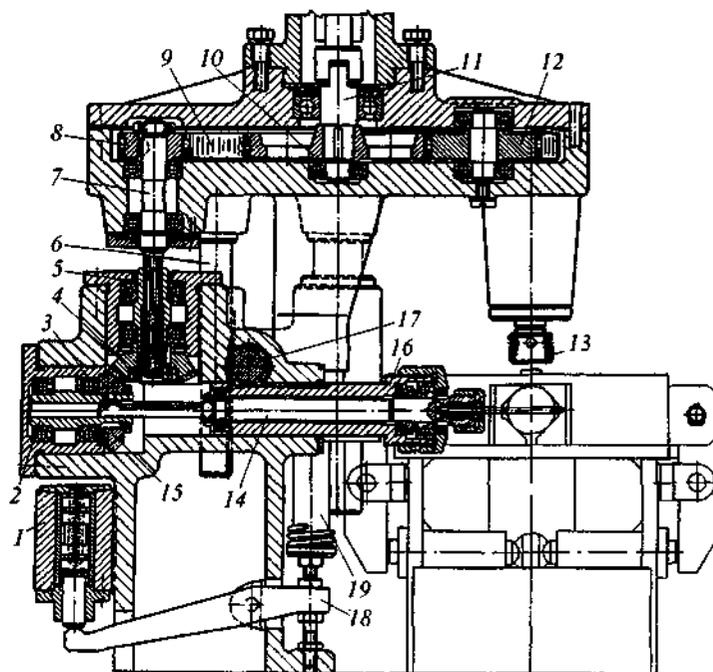


Рис. 12.6. Множительная головка

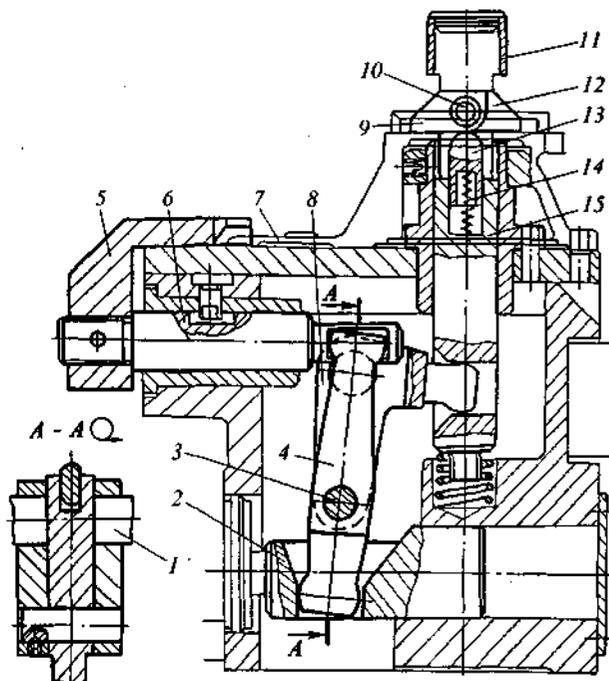


Рис. 12.7. Оснастка с автоматизацией зажимного механизма и устройства для ориентации заготовки

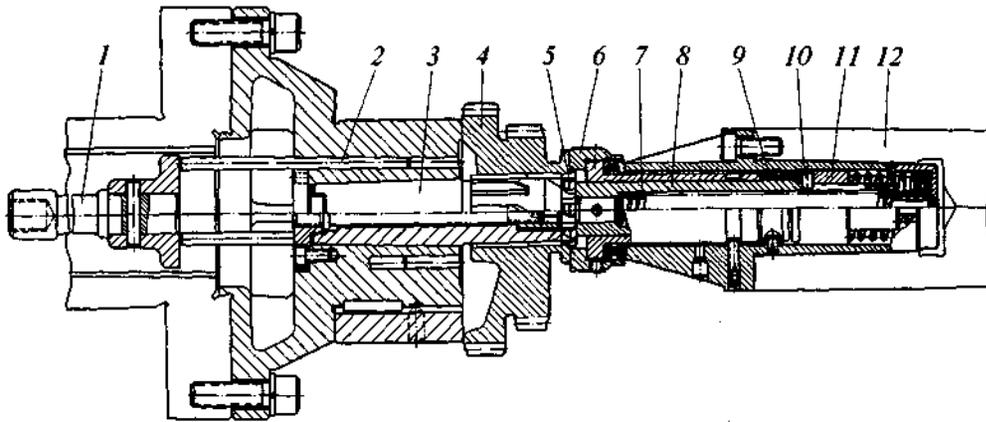


Рис. 12.8. Механизм доворота заготовки

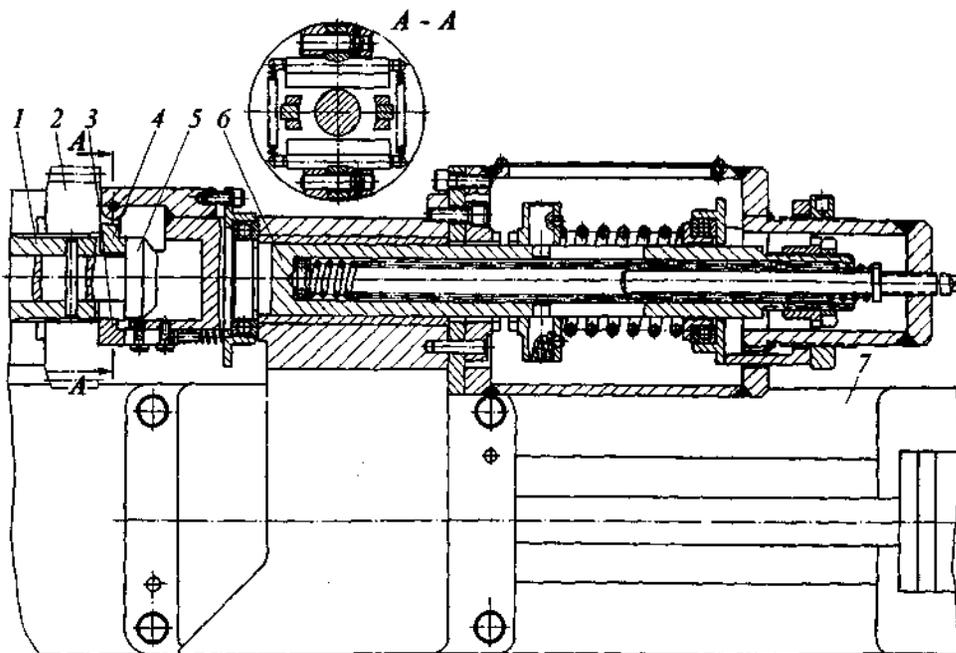


Рис. 12.9. Механизм доворота заготовки

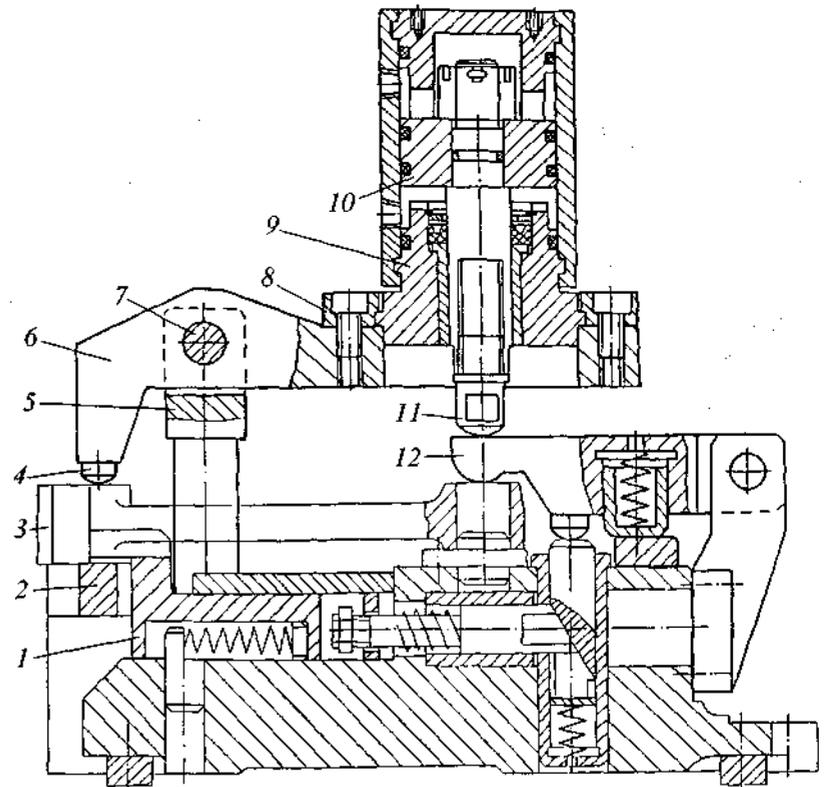


Рис. 12.10. Оснастка к вертикально-протяжному станку

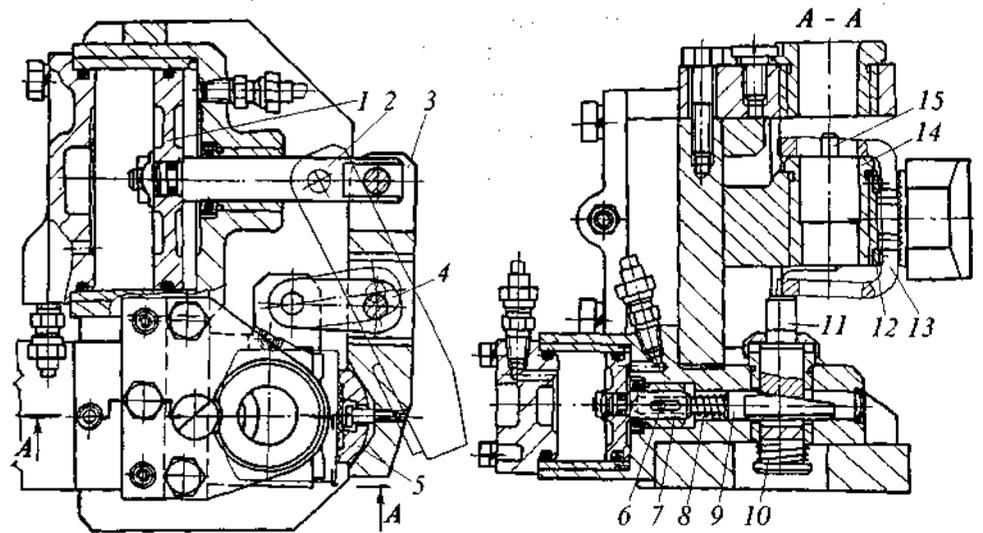


Рис. 12.11. Технологическая оснастка с элементами механизации

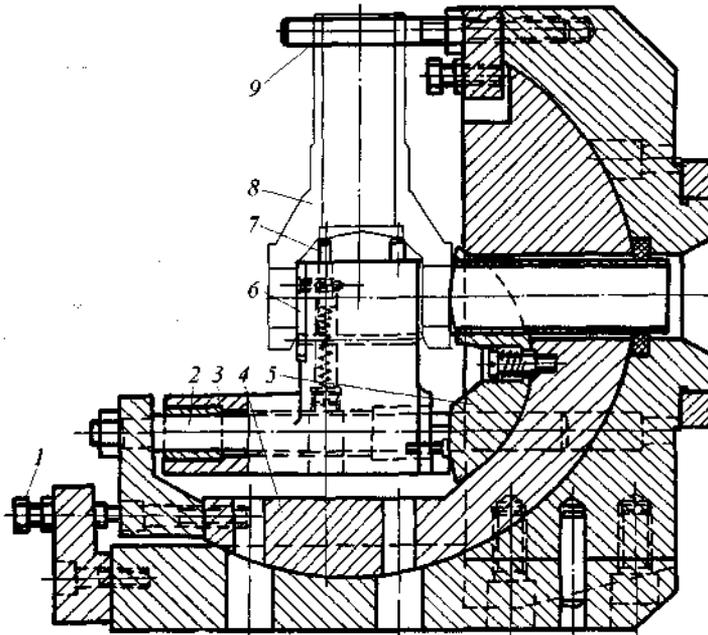


Рис. 12.12. Оснастка к горизонтально-протяжному станку

Вопрос 12.8. Как работает механизм доворота при установке заготовки на шлицевую оправку автооператором, показанный на рис. 12.8?

Вопрос 12.9. Как работает механизм поворота при установке заготовки автооператором, показанный на рис. 12.9?

Вопрос 12.10. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.10?

Вопрос 12.11. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.11?

Вопрос 12.12. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.12?

Вопрос 12.13. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.13?

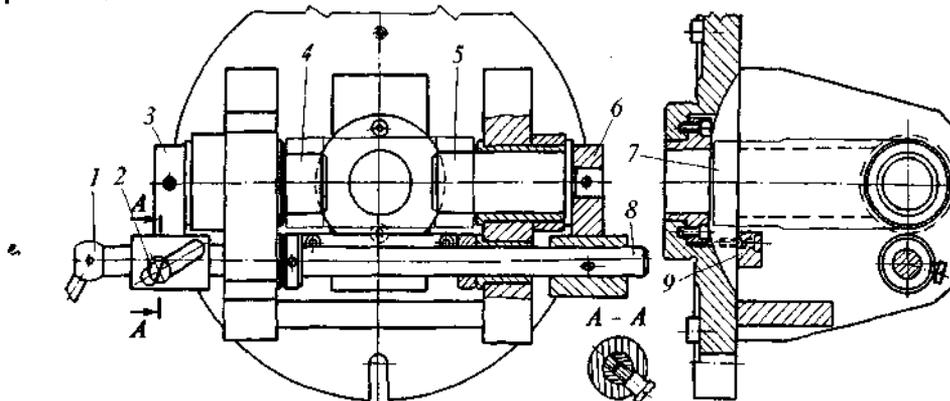


Рис. 12.13. Оснастка к горизонтально-протяжному станку

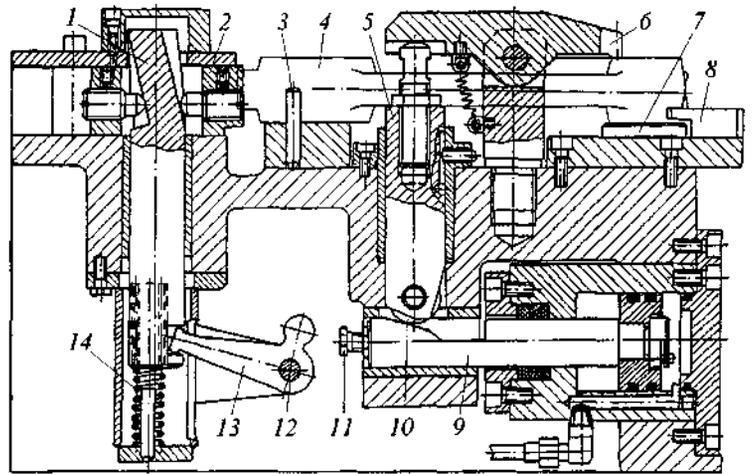


Рис. 12.14. Технологическая оснастка с элементами механизации

Вопрос 12.14. Как работает оснастка, показанная на рис. 12.14?

Вопрос 12.15. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.15?

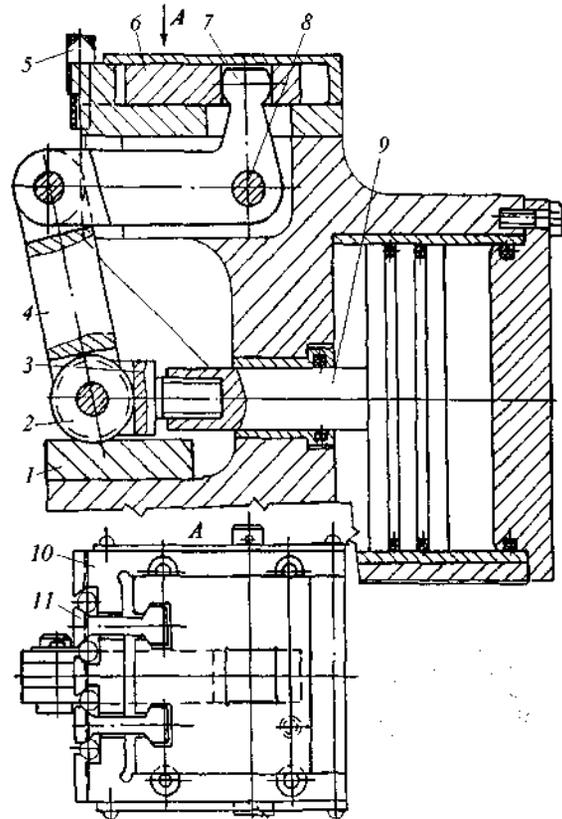


Рис. 12.15. Оснастка к горизонтально-фрезерному станку

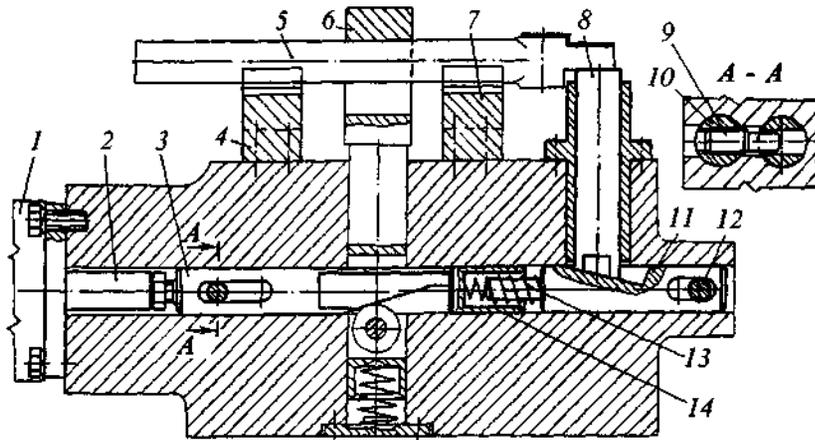


Рис. 12.16. Оснастка к фрезерному станку

Вопрос 12.16. Какую особенность имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.16?

Вопрос 12.17. Опишите работу оснастки, приведенной на рис. 12.17.

Вопрос 12.18. Опишите работу оснастки, приведенной на рис. 12.18.

Вопрос 12.19. Как работает оснастка, показанная на рис. 12.19, и в чем ее особенность?

Вопрос 12.20. Опишите работу схвата, приведенного на рис. 12.20.

Вопрос 12.21. Какое назначение имеют и как работают механизмы, показанные на рис. 12.21?

Вопрос 12.22. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.22?

Вопрос 12.23. Опишите работу зажимного механизма, показанного на рис. 12.23.

Вопрос 12.24. Какое назначение имеют и как работают механизмы оснастки, показанные на рис. 12.24?

Вопрос 12.25. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.25?

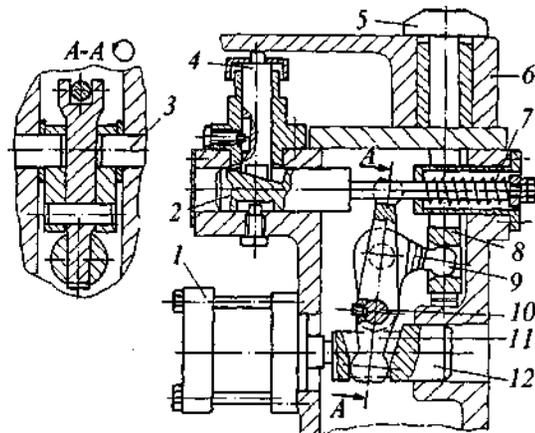


Рис. 12.17. Оснастка с автоматизацией подвода и отвода дополнительной опоры

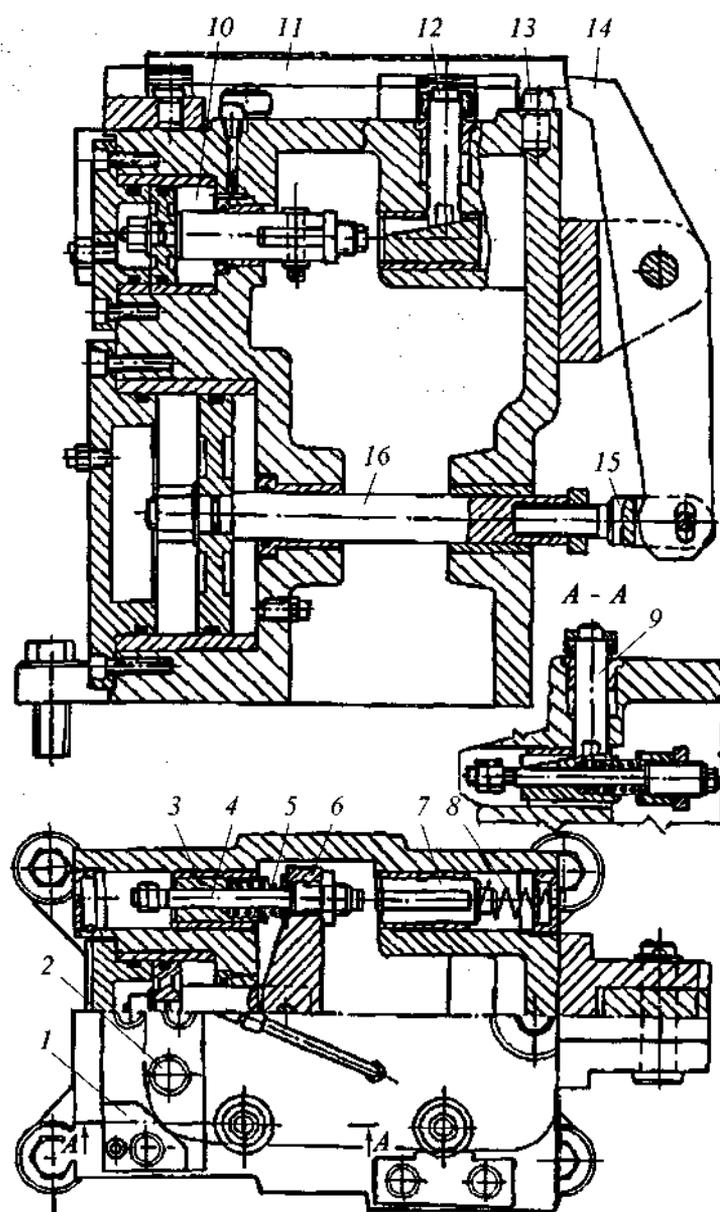


Рис. 12.18. Оснастка с механизацией подвода, стопорения и отвода дополнительных опор

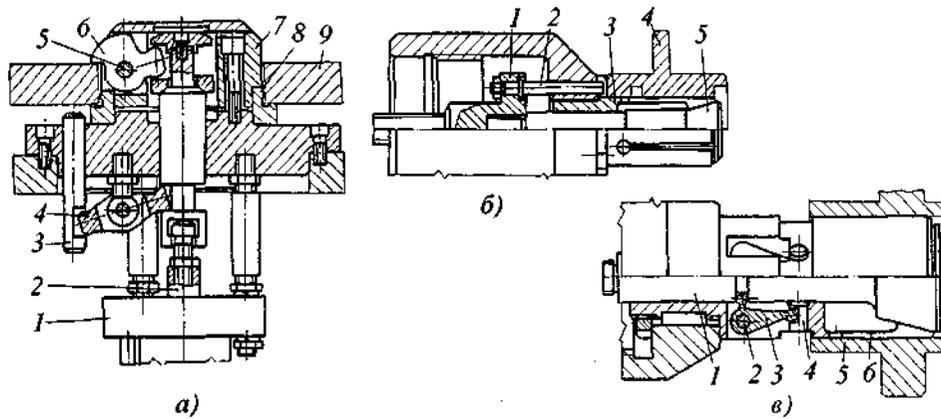


Рис. 12.19. Оснастка с элементами механизации

Вопрос 12.26. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.26?

Вопрос 12.27. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.27?

Вопрос 12.28. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.28?

Вопрос 12.29. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.29?

Вопрос 12.30. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.30?

Вопрос 12.31. Какое назначение имеет и как работает механизм, показанный на рис. 12.31?

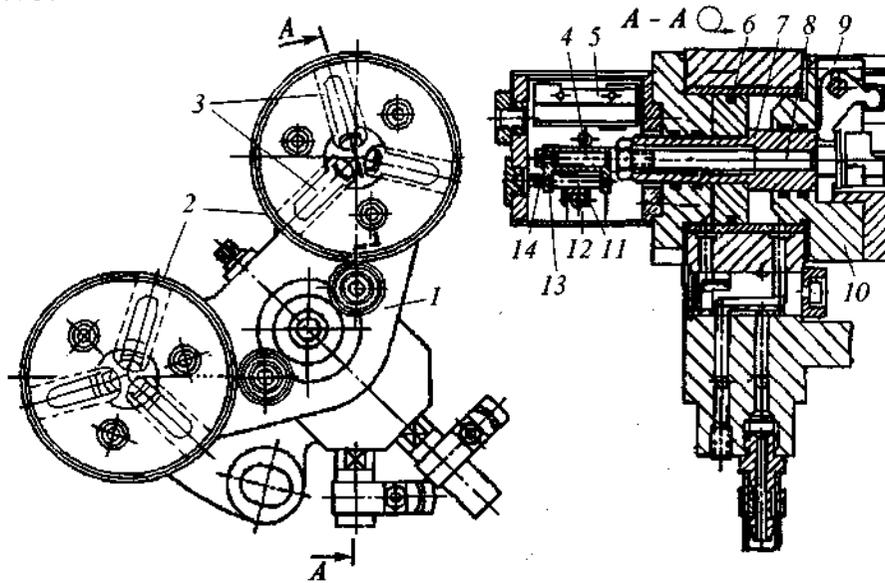


Рис. 12.20. Схват ПР с элементами механизации

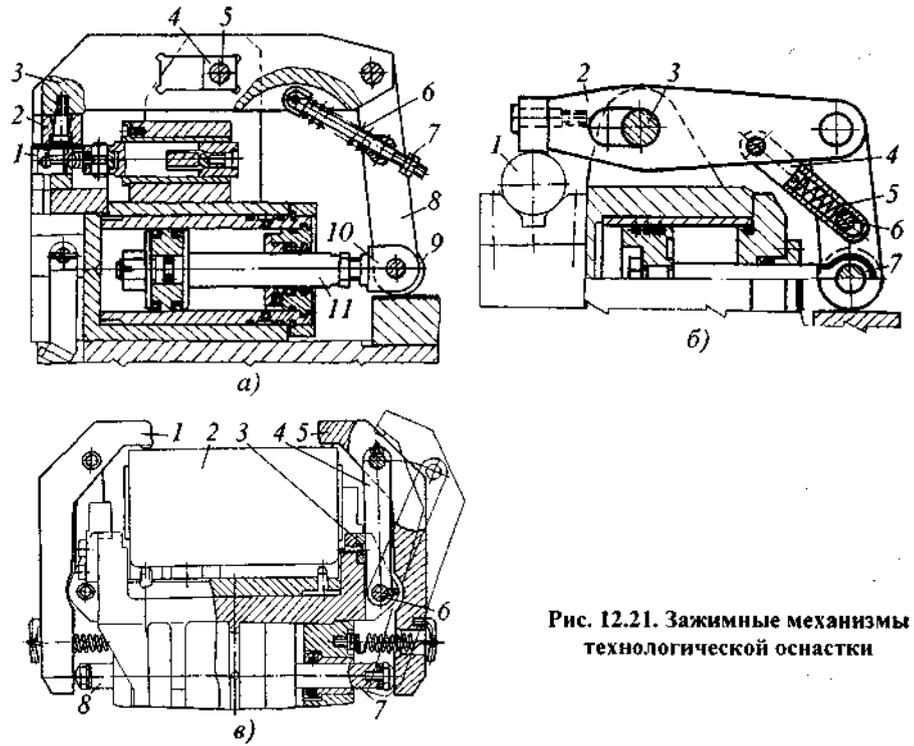


Рис. 12.21. Зажимные механизмы технологической оснастки

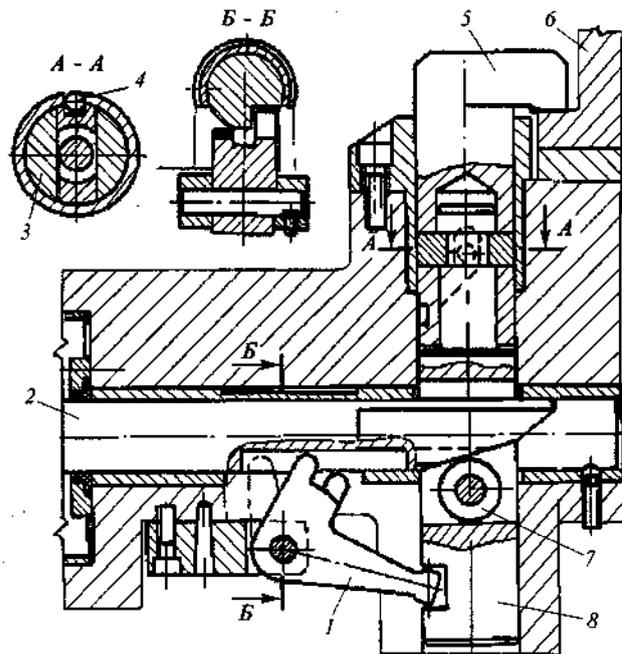


Рис. 12.22. Г-образный зажимной механизм

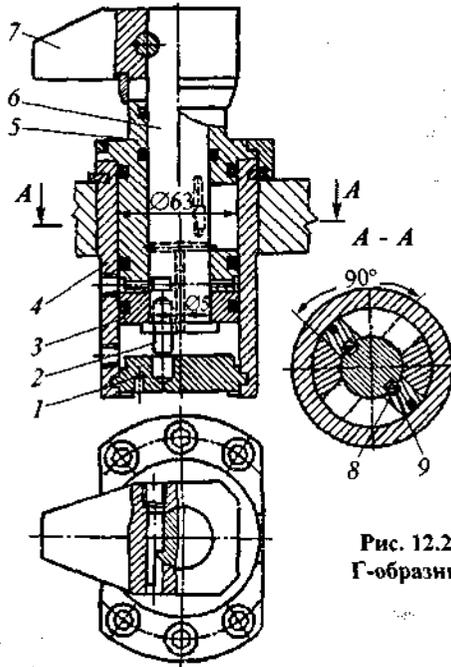


Рис. 12.23. Механизированный Г-образный зажимной механизм

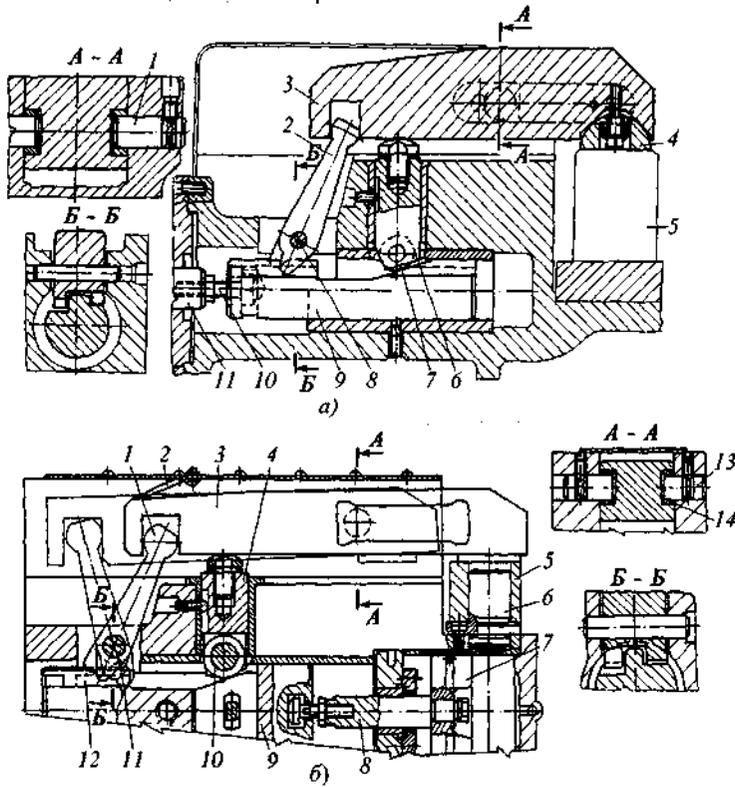


Рис. 12.24. Механизмы технологической оснастки

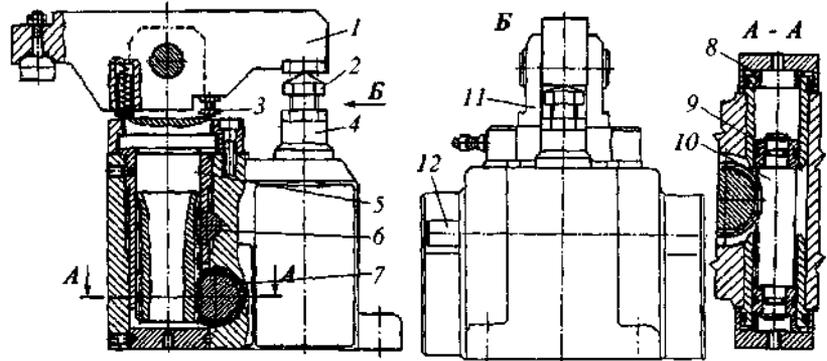


Рис. 12.25. Механизм технологической оснастки

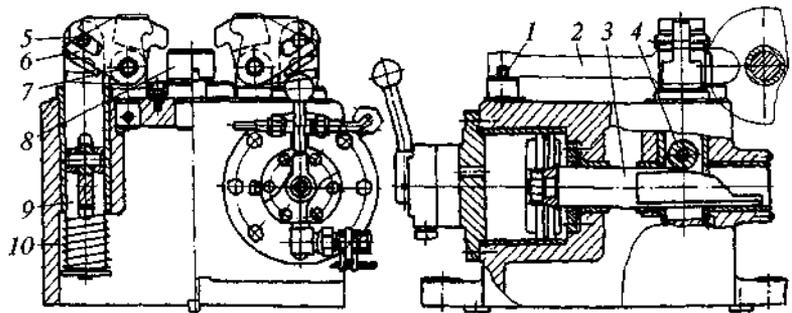


Рис. 12.26. Технологическая оснастка с элементами механизации

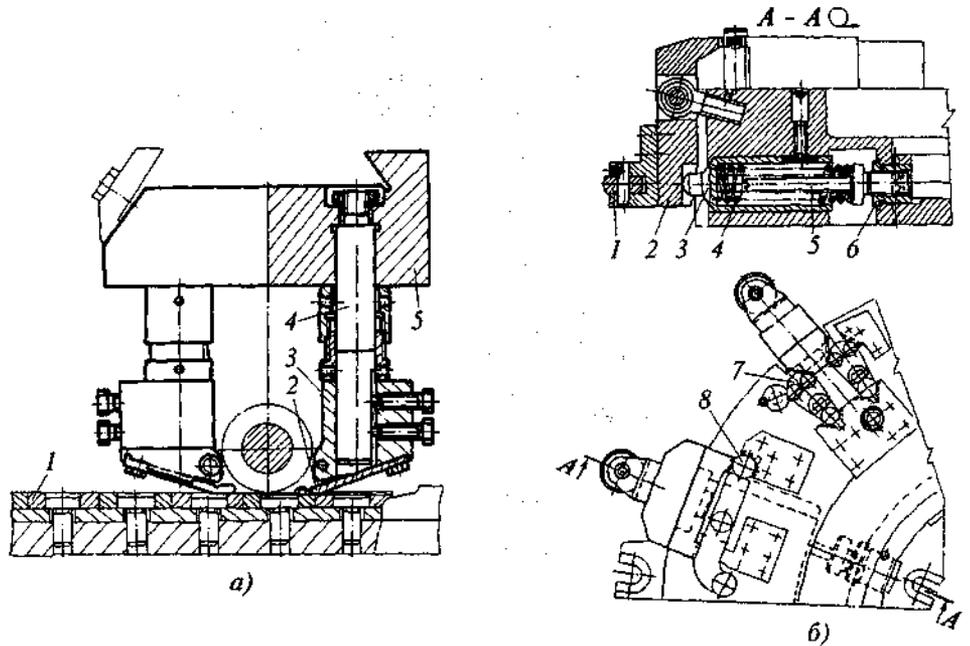


Рис. 12.27. Оснастка с пружинным ЗМ

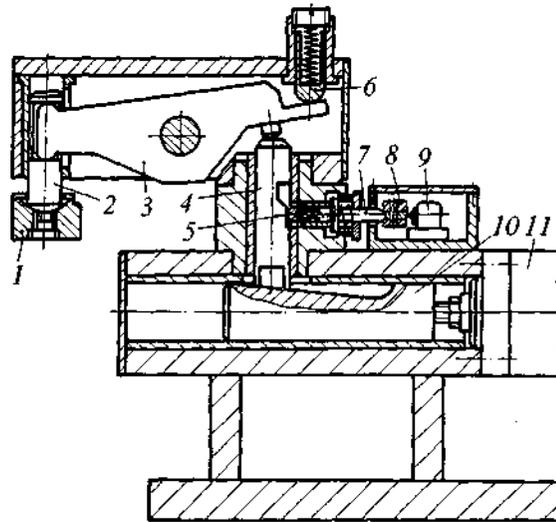


Рис. 12.28. Механизм технологической оснастки

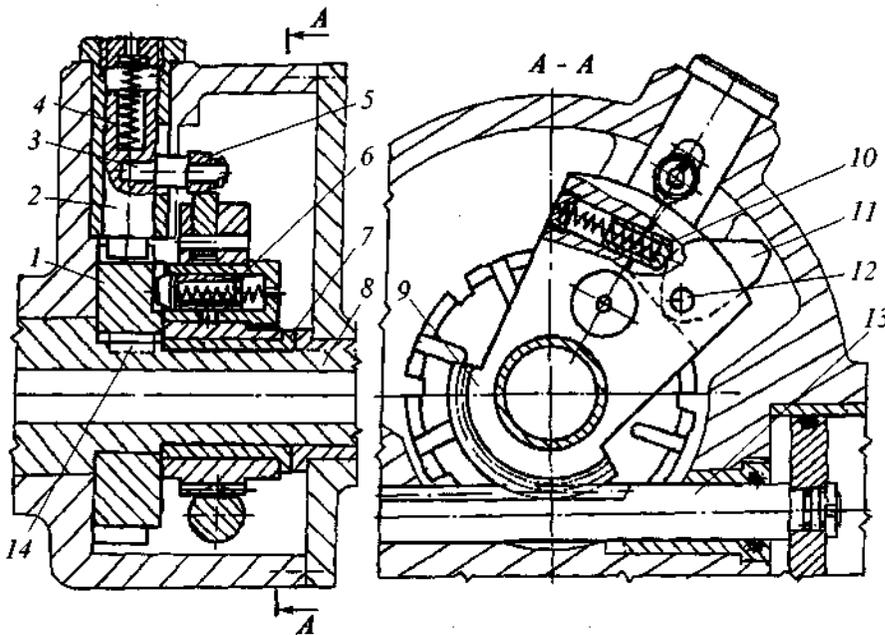


Рис. 12.29. Механизм технологической оснастки с элементами автоматизации

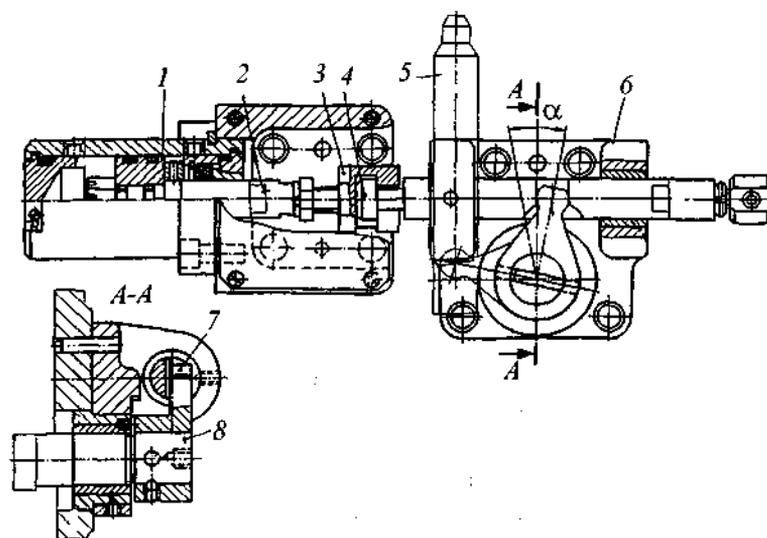


Рис. 12.30. Гидропривод механизма фиксации

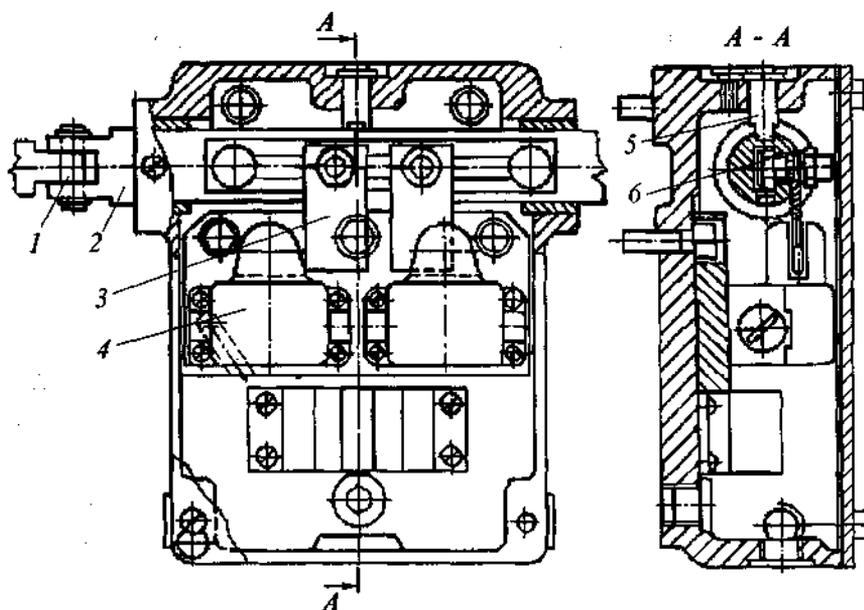


Рис. 12.31. Механизм контроля фиксации

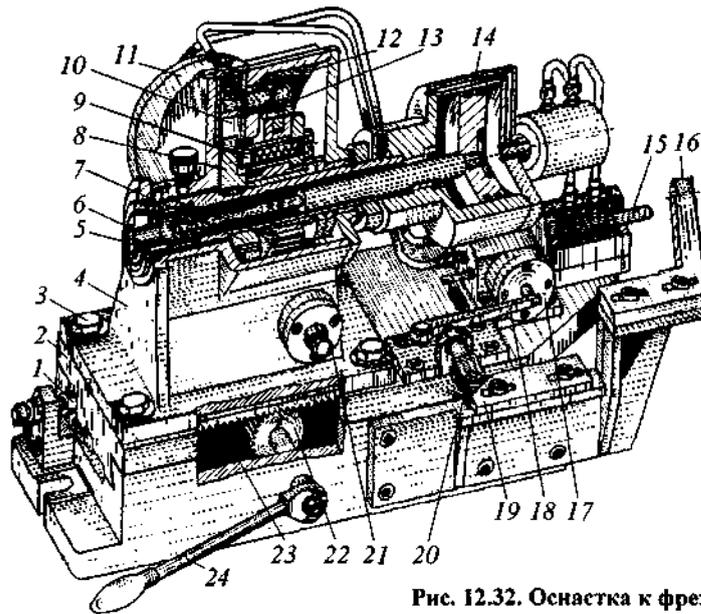


Рис. 12.32. Оснастка к фрезерному станку

Вопрос 12.32. Какое назначение имеет оснастка, показанная на рис. 12.32, и как она работает?

Вопрос 12.33. Какое назначение имеет и как работает оснастка, показанная на рис. 12.33?

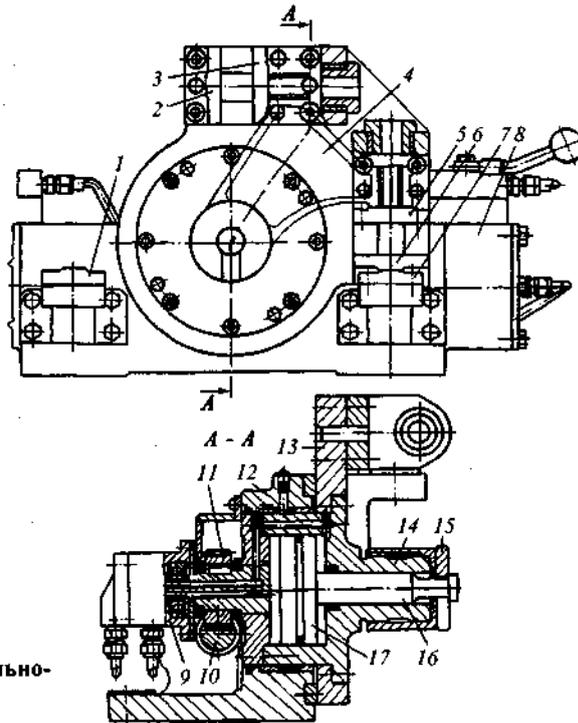


Рис. 12.33. Оснастка к вертикально-сверлильному станку

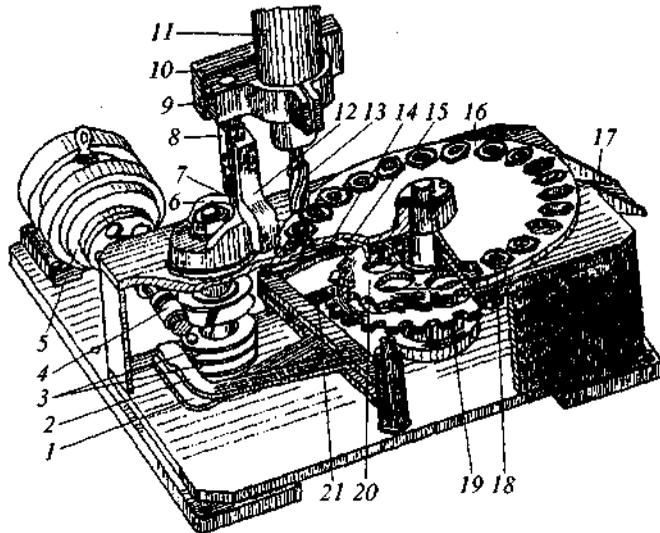


Рис. 12.34. Приспособление для непрерывной обработки заготовок на универсальном вертикально-сверлильном станке

Вопрос 12.34. Как работает приспособление (рис. 12.34), установленное на столе вертикально-сверлильного станка?

Вопрос 12.35. Как работает оснастка, приведенная на рис. 12.35?

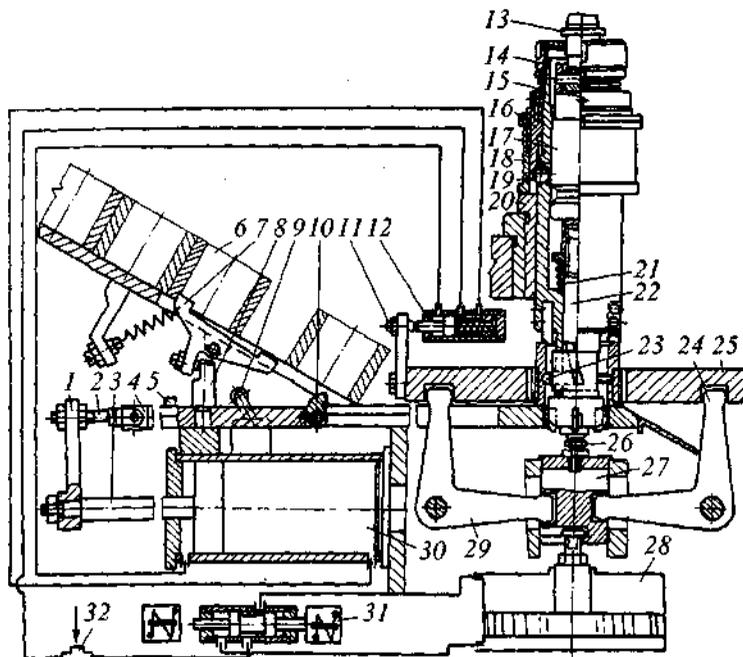


Рис. 12.35. Схема автоматизированной оснастки для обработки втулок на вертикально-сверлильном станке

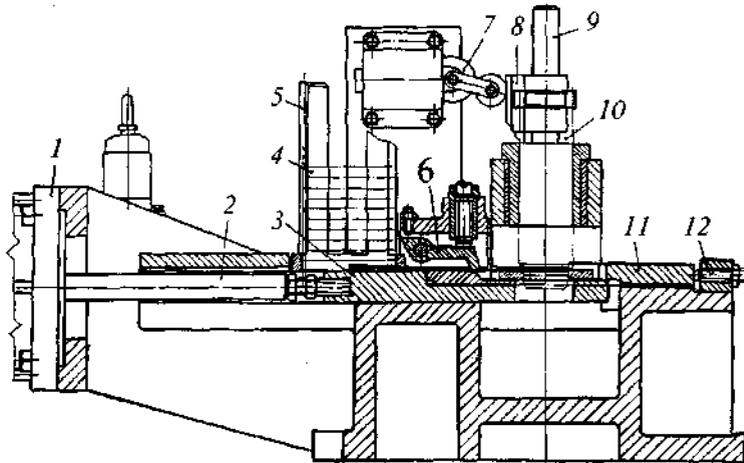


Рис. 12.36. Автоматизированная оснастка

стале
Вопрос 12.36. Для чего предназначена и как работает оснастка, приведенная на рис. 12.36?

Вопрос 12.37. Опишите назначение и устройство оснастки, приведенной на рис. 12.37.

Вопрос 12.38. Опишите работу оснастки, приведенной на рис. 12.38.

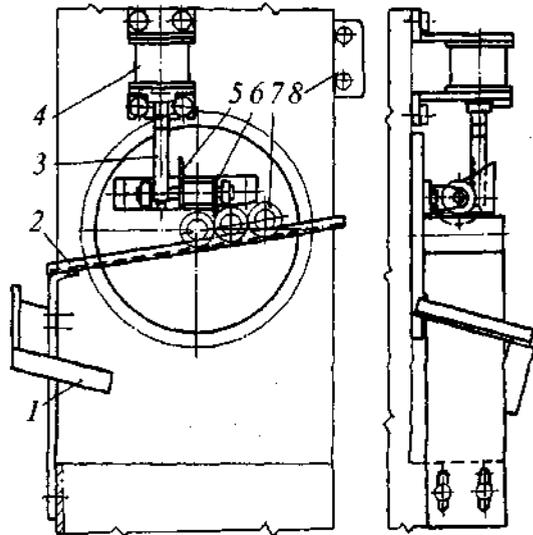


Рис. 12.37. Автоматическая оснастка

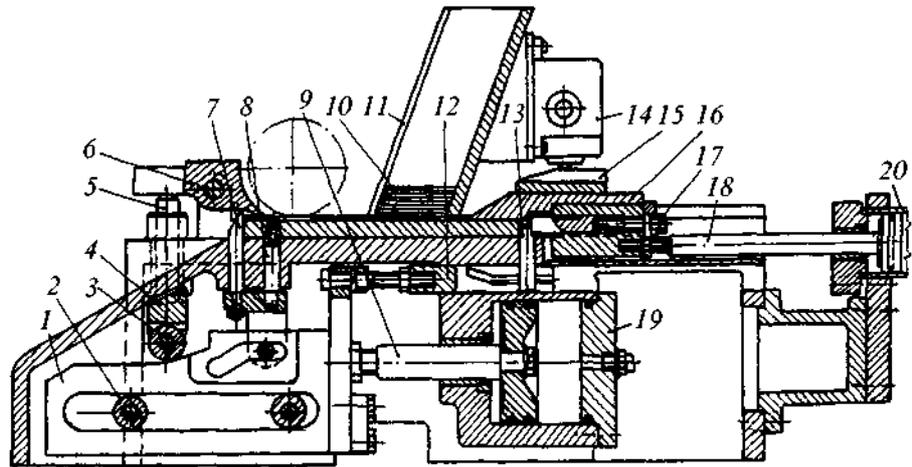


Рис. 12.38. Автоматическая оснастка

Вопрос 12.39. Опишите работу оснастки, приведенной на рис. 12.39.

Вопрос 12.40. Опишите назначение и работу загрузочно-разгрузочного устройства (автооператора), показанного на рис. 12.40.

Вопрос 12.41. Опишите работу механизма ограничения хода резьбонарезного шпинделя, показанного на рис. 12.41.

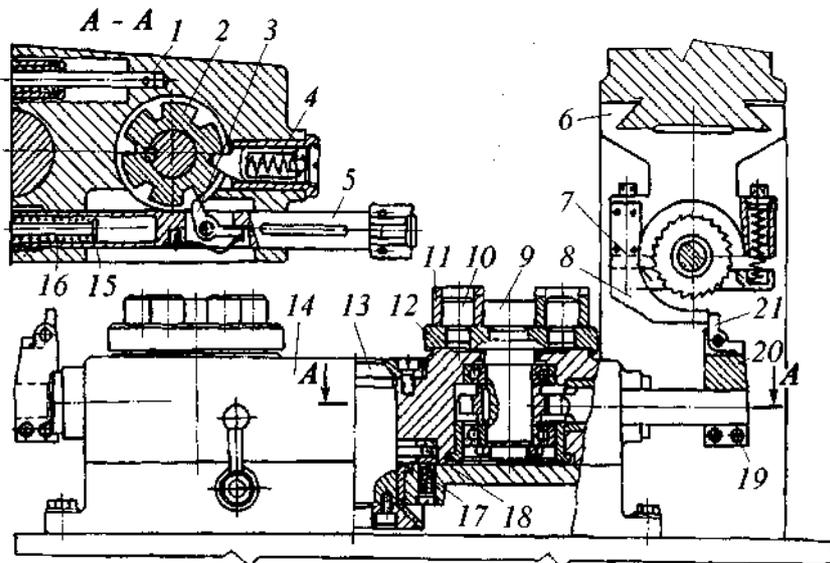


Рис. 12.39. Механизированная оснастка

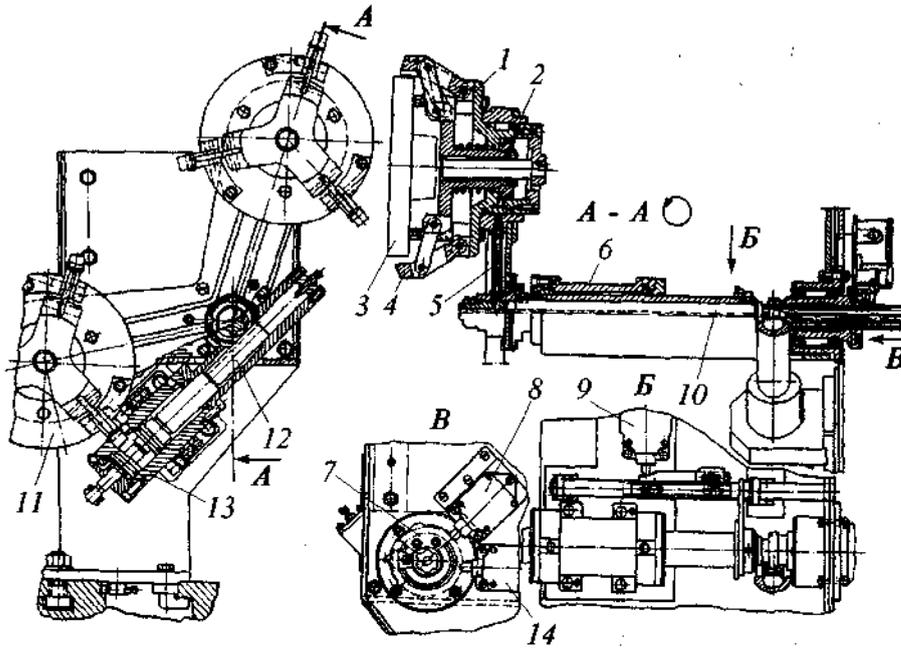


Рис. 12.40. Загрузочно-разгрузочное устройство (автооператор)

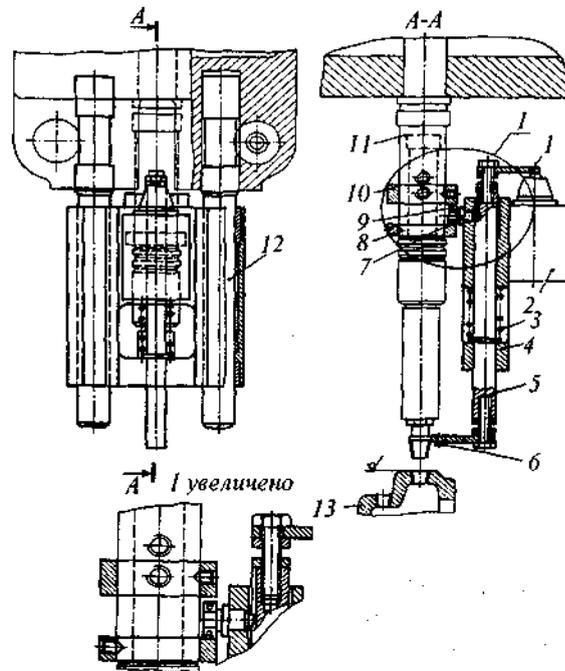


Рис. 12.41. Механизм ограничения хода резьбарезного шпинделя множительной головки

ОТВЕТЫ

Ответ 12.1. Показанное на рис. 12.1 устройство для зажима и раскрепления заготовок к сверлильным станкам предназначено для автоматизации подачи сжатого воздуха к оснастке с пневмоприводом.

Диск 1 с кулачком 2 крепят к валу станка, который осуществляет рабочую подачу гильзы и шпинделя с инструментом, а так же вывод инструмента после обработки заготовки. При повороте диска 1 по стрелке А (шпиндель с инструментом перемещается вверх) ролик 3 перемещает золотник 4, после чего сжатый воздух из сети поступает через штуцер 5 по трубопроводу 7 в нижнюю полость пневмопривода. Происходит раскрепление заготовки.

После снятия обработанной заготовки и установки новой, шпиндель станка с инструментом опускается вниз, диск поворачивается по стрелке Б, кулачок 2 соскакивает с ролика 3, а золотник 4 пружиной 6 перемещается в положение, показанное на рис. 12.1. Сжатый воздух по трубопроводу 8 поступает в верхнюю полость гидроцилиндра. Происходит закрепление заготовки. Трубопровод 7 соединяется с атмосферой через полость пружины 6.

Ответ 12.2. На рис. 12.2 показано устройство для автоматизации зажима и раскрепления заготовок на сверлильных станках. Плиту 1 крепят на корпусе станка у левого торца вала 7, осуществляющего подачи гильзы и шпинделя станка. На плите 1 устанавливают корпус 8 лимба 11 с кольцом 10 и винтом 9, фиксирующим положение лимба. Последний служит для отсчета глубины сверления и приводится во вращение шестерней 12.

В кольцевом Т-образном пазу лимба закреплен кулачок 2, перемещающий золотник 4. При подъеме гильзы и шпинделя станка вверх кулачок 2 опускает золотник 4 и сжатый воздух подается по трубопроводу 6. После установки новых заготовок гильзу и шпиндель станка с инструментом опускают вниз, кулачок сходит с ролика, а пружина 3 поднимает золотник 4 вверх и переключает подачу сжатого воздуха по трубопроводу 5 для закрепления заготовки.

Ответ 12.3. На рис. 12.3 приведена компоновка устройства для автоматизации подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр приспособления, устанавливаемого на фрезерных станках. Устройство содержит пневмораспределитель (см. рис. 12.3, б) сжатого воздуха 4 с золотником 3, который прикреплен к неподвижной части станка, и упор 1 с плунжером 2 (см. рис. 12.3, а), закрепленный на боковой плоскости стола и перемещаемый вместе с ним относительно пневмораспределителя.

При движении стола до начала фрезерования плунжер поворачивает рычаг 1 пневмораспределителя по часовой стрелке вокруг оси 2 и перемещает золотник 3 пневмораспределителя (см. рис. 12.3, б). При этом сжатый воздух подается в полость Б и происходит зажим заготовки.

Во время перемещения стола с приспособлением в исходное положение для переустановки заготовок плунжер поворачивает рычаг 1 пневмораспределителя вокруг оси 2 против часовой стрелки и золотник 3 принимает положение, показанное на рисунке. Происходит раскрепление заготовки. В этом время сжатый воздух из сети поступает в полость А, а из полости Б через глушитель – в атмосферу.

Ответ 12.4. На рис. 12.4 показаны конструкции, используемые для управления пневматическими распределителями при работе множительных головок на вертикально-сверлильных станках. Распределитель 3 (рис 12.4, а) крепят к станине станка, сжатый воздух из сети поступает через полость А в полость Б и далее в пневмоцилиндр для за-

крепления заготовки. После обработки заготовки множительная головка совместно с кондукторной плитой 7 перемещается вверх. При этом втулка 6 нажимает на шайбу 5 и перемещает стержнем 4 золотник 2, который перекрывает полость Б, после чего сжатый воздух поступает в другую полость пневмоцилиндра (происходит раскрепление заготовки). После перезарядки приспособления множительная головка и кондукторная плита 7 опускаются вниз, золотник 2 под действием пружины 1 так же перемещается вниз и закрывает полость В, открыв полость Б. Происходит переключение подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр приспособления (на зажим заготовки).

На рис. 12.4, б приведено иное устройство управления работой пневматического крана. Здесь кран 6 крепят к корпусу приспособления, которое работает совместно с множительной головкой. При ходе кондукторной плиты 1 вниз перемещается и скалка 2 с винтом 3, который, в свою очередь, перемещает стержень 4 с золотником 5 для переключения подачи сжатого воздуха в полости пневмоцилиндра.

Ответ 12.5. На универсальных токарных станках перемещение и фиксацию вылета пиноли задней бабки осуществляют двумя рукоятками. Устройство, приведенное на рис. 12.5, позволяет оба эти действия связать с одной рукояткой, что существенно сокращает время на установку и снятие заготовки.

Устройство крепят к задней бабке вместо ее фланца и винта. Подвод и отвод пиноли 1 осуществляют вручную рукояткой 4, которая соединена с ней осью 5 и ползуном 6. После подвода пиноли 1 к заготовке она стопорится срезанным на клин штоком 2 пневмоцилиндра 3. Если необходимо отвести пиноль 1 вправо после обработки заготовки, то рукоятку 4 поворачивают по часовой стрелке на оси 10 и отводят ползун 6 вправо до упора в шайбу 7. При этом клин 8 перемещается с ползуном, а золотник 9 поднимается вверх под действием сжатого воздуха и соединяет канал с передней камерой пневмоцилиндра 3. Шток 2 отойдет и освободит пиноль.

Ответ 12.6. Множительная головка, показанная на рис. 12.6, имеет три рабочих шпинделя – два вертикальных и один горизонтальный. Головку крепят на гильзе вертикально-сверлильного станка двумя тангенциальными зажимами. Вертикальные рабочие шпиндели 13 с установленными в них инструментами получают вращение от шпинделя станка через поводок, валик 11 и зубчатые колеса 10, 12, а горизонтальный рабочий шпиндель 14 через поводок, валик 11 и зубчатые колеса 10, 9, 8, 4, 15, далее через втулку 2 и шпонку 3. Коническое зубчатое колесо 4 закреплено на шлицевой втулке 5, внутри которой перемещается шлицевый валик 7. Такая конструкция обеспечивает вращение горизонтального рабочего шпинделя 14 независимо от осевого перемещения шпинделя станка. Подача шпинделя 14 осуществляется перемещением гильзы 16, в которой он смонтирован, от штока рейки 6 через вал-шестерню 17.

Для управления работой приспособления в головке смонтирован рычаг 18, получающий перемещение в одном направлении от станка 19, а в другом от пружин и служащий для переключения пневмораспределителя 1.

Ответ 12.7. Показанный на рис. 12.7 механизм позволяет произвести ориентацию и закрепление в приспособлении заготовки, имеющей радиальный выступ. Ориентацию заготовки 7 осуществляют призмой 5, перемещаемой скалкой 6 посредством двуплечего рычага 4. Этот рычаг имеет две оси вращения: ось 3, установленную в Г-образном рычаге 8, и ось цилиндрической головки, выполненной на его конце. При перемещении плунжера 2 влево от закрепленного в корпусе приспособления гидроцилиндра двуплечий рычаг 4, поворачиваясь на оси 3, перемещает призму 5 до упора в заготовку. Все это время Г-образный рычаг 8 остается неподвижным. После остановки призмы ось поворота двуплечего рычага 4 меняется и он вместе с осью 3 начинает поворачиваться относи-

тельно оси цилиндра своей верхней головки, а Г-образный рычаг 8 – относительно полуосей 1, установленных в корпусе. Закрепляется заготовка прихватами 9 и 12, которые выдвигаются плунжером 13 и пружиной 14. При раскреплении прихваты входят в отверстие трубы 11.

Ответ 12.8. На рис. 12.8 показан механизм доворота зубчатого колеса при установке его на шлицевую оправку для чистовой обработки на токарном станке перед зубофрезерованием.

Заготовка 4 подается автооператором на линию центров токарного станка. Механизм доворота, установленный в пиноли 12 задней бабки, напрессовывает заготовку на шлицевую оправку 3. Осуществляется это в следующей последовательности. Первоначально скалка 8 выдвинута пружиной 7 вперед на 35 мм от стакана 6, а при перемещении пиноли 12 она подходит к заготовке, удерживаемой автооператором; при этом шлицевая пробка 5 входит в пазы заготовки или упирается в выступы. Затем заготовка скалкой 8 надевается на цилиндрическую часть оправки до упора ее в шлицы.

При дальнейшем перемещении пиноли задней бабки скалка 8 начинает поворачиваться по часовой стрелке благодаря косому пазу, скользящему по штифту 10. В это время полумуфта 11 со штифтом 10 удерживается от поворота кулачками неподвижной полумуфты 9. При повороте скалки 8 шлицевая пробка 5 входит в отверстие заготовки и дополнительным поворотом совмещает ее пазы со шлицами оправки 3. Дальнейшая напрессовка заготовки на оправку осуществляется стаканом 6; к этому времени полумуфта 11 выйдет из зацепления. После обработки заготовка снимается с оправки пневмоцилиндром передней бабки станка посредством тяги 1 и трех пальцев 2.

Ответ 12.9. В тех случаях, когда требуется надежно закрепить заготовку во время обработки (большая глубина резания, большие подачи, параллельная обработка несколькими инструментами блока шестерен), применяют дополнительный зажим по торцу (см. рис. 12.9).

Обрабатываемая заготовка 2 подается автооператором на линию центров станка. Напрессовка на шлицевую оправку 1 и доворачивание заготовки осуществляется планками 3 при перемещении скалки 6 пневмоцилиндром 7.

После напрессовки два подпружиненных кулачка 4 занимают положение, показанное на рисунке. При ходе тяги 5 влево они выполняют функцию быстросъемной шайбы. Доворотчик может применяться на токарных и зубофрезерных станках с автоматическим и полуавтоматическим режимами работы.

Ответ 12.10. Оснастка (см. рис. 12.10) предназначена для крепления заготовки шатуна при протягивании замка на вертикально-протяжном станке. Шатун 3 устанавливается обработанным отверстием на палец и опору 2. Головка шатуна разворачивается планкой 1 под действием двух пружин во время его крепления. Крепление заготовки производят двумя рычагами 6 и 12. Сила закрепления на рычаг 12 передается от штока гидроцилиндра через регулировочный винт 11, а на рычаг 6 через переднюю крышку 9 гидроцилиндра, прикрепленную к рычагу фланцем 8.

Во время раскрепления заготовки поршень 10 и соединенный с ним регулировочный винт 11, поднимаясь, освобождают рычаг 12, а рычаг 6 со сферической пятой 4 немного поворачивается на оси 7 по часовой стрелке, что позволяет перезарядить приспособление. Положение гидроцилиндра с прихватом 6 по высоте регулируется стойкой 5.

Ответ 12.11. Оснастка, приведенная на рис. 12.11, предназначена для обработки двух отверстий в вилке. В этой оснастке предусмотрены элементы механизации подвода и отвода дополнительной опоры.

Заготовку 13 устанавливают на торец втулки 14 до упора в планки 12, одновременно ее досылают до упора в штифт 15. Крепление осуществляют прихватом 3 с шарнирной пятой 5. Сила закрепления на прихват 3 передается от пневмоцилиндра 1 через шток 2. Благодаря серьге 4 прихват при разжиге зажимает удобное для осуществления перезарядки положение (показанное тонкими линиями).

Перед обработкой заготовки к нижней ее полке подводят дополнительную опору 11. Клин 9, подводящий опору 11, передвигается вправо под действием пружины 8, а отводится штоком 7. Для этого в штоке 7 пневмоцилиндра профрезеровано два паза, в которых свободно перемещается штифт 6, запрессованный в клине 9. Подводимая опора 11 после отвода клина 9 влево опускается под действием пружины 10, которая должна быть слабее пружины 8.

Ответ 12.12. На рис. 12.12 приведена оснастка для обработки двух отверстий в заготовке вилки на горизонтально-протяжном станке. Заготовку 8 устанавливают на подпружиненные штифты 7 до упора с одной стороны в планку 6, а с другой – и качалку 5, а верхнюю часть – между двух шпилек 9. Планка 6 совместно с салазками 3 может перемещаться по двум направляющим скалкам 2, а качалка 5 смонтирована в качающейся опоре 4, положение которой регулируется винтом 1.

Ответ 12.13. Оснастка (см. рис. 12.13) предназначена для обработки центрального отверстия вилки на горизонтально-протяжном станке. Заготовку 7 устанавливают обработанными в ее ушках отверстиями на два выдвижных пальца 4 и 5, второй конец поддерживается планкой 9, после чего отверстие протягивают набором протяжек: круглых и, если необходимо, шлицевых. Чтобы снять обработанную заготовку, пальцы 4 и 5 выводят из отверстий в ее ушках, для этого поворачивают рукояткой 1 валик 8 по часовой стрелке. При этом винты 2, закрепленные на нем, упираются в косые пазы кронштейнов 3 и 6 и перемещают их вместе с пальцами 4 и 5 от центра, освобождая заготовку.

При установке новой заготовки валик 8 с винтами 2 поворачивают против часовой стрелки и вводят пальцы 4 и 5 в отверстия ушек заготовки. Таким образом механизирована работа двух пальцев 4 и 5.

Ответ 12.14. На рис. 12.14 показана оснастка для крепления рычагов в автоматизированном производстве. Заготовку 4 устанавливают на опоры 7, ориентируют двумя штифтами 3 и призмой 8. Крепят заготовку прихватом 6. Сила закрепления на прихват 6 передается от штока-клина 9 гидроцилиндра через ролик 10 и плунжер 5.

Во время крепления шток-клин 9 перемещается слева направо, при этом винт 11 освобождает рычаг 13, а пружина 14 клином 1 и ползуном 2 досылает заготовку 4 в упорную призму 8. Во время раскрепления заготовки винт 11 поворачивает рычаг 13 на оси 12 против часовой стрелки, клин 1 опускается вниз, преодолевая сопротивление пружины 14, отводит ползун 2 из зоны загрузки заготовок.

Ответ 12.15. Оснастка (см. рис. 12.15) предназначена для фрезерования мелких цилиндрических деталей. Заготовки 5 устанавливают на планку 10 и крепят двумя качающимися клиньями 11. Сила закрепления передается от штока 9 встроенного пневмоцилиндра через вилку 3, ролик 2, звено 4, рычаг 7 и ползун 6. Ролик 2 перемещается по опоре 1. Сила закрепления во многом зависит от угла наклона звена 4 и соотношения плеч рычага 7, качающегося на оси 8.

Ответ 12.16. На рис. 12.16 показана оснастка к горизонтально-фрезерному станку для фрезерования ступенчатой поверхности в заготовке 5 с цилиндрическим хвостовиком. Особенность оснастки заключается в том, что зажимной механизм работает совместно с дополнительной подводимой опорой от одного гидроцилиндра.

Заготовку 5 устанавливают на призмы 4, 7 и крепят прихватом 6. Сила закрепления на прихват передается от штока 2 гидроцилиндра 1 через клин 3. Одновременно с креп-

лением заготовки клин 3 и пружина 13 перемещают плунжер 11, последний подводит к заготовке опору 8. Во время раскрепления заготовки шток 2 перемещает влево клин 3, последний винтами 9, 12 и скалкой 10 перемещает плунжер 11 с пружиной 13 влево, дополнительная опора 8 опускается. Для того, чтобы заблокировать работу зажимного механизма и подведение дополнительной опоры предусмотрены втулка 14 с донышком и отверстия для двух винтов 9, скалка 10 и два винта 9.

Ответ 12.17. Дополнительная опора 4 (см. рис. 12.17) подводится к заготовке 6 пружиной 7 через клин 2 в то время, когда шток 12 пневмоцилиндра 1 перемещается влево, и рычагом 9 (качающимся на оси 3) и коромыслом 8 опускает два Г-образных прихвата 5, осуществляя крепление заготовки. Опускается опора 4 вниз под действием своей массы при раскреплении заготовки 6. В это время шток 12, перемещаясь вправо, поворачивает рычаг 11 относительно оси 10 против часовой стрелки и отводит клин 2 влево. Таким образом, работа Г-образных прихватов 5 заблокирована с работой подводящей дополнительной опоры 4.

Ответ 12.18. На рис. 12.18 показана конструкция оснастки к вертикально-фрезерному станку с механизацией работы четырех дополнительных подводимых опор. Заготовку 11 устанавливают на опорные штыри 2 и 13 до упора в призму 1 и крепят прихватом 14. Сила закрепления передается на прихват 14 от штока 16 пневмоцилиндра через вилку 15.

Затем подводят четыре дополнительные опоры пневмоцилиндром 10. При подаче сжатого воздуха в правую полость шток перемещает коромыслом 6 стержни 4 влево, которые освобождают втулки 3 и 7. После чего пружины 5 и 8 перемещают втулки 3 и 7, подводящие к заготовке четыре дополнительные опоры 9 и 12. При отводе дополнительных опор сжатый воздух подается в левую полость пневмоцилиндра 10, шток коромыслом 6 и стержнями 4 перемещает втулки 3 и 7 вправо, преодолевая сопротивление пружин 5 и 8.

Ответ 12.19. Оснастку с элементами механизации для установки и съема заготовок применяют в серийном и крупносерийном производствах. На рис. 12.19, а приведена конструкция оснастки с механизацией установки и съема заготовки на фрезерных и сверлильных станках. Заготовку 9 устанавливают на палец 7 до упора во фланец 8. При этом прихваты 6 находятся внутри полого пальца 7. После установки заготовки шток 2 пневмо- или гидроцилиндра 1 перемещается вверх, три прихвата 6 поворачиваются на осях 5 и крепят заготовку. Во время раскрепления заготовки шток 2 опускается вниз и посредством трех рычагов 4 и пальцев 3 приподнимает заготовку для удобства ее съема автооператором.

На рис. 12.19, б приведена конструкция цангового патрона к токарному станку с устройством для съема заготовки после ее обработки. Заготовку 4 устанавливают на цангу 3 до упора в ее торец и крепят, перемещая конус 5 влево. Для автоматического съема заготовки после обработки предусмотрено три штыря 2, которые при раскреплении и ходе тяги 1 вправо сталкивают ее в тору. Во время крепления штыри перемещаются влево тягой 1 и занимают положение, показанное на рисунке.

На рис. 12.19, в показан цанговый патрон к токарному станку. Его особенность в том, что он позволяет обрабатывать заготовку со всех сторон. Для этого в конструкции патрона предусмотрено три выдвижных штыря 4, выполняющих роль упора для заготовки во время ее установки. Заготовку 5 устанавливают на цангу 6 до упора в штырь 4. Во время крепления заготовки конус 1 перемещается пневмотягой влево и разжимает цангу 6. Одновременно три рычага 3 поворачиваются на осях 2 против часовой стрелки, перемещая упорные штыри 4 к оси патрона.

Ответ 12.20. Схват (см. рис. 12.20) предназначен для загрузки и выгрузки заготовок втулок при их обработке на горизонтальном шестишпиндельном токарном полуавтомате. Цикл работы ПР следующий: перемещение схватов в рабочую зону станка, захват заготовки из магазина и обработанной детали в патроне шпинделя, находящегося на загрузочной позиции; отвод схватов с заготовкой и обработанной деталью в исходное положение и поворот схватов на угол 120° ; перемещение схватов в рабочую зону с установкой заготовки в патрон станка и разгрузкой обработанной детали в отводящий лоток; возврат схватов в исходное положение и поворот их на угол 120° .

Схваты 2 выполнены по типу трехкулачкового патрона и смонтированы на корпусе 1, который прикреплен к ПР. Привод кулачков 3 осуществляется от полого штока 7, поршня 6, тяги 8 и рычагов 9. Кулачки 3 крепят к ползунам, которые перемещаются в Т-образных направляющих фланцев, прикрепленных к корпусам 10. Кулачки 3 сменные и выполнены так, что они могут захватывать заготовку как за наружную цилиндрическую поверхность, так и за внутреннюю. На тяге 8 расположено блокирующее электро-механическое устройство для выключения главного привода станка, если заготовка или деталь не захвачены кулачками патрона или вышли за пределы допустимых размеров.

Электро-механическое устройство имеет регулятор, состоящий из двух корпусов 13, винта 14 и ползуна 11. Через вилку ползуна проходит палец 12, связывающий два рычажка 4, которые воздействуют на переключатели 5. Один из переключателей 5 подает команду на остановку станка, когда заготовка не захвачена за внутреннюю, а другой — когда она не захвачена за наружную поверхность. Если необходимо включить в работу левый переключатель, винт 14 регулятора вращают по часовой стрелке. Среднее положение ползуна 11 регулятора соответствует положению, когда оба переключателя не работают.

От положения ползуна 11 зависит момент включения главного привода станка. В том случае, когда захват заготовки осуществляется за внутреннюю поверхность, крайнее положение ползуна соответствует наименьшему диаметру заготовки.

Ответ 12.21. В серийном и крупносерийном производствах чаще используют технологическую оснастку с элементами механизации работы зажимных механизмов (отвод прихватов из зоны съема и установки заготовок). Заготовку 1 (см. 12.21, а) устанавливают на опорные пластины и центрируют откидным шаблоном 12. Крепление заготовки осуществляют планкой 2, прикрепленной к прихвату 3. Сила закрепления на прихват 3 передается от штока 11, встроенного в корпус приспособления гидроцилиндра, через вилку 10, ролик 9 и рычаг 8. Ось 5 закреплена в ползушке 4 для регулирования угла наклона рычага 8 и изменения силы закрепления. Для освобождения зоны загрузки во время раскрепления прихват 3 отодвигается вправо пружиной 6. Величина его перемещения регулируется гайками 7.

При перемещении штока влево (см. рис. 12.21, б) пружина 5, упираясь в штифт 6, перемещает прихват 2 серьгой 4 влево до упора в ось 3. Одновременно серьга 7 поворачивает прихват 2 на оси 3 и передает силу закрепления на заготовку 1. Переналадка приспособления заключается в замене установочной призмы.

Корпусную заготовку 2 (см. рис. 12.21, в) крепят двумя прихватами 1 и 5. Сила закрепления на прихваты передается штоками 7 и 8 встроенных в корпус приспособления пневмоцилиндров в то время, когда звенья 4 упрутся в планки 3. Для отвода прихватов из зоны загрузки при раскреплении предусмотрены звенья 4, которые поворачиваются на осях 6.

Ответ 12.22. Г-образный зажимной механизм (см. рис. 12.22) предназначен для крепления корпусных заготовок в автоматизированном производстве. Для раскрепления

заготовки 6 клин-плунжер 2 перемещается влево, при этом двуплечий рычаг 1 поднимает скалку 8 с Г-образным прихватом 5. Последний, благодаря наличию винтового паза и шарика 4, поворачивается на 90°. Скалка 8 и прихват 5 соединены двумя вкладышами 3. Сила закрепления передается на прихват 5 через клин-плунжер 2 и ролик 7.

Ответ 12.23. На рис. 12.23 приведена конструкция малогабаритного зажимного механизма с поворотным Г-образным прихватом. В нем за счет системы отверстий в передней крышке-штулке 5 и отверстий в штоке 6 происходит запираение масла в камере.

Во время разжима заготовки масло высокого давления подается в нижнюю полость гидроцилиндра, при этом шток 6 с поршнем 3 перемещаются вверх, а штифт 2 удерживает их от поворота, так как находится в отверстии крышки 1. После подъема штока с Г-образным прихватом 7 в верхнее положение масло по осевому отверстию (Ø 5 мм) и открывшемуся радиальному отверстию (Ø 4 мм) поступает в камеру с лопастью 8 и поворачивает ее (разрез А-А). В результате прихват 7 поворачивается на 90° и освобождает зону съема и установки заготовки, так как штифт 2 выходит из отверстия крышки 1.

При зажиме заготовки масло подается в верхнюю полость гидроцилиндра, откуда оно попадает в обратную камеру лопасти 8. Начинается поворот лопастей вместе со штоком 6 и прихватом 7. После попадания штифта 2 в отверстие крышки 1 начинается движение штока 6 и Г-образного прихвата 7 вниз для крепления заготовки. Шпонки 9 соединяют лопасти 8 со штоком 6.

Ответ 12.24. На рис. 12.24 приведены конструкции зажимных механизмов с автоматическим подводом и отводом прихватов во время зарепления и раскрепления заготовок планок, рычагов, втулок и корпусов в автоматизированном производстве.

Крепление заготовки 5 (см. рис. 12.24, а) осуществляется прихватом 3 с пятой 4. Сила закрепления на прихват 3 передается от штока 11 гидроцилиндра через винт 10, клин 9, ролик 7 и плунжер 6. Во время раскрепления заготовки клин 9 перемещается штоком гидроцилиндра вправо, при этом ролик 7 и плунжер 6 опускаются, а рычаг 2, поворачиваясь на оси 8 против часовой стрелки, отводит прихват 3 влево. При этом оси 1 остаются неподвижными.

На рис. 12.24, б показана конструкция ЗМ несколько отличающаяся от рассмотренной. Заготовку 5 устанавливают на штырь 6 и крепят прихватом 3. Сила закрепления на прихват передается от штока 8 гидроцилиндра 7 через клин 9, ролик 10 и плунжер 4. Отвод прихвата 3 из зоны загрузки во время перезарядки приспособления осуществляет рычаг 1, который поворачивает на оси 11 выступ 12. Прихват 3 легко отходит, так как в конструкции оси 13 предусмотрены прямоугольные сухари 14, легко перемещаемые в пазах прихвата.

Ответ 12.25. На рис. 12.25 приведен зажимной механизм с поворотным рычажным прихватом 1, применяемый в приспособлениях к агрегатным станкам. Эти ЗМ могут иметь гидроцилиндры разных диаметров (32, 50, 63, 80, 100 и 125 мм). Приводы перемещения и поворота прихватов отдельные.

Для разжима обработанной заготовки винт 2 с плунжером 4 отводится вниз клино-плунжерным гидравлическим механизмом. После чего масло под высоким давлением подается в верхнюю полость гидроцилиндра поворота с двумя поршнями 9 и шток-рейкой 10 (см. разрез А-А). При этом поршень 9 перемещает шток-рейку 10 вниз, осуществляя поворот вала-шестерни с прихватом 1 по часовой стрелке до тех пор, пока болт 3 не упрется в буртик стойки 11. Величину поворота прихвата 1 можно регулировать, изменяя длину втулок 8, в которые упираются поршни 9 гидроцилиндра поворота.

Цикл зажима осуществляется в обратном порядке: вначале подается масло в нижнюю полость гидроцилиндра для поворота прихвата в противоположную сторону, затем масло подается в гидроцилиндр клино-плунжерного механизма, который перемещает винт 2 вверх, поворачивает прихват 1 и крепит заготовку.

Если по условиям работы приспособления в конце поворота прихвата в ту и другую сторону необходимо получать электрические команды, в конструкции ЗМ предусмотрено скалка-рейка 12 для воздействия на конечные выключатели.

Ответ 12.26. Приведенная на рис. 12.26 оснастка предназначена для крепления заготовок рычагов при фрезеровании паза под клеммовый зажим. Рычаг 2 устанавливают на пальцы 1, 8 и крепят двумя прихватами 6. Сила закрепления на каждый прихват передается от пневмоцилиндров через штоки 3 с клином на конце, ролики 4, скалки 9 и штифты 5. Во время раскрепления заготовки прихваты пружинами 10 поворачиваются на осях 7 и занимают положение, показанное тонкими линиями. Для этого предусмотрены пружины 10.

Ответ 12.27. На рис. 12.27 приведена оснастка с автоматическими пружинными зажимными механизмами. Заготовки 1 (см. рис. 12.27, а) устанавливают на штыри и крепят пластинчатыми пружинами 2, которые установлены по обе стороны фрезы. Для регулирования силы закрепления втулку 3 с пружинами 2 можно передвигать по колонкам 4. Корпус 5 крепят к станку.

Несколько приспособлений (см. рис. 12.27, б) устанавливают на вращающийся стол карусельно-фрезерного станка. В зоне установки заготовок 7 и 8 (зона загрузки приспособления) ролик 1 набегает на копиру и, преодолевая сопротивление пружины 4, поворачивает прихват 2 против часовой стрелки. Это позволяет перезарядить приспособление. При дальнейшем вращении стола с приспособлением ролик 1 сходит с копира и подпружиненный плунжер 3 поворотом прихвата 2 на оси 9 зажимает заготовки. Для регулирования силы закрепления предусмотрены винт 5 и гайка 6.

Ответ 12.28. На рис. 12.28 показан универсальный зажимной механизм к протяжным станкам с блокировкой включения рабочего хода станка после зажима заготовки. Заготовку крепят пятой 1. Сила закрепления на пяту передается от гидроцилиндра 11 через клин 10, плунжер 4, рычаг 3 и толкатель 2. В конце хода вверх плунжера 4 подпружиненный стакан 5 перемещает вправо валик 7 и рычаг 8, включая микропереключатель 9 рабочего хода станка.

Во время раскрепления заготовки рычаг 3 поворачивается по часовой стрелке, опускает плунжер 4 подпружиненным стаканом 6 и отводит валик 7 и рычаг 8 от микропереключателя. Происходит отключение рабочего хода станка.

Ответ 12.29. На рис. 12.29 приведен механизм автоматического поворота планшайбы с заготовкой. Во время хода шток-рейки 13 на втулке 7 вправо сектор 9 поворачивается против часовой стрелки, при этом эксцентрик 11, набегающий на ролик 5, выводит штырем 3 фиксатор 2 из паза делительного диска 1. При дальнейшем повороте сектора 9 защелка 6 поворачивает делительный диск 1 совместно с планшайбой 8 до тех пор, пока фиксатор под воздействием пружины 4 не войдет в очередной паз делительного диска. Последний соединен с планшайбой шпонкой 14. При возврате сектора 9 эксцентрик 11, упираясь в ролик, поворачивается на оси 12, преодолевая сопротивление подпружиненного плунжера 10.

Ответ 12.30. На рис. 12.30 приведен нормализованный гидравлический привод механизма фиксации, применяемый в приспособлениях, а также в автоматических линиях. На валу 8 смонтированы рычаги, которые перемещают два фиксатора 5. Последние фиксируют положение корпусной заготовки в приспособлении или спутника на позиции

обработки закрепленной заготовки. Величина перемещения фиксаторов 5 зависит от угла поворота (α) рычага 7, который настраивается винтом 3, ввинчиваемым в шток 2 гидроцилиндра на разную глубину. Винт 3 соединен с толкателем 4 Т-образным пазом, который профрезерован в головке.

Работает привод следующим образом. При подаче масла под высоким давлением в левую полость гидроцилиндра поршень 1 перемещается в правое крайнее положение. При этом шток 2 через винт 3 перемещает толкатель 4 вправо, последний поворачивает рычаг 7 на угол α по часовой стрелке. Рычаг 7 приводит в действие рычажный механизм фиксации, который вводит два фиксатора 5 в отверстие заготовки (или спутника).

Ответ 12.31. На рис. 12.31 приведен нормализованный механизм контроля фиксации, который работает совместно с гидроприводом, изображенным на рис. 12.30, и осуществляет контроль за окончанием фиксации (расфиксации) обрабатываемой заготовки, а также подачей команды для последующей работы других механизмов приспособления или станка. Конструкция механизма контроля позволяет осуществлять настройку и требуемый ход фиксаторов, а также соответствующий угол поворота рычага привода. Для этой цели на подвижной тяге 2 выполнен Т-образный паз, что позволяет переустанавливать алюминиевые экраны 3 и крепить их винтами 6. Повороту тяги 2 препятствует палец 5.

Работа механизма осуществляется следующим образом. При перемещении тяги 2 экран 3 включает один или другой путевые бесконтактные переключатели 4. Тяга 2 соединена с толкателями привода механизма фиксации осью 1 и промежуточной тягой.

Ответ 12.32. На рис. 12.32 показана оснастка для фрезерования квадратов и шестигранников на концах мелких цилиндрических заготовок с автоматизацией поворота.

Заготовку вставляют в отверстие цанги 5 до упора 6 и крепят с помощью пневмоцилиндра 14. После фрезерования двух граней набором фрез заготовка вместе с подвижной частью 2 приспособления 4 отводится, для чего предусмотрены зубчатое колесо 22, рейка 23 и рукоятка 24. При этом пневмораспределитель 17, управляющий подачей сжатого воздуха в полости цилиндра 11, переключается благодаря тому, что ролик 20 набегает на копира 19 и поворачивает рычаг 18. После переключения пневмораспределителя 17 шток-рейка пневмоцилиндра 11 перемещается вправо, поворачивая сектор 7 против часовой стрелки. Закрепленная на секторе планка 12 нажимает на ролик 13 и выводит фиксатор 10 из делительного диска 8, а плунжер 9 перемещается на следующий торцевой зуб делительного диска.

При движении подвижной части 2 влево к упору 1 ролик 20 сбегает с копира 19, пневмораспределитель 17 меняет направление подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндре 11. В это время сектор 7 возвращается в исходное положение, производя поворот делительного диска 8 с помощью плунжера 9 до входа фиксатора 10 в следующий паз. Переключение подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр 14 для освобождения заготовки и перезарядки приспособления произойдет в момент перемещения подвижной части 2 вправо и упора пневмораспределителя 15 в планку 16.

Ответ 12.33. Приведенная оснастка (см. рис. 12.33) предназначена для обработки двух отверстий в рычаге на вертикально-сверлильном станке. Крепление заготовки и ее поворот на 90° осуществляется при помощи двух встроенных пневмоцилиндров. Заготовку 4 устанавливают на цилиндрический выступ 14 и опоры 3 и 5, затем ее крепят быстросъемной шайбой 15. Сила закрепления на шайбу 15 передается от штока 16 пневмоцилиндра 17.

После обработки одного отверстия заготовку вместе с планшайбой 13 и кондукторными втулками поворачивают против часовой стрелки до упора планки 2 в планку 1. Поворот осуществляет пневмоцилиндр 8 при перемещении шток-рейки 10, находящейся в зацеплении с шестерней 11. Последняя соединена шпонкой с валиком, который прикреплен к планшайбе 13. Планка 6, закрепленная на планшайбе, и планка 7, закрепленная на корпусе 12 приспособления ограничивает поворот планшайбы 13. Подачу сжатого воздуха в пневмоцилиндр 17 осуществляют от пневмокрana через муфту 9.

Ответ 12.34. На рис. 12.34 показано приспособление, установленное на столе универсального вертикально-сверлильного станка, в котором обрабатывают фаски и заусеницы на гайках и втулках после их изготовления на токарных автоматах.

Автоматизация работы станка достигается следующим образом. Электродвигатель 5 сообщает периодический поворот загрузочному диску 16 с гнездами под заготовки 18 через червячный редуктор 4, храповый механизм, состоящий из рычага 2, пружины 14, защелки 15 и храпового колеса 20 и механизма фиксации, состоящий из рычага 1, фиксатора 21 и делительного колеса 19.

В гнезда диска вручную оператором или из накопителя загрузочного устройства поступают заготовки, а обработанные заготовки скатываются в ящик по желобу 17. На одном валу с червячным зубчатым колесом установлен торцовый кулачок 6, сообщающий возвратно-поступательное движение гильзе 11, шпинделю станка и инструменту 13. Гильзу станка со шпинделем и закрепленным в нем инструментом 13, перемещает вниз прикрепленный к ней груз 10 (8 ... 12 кг), а кулачок 6 при своем вращении принудительно поднимает его вверх через подшипник 7, находящийся в П-образных направляющих стойки 12 и вилку 8.

Таким образом, создается циклическое автоматическое движение шпинделя станка с закрепленным инструментом при каждом повороте загрузочного диска на следующее деление. Прерывный поворот загрузочного диска 16 осуществляется электродвигателем 5 через ролик 3, рычаг 2 с защелкой 15, пружиной 14 и храповое колесо 20. Фиксация загрузочного диска в момент обработки заготовки происходит путем ввода фиксатора 21 в гнезда делительного диска 19 пружиной, соединенной с рычагом 1.

Для настройки приспособления предусмотрена возможность перемещения вилки 8 с шарикоподшипником 7 и их стопорения винтом 9. От радиального смещения шарикоподшипника 7 во время его подъема и опускания по профильному кулачку предусмотрена стойка 12.

Ответ 12.35. Оснастка, выполненная по приведенной схеме (см. рис. 12.35), используется при зенкеровании отверстия, подрезке торца резцом, снятии фаски и растачивании кольцевой канавки выдвижным резцом.

Обрабатываемые заготовки 6 устанавливают вручную на наклонный лоток, откуда они поштучно подаются в зону обработки. В верхнем крайнем положении шпинделя станка конечный выключатель переключает электропневмораспределитель 31. После этого сжатый воздух поступает в нижнюю полость пневмоцилиндра 28. При этом шток с ползушкой 27 поднимется вверх, а рычаги 29 и 24 отведут призмы 25 от обработанной заготовки. Одновременно с отводом призм отходит влево винт 11 и освобождает плунжер пневмораспределителя 12. После перемещения плунжера пружиной сжатый воздух будет направлен в левую полость пневмоцилиндра 30. При движении штока 3 и ползуна 4 вправо очередная заготовка защелкой 10 подается в лоток. Для регулирования точности подачи заготовки в зону обработки предусмотрен винт 2, соединенный с рычагом 1.

На ползуне 4 установлен кулачок 5, который в конце хода переключает конечный выключатель 9. Срабатывает электропневмораспределитель 31 и сжатый воздух посту-

пает в верхнюю часть пневмоцилиндра 28. В процессе движения штока с ползушкой 27 заготовка призмами 25 центрируется и зажимается, а винт 11 переключает пневмораспределитель 12. Сжатый воздух поступая в правую полость пневмоцилиндра 30 для возврата ползуна 4 в исходное положение. При перемещении ползуна 4 и упора 8 влево срабатывает отсекающий 7 и очередная заготовка занимает положение для подачи в зону обработки, а кулачок 5 нажимает вторично на конечный выключатель 9, после чего шпиндель станка опускается вниз.

В отверстии шпинделя станка закреплен поводок 13, соединенный шарниром с оправкой 17. Первоначально оправка 17 соединена шариками 19 с корпусом 14, палец 22 отведен вверх пружиной 21, а фасонный резец 23 отведен к центру оправки. После зенкерования корпус 14 упрется в регулируемый винт 26, вследствие чего осевая подача зенкера и резцов прекратится, а шпиндель станка будет опускаться вниз до окончания растачивания кольцевой канавки выдвижным резцом 23.

Для обеспечения выдвижения резца 23 предусмотрена втулка 20, которая входит в отверстие кондукторной втулки. В торец втулки 20 упирается гайка 18 и, преодолевая сопротивление пружины 15, отводит стакан 16 вверх. При этом шарики 19 выходят из кольцевой канавки оправки 17, позволяя ей опуститься вниз. Через тройник 32 подается сжатый воздух в систему.

Ответ 12.36. Оснастка с шиберами (рис. 12.36) предназначена для обработки отверстий в заготовках типа колец. Обрабатываемые заготовки укладывают в магазин 5, откуда они шиберами 3 поштучно подаются в зону обработки. Шибера перемещаются штоком 2 пневмоцилиндра 1. В зоне обработки заготовка центрируется призмой 11, положение которой в зависимости от наружного диаметра детали, настраивается винтом 12. Во время перемещения шибера 3 влево обработанная деталь удерживается собачкой 6. Подачей сжатого воздуха в пневмоцилиндр 1 управляет электропневмоклапан, который соединен с конечным переключателем 7. Переключатель 7 управляется кулачком 8, который перемещается по колонке 9 и рычагом соединяется с инструментом 10.

Ответ 12.37. На рис. 12.37 показана оснастка к горизонтально-протяжному станку для обработки отверстий в заготовках втулок. Заготовки 7 по лотку 2 поступают в зону обработки и стопорятся планкой 5 механизма поштучной выдачи. После обработки отверстия и выхода протяжки, планка 5 поворачивается вверх, а планка 6 — вниз, занимая положение, показанное на рисунке. Это позволяет обработанной детали скатиться по лоткам 2 и 1 в тару. Затем отсекающий механизм поштучной выдачи от пневмоцилиндра 4 штоком-рейкой 3 и зубчатым колесом поворачивается и планка 6 освобождает заготовки, а планка 5 удерживает очередную заготовку до окончания обработки отверстия. Пневмоцилиндр 4 поворачивает штоком-рейкой 3 и зубчатым колесом отсекающий. Работой отсекающего управляет электропневмоклапан 8, получающий команду от конечных переключателей, заблокированных с ходом ползуна станка.

Ответ 12.38. На рис. 12.38 показана оснастка к горизонтально-фрезерному станку для фрезерования ножей стригальных машинок.

Заготовки 10 вручную укладывают стопкой в кассету 11, откуда они поштучно подаются в зону обработки шиберами 16. Одновременно обработанные заготовки сталкиваются по наклонной части корпуса приспособления. Подача очередной заготовки осуществляется при поступлении сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра 20, шток 18 которого соединен с шиберами 16. Во время перемещения шибера влево заготовка не доходит до выдвижного упора 7 на 6 мм, так как укрепленная на шибере регулируемая скалка 17 упирается в срезанный палец 13. После перемещения скалки до упора копир 15 включает конечный переключатель 14, дающий команду электромагнитному

пневмоклапану на подачу сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра 19. При этом шток 9 со скалкой 12 и клином 1 перемещаются влево, срезанный палец 13 опускается вниз, освобождая шиббер, а упор 7 с двумя фиксирующими пальцами 8 выдвигается вверх. При дальнейшем перемещении штока 4 с клином 3 происходит крепление заготовки прижимом 6 через ролик 2 и два подводимых упора 5. Ролики 2 предусмотрены для уменьшения потерь на трение.

Ответ 12.39. На рис. 12.39 показана механизированная оснастка для фрезерования шлицев в корончатых гайках на горизонтально-фрезерном станке. Она обеспечивает последовательную обработку гаек и позволяет сократить время, затрачиваемое на установку заготовок, их крепление и съем обработанных деталей. Кроме того, оснастка позволяет очистку базовых поверхностей от стружки полностью совместить с основным (технологическим) временем.

Оснастка имеет поворотную планшайбу 14, на которой закреплены две кассеты 12. Когда на одной из кассет ведется обработка, со второй снимают готовые детали и закрепляют новые. Заготовки 11 надевают на посадочные пальцы 10 и ориентируются поверхностями шестигранника 9. Смена позиций с кассетами после перезарядки производится вручную поворотом планшайбы 14 на оси 13. Для облегчения поворота предусмотрен упорный шарикоподшипник 18 и подпружиненные плунжеры 17. После поворота осуществляют затяжку планшайбы к корпусу приспособления разрезной конусной шайбой. Возвратно-поступательное движение стола и трехкратный поворот кассеты 12 производятся автоматически, для чего предусмотрен механизм поворота каждой кассеты, а на столе станка устанавливают кулачки, переключающие рукоятку реверса. Механизм поворота кассеты состоит из делительного диска 2, фиксатора 4, скалки 5 с собачкой 3 и пружиной 16. Пружина удерживается пальцем 15, закрепленным в корпусе штифтом 1. На конце каждой скалки винтами 19 закреплена ползушка 20 с качающимся упором 21.

Во время рабочего хода пружина 16 входит внутрь корпуса, а собачка 3 перемещается в следующую впадину делительного диска 2. Последний в это время удерживается от вращения фиксатором 4. Во время обратного хода стола станка (влево) скалка 5 вытаскивается упором 8 из корпуса, при этом собачка 3 поворачивает кассету на 60° . После этого фиксатор 4 входит в очередной паз диска 2. Заготовка фрезеруется набором трех фрез. В процессе обработки заготовки поджимаются сверху подпружиненными планками 7, которые установлены в кронштейне 6. Силу закрепления заготовок в кассете можно регулировать.

Ответ 12.40. На рис. 12.40 приведена конструкция загрузочно-разгрузочного устройства (чаще называемого автооператором) для дисков, колец и втулок, имеющих диаметры 55...110 мм и длину 25...50 мм для многолезцовых токарных полуавтоматов.

Автооператор устанавливается вместо задней бабки и работает следующим образом. Заготовки 3 вручную загружаются в магазин, представляющий собой наклонный лоток с отсекателем (на рис. 12.40 не показан). В исходном положении захваты 1 и 11 автооператора разжаты, отведены от отсекателя и патрона станка, механизм включения станка выключен и патрон станка зажат. После окончания обработки суппорт переключает конечный выключатель, дающий команду на электрогидроклапан для разворота захватов штоком-рейкой 12 на необходимый угол ($\approx 55^\circ$) до совмещения захвата 11 с осью шпинделя станка, а захвата 1 с осью заготовки 3, находящейся в отсекателе магазина.

При повороте захватов кулачок 7 воздействует на конечный переключатель 8 для подачи масла в заднюю полость гидроцилиндра 6. Это вызывает осевое перемещение захватов в направлении к обработанной детали, находящейся в патроне, и заготовке,

находящейся в отсекателе магазина (подводящем лотке). Подойдя к детали и заготовке 3, захваты крепят их тремя рычагами 4 при перемещении шток-поршня 2 вправо, т.е. после подачи масла высокого давления через полый вал 10 и трубки 5. В конце зажима заготовки и детали через реле времени, конечный переключатель или реле давления подается команда электрогидроклапану на подачу масла в левую полость гидроцилиндра 6 для отвода захватов вправо. В конце хода полого вала 10 с захватами вправо конечным переключателем 9 подается команда для разворота захватов на 120° .

Разворот заканчивается при совмещении оси заготовки 3 с осью шпинделя станка. При этом конечный переключатель 14 дает команду через соответствующий электрогидроклапан на подвод захватов с заготовкой к патрону, а с обработанной деталью — к отводящему лотку. Затем дается команда на крепление заготовки в пневмопатроне станка и команда захватам на разжим заготовки и обработанной детали. Разжим осуществляется пружинами, смонтированными на шток-поршнях 2 при снятии давления масла в цилиндрах захватов 1 и 11. После этого подается команда на отвод и разворот захватов в нейтральное положение ($\approx 175^\circ$).

Ответ 12.41. На рис. 12.41 приведена конструкция механизма для ограничения хода резьбонарезного шпинделя множительной головки при нарезании конических резьб. Качество нарезания конической резьбы зависит от точности положения метчика в конце рабочей подачи, которое обеспечивается в автоматическом режиме рассматриваемым механизмом. Крепится он на корпусе множительной головки двумя штангами 12 и взаимодействуют с кольцами 8, 10, закрепленными на резьбовом копире 11. Упор 6 воздействует на конечный выключатель 2 через толкатель 5, последний смонтирован в ползуне 4 и поджат пружиной 3 в крайнее нижнее положение.

Во время начала рабочей подачи резьбовой копир 11 перемещает ползун 4 с толкателем 5 вниз по штангам 12. При этом конечный выключатель 2, нормальное положение контактов которого замкнутое, находится в контакте с упорной планкой 1. Нарезание резьбы происходит до соприкосновения упора 6 с торцом заготовки 13, а затем толкатель 5 перемещается вверх, освобождая конечный выключатель 2, последний дает команду на реверс. После чего кольцо 8, перемещаясь с резьбовым копиром вверх, через подшипник 9 и ось 7 возвращает ползун 4 в исходное положение; далее цикл работы повторяется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование технологической оснастки: Учеб. пособие. М.: Станки, 1997. 416 с.
2. Грачев Л.Н., Косовский В.Л., Ковшов А.Н. и др. Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1989. 271 с.
3. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
4. Косов Н.П. Влияние станочных приспособлений на производительность технологических операций: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1986. 88 с.
5. Косов Н.П. Станочные приспособления для деталей сложной формы. М.: Машиностроение, 1973. 232 с.
6. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1990. 512 с.
7. Механика ПР: Учеб. пособие. В 3 т. / Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Т.3. Основы конструирования. М.: Высшая школа, 1989.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панаева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2004. 768 с.
9. Приспособления к металлорежущим станкам. Детали и сборочные единицы общего применения. Конструкция. Часть 2. Альбом А31.0175.41-91. М.: Изд-во стандартов, 1992.
10. Сборник примеров и задач по технологии машиностроения / А.М. Рудской, С.Е. Шишков и др. Курск: Курский гос. техн. ун-т, 2000. 240 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. 5-е изд., перераб и доп. М.: Машиностроение, 2001. 941 с.
12. Станочные приспособления: Справочник. В 2 т. Т. 1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова. М.: Машиностроение, 1984. 591 с.
13. Станочные приспособления: Справочник. В 2 т. Т. 2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Дальского. М.: Машиностроение, 1984. 656 с.
14. Терликова Т.Ф., Мельников А.С., Баталов В.И. Основы конструирования приспособлений: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1980. 119 с.
15. Шатин В.П., Шатин Ю.В. Шпиндельная оснастка: Справочник. М.: Машиностроение, 1981. 439 с. (Б-ка конструктора).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ИЗМЕНЕНИЯ, ВНЕСЕННЫЕ В ГОСТ 2.309-73 (в ред. 2004 г.) "ЕСКД. ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ"

Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации установлен срок введения изменений – с 1 января 2005 г.

Изменения касаются как обозначения шероховатости поверхностей, так и правил их нанесения на чертеж (см. ИУС № 3. 2003 г.).

Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.309 полностью соответствует стандарту ИСО 1302.

1. Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 1. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рис. 2. Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1,5 \dots 5)h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак по рис. 2, а. В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак по рис. 2, б. В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак по рис. 2, в с указанием значения параметра шероховатости.

Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком по рис. 2, в без указания параметра шероховатости. Состояние поверхности, обозначенной таким знаком, должно соответствовать требованиям, установленным

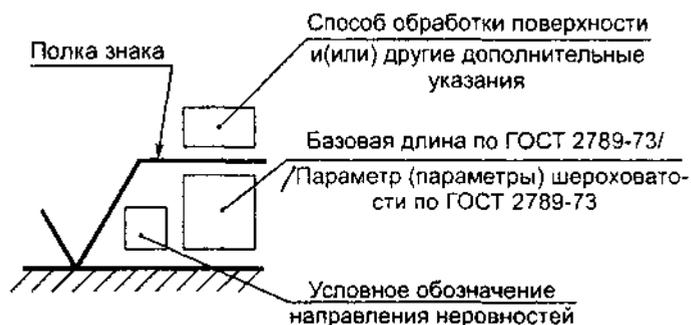


Рис. 1.

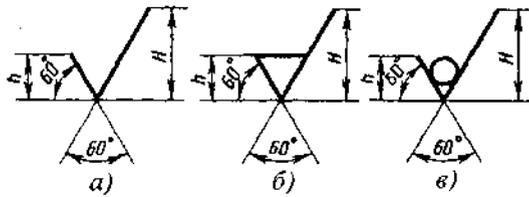


Рис. 2

соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-68.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: Ra 0,4; $Rmax$ 6,3; Sm 0,63; $t_{50}70$; S 0,032; Rz 50. В примере $t_{50} 70$ указана относительная опорная длина профиля $t_p = 70\%$ при уровне сечения профиля $p = 50\%$.

При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например: $\sqrt{Ra}0,4$; $\sqrt{Rz} 50$.

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать "min", например:

$$\sqrt{Ra} 3,2 \text{ min}; \quad \sqrt{Rz} 50 \text{ min}.$$

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$$Ra \begin{matrix} 0,8 \\ 0,4 \end{matrix}; \quad Rz \begin{matrix} 0,10 \\ 0,05 \end{matrix}; \quad Rmax \begin{matrix} 0,80 \\ 0,32 \end{matrix}; \quad t_{50} \begin{matrix} 70 \\ 50 \end{matrix}.$$

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например:

$$Ra 1^{+20\%}; \quad Rz 100_{-10\%}; \quad Sm 0,63^{+20\%}; \quad t_{50} 70 \pm 40\%.$$

При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в порядке, представленном на рис. 3 (см. также рис. 1).

Параметр высоты неровностей профиля	$\sqrt{Ra} 0,1$
Параметр шага неровностей профиля	$0,8/Sm \begin{matrix} 0,063 \\ 0,040 \end{matrix}$
Относительная опорная длина профиля	$0,25/t_{50} 80 \pm 10\%$

Рис. 3

При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами Ra , Rz , R_{max} базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в приложении 1 ГОСТ 2789-73 для выбранного значения параметра шероховатости.

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице.

Типы направления неровностей	Обозначение	Типы направления неровностей	Обозначение

В соответствии с внесенными изменениями таблица дополнена обозначением:

Типы направления неровностей	Обозначение

Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости.

Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна h . Толщина линий знака должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии.

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (рис. 4).

Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа по примеру, указанному на рис. 5.

Полировать
 $\sqrt{M Ra 0,025}$

Рис. 4

Полировать
 $\sqrt{a} = \sqrt{M 0,8 / Ra 0,4}$
 $\sqrt{b} = \sqrt{Ra 0,8 / 2,5 / L_{60} 60}$

Рис. 5

2. Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (рис. 6). На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 7 и 8, а если знак не имеет полки, то так, как показано на рис. 9. При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не на-

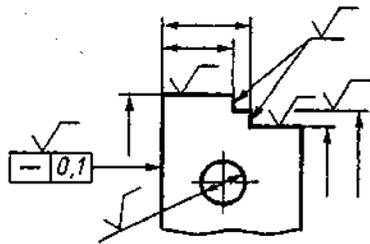


Рис. 6

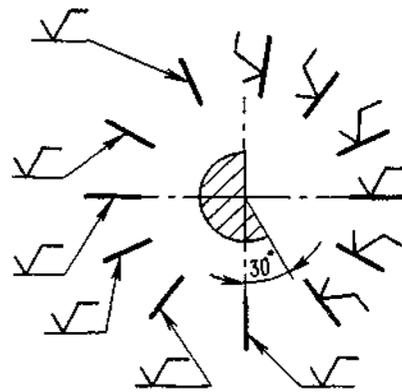


Рис. 7

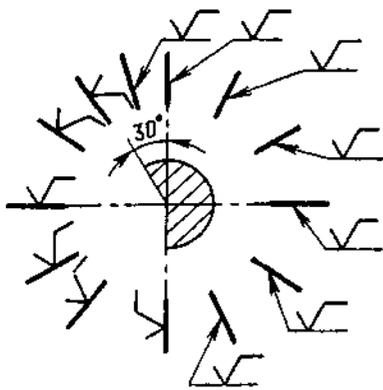


Рис. 8

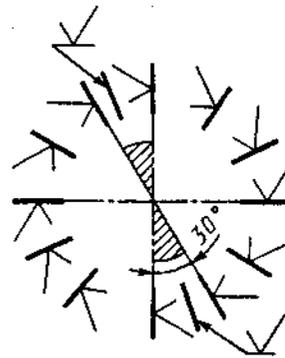


Рис. 9

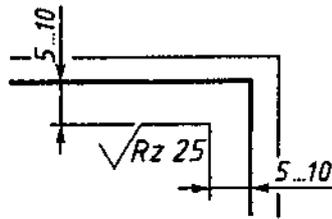


Рис. 10

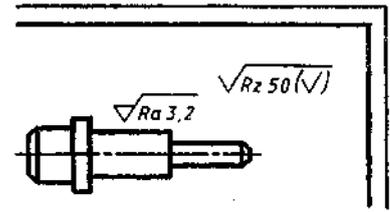


Рис. 11

носят, рис. 10. Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правый верхний угол чертежа (рис. 11, 12) вместе с условным обозначением (✓). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак ✓, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением (✓). Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

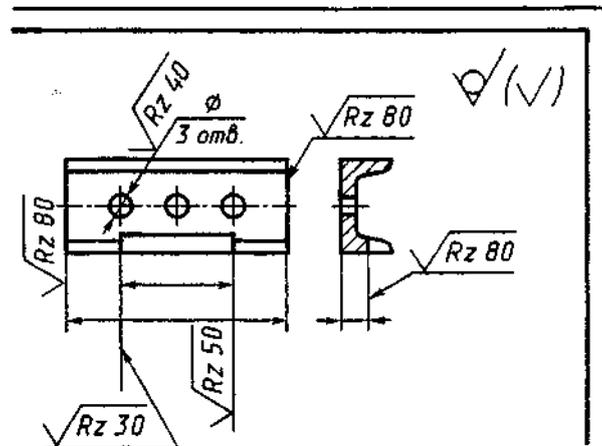


Рис. 12

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (рис. 13, а). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (рис. 13, б).

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 14, а-в), а для глобoidных червяков и сопряженных с ними колес – на линии расчетной окружности (рис. 14, г).

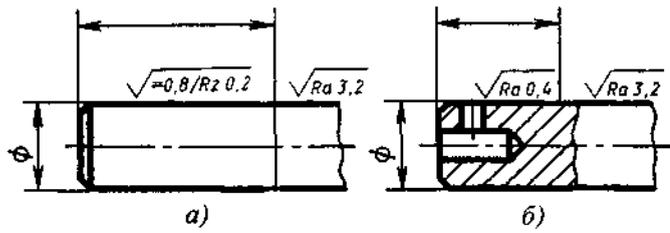


Рис. 13

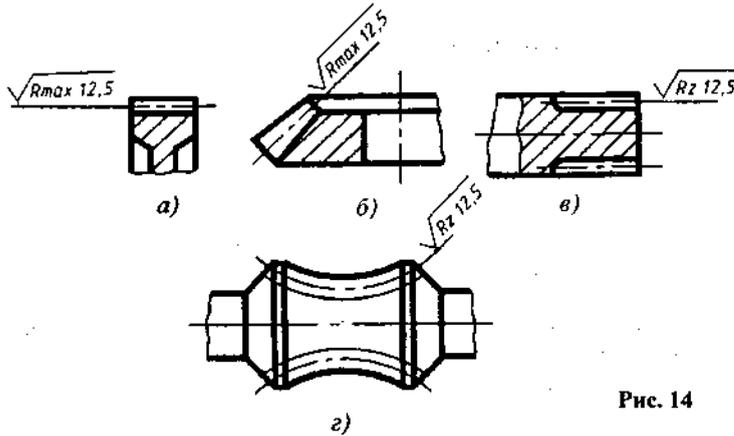


Рис. 14

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис. 15, а), или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис. 15, б-д), на размерной линии или на ее продолжении (рис. 15, е). Знаком "*" на рис. 15, д отмечено место нанесения обозначения резьбы.

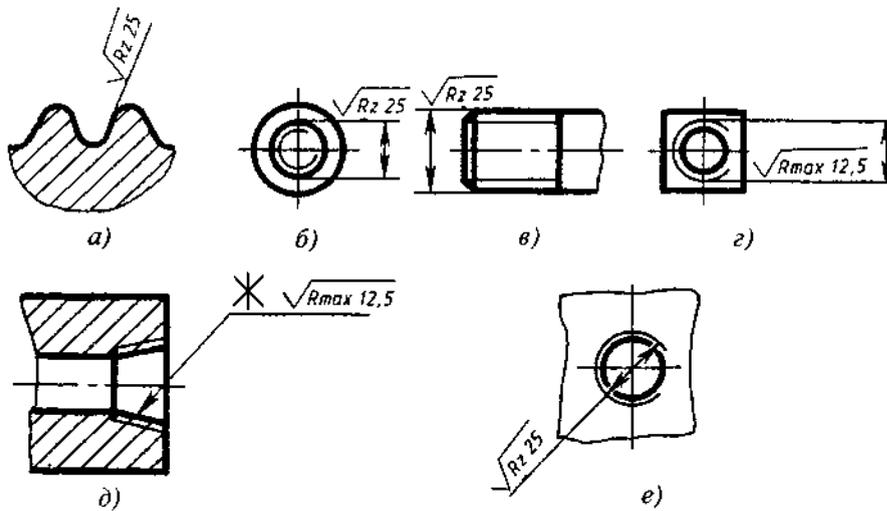


Рис. 1.15

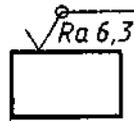


Рис. 1.16

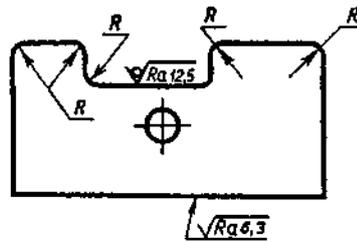


Рис. 1.17

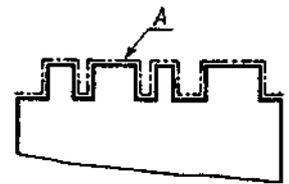


Рис. 1.18

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 16. Диаметр вспомогательного знака \bigcirc — 4 ... 5 мм. В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак \bigcirc не приводят (рис. 17). Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например:

"Шероховатость поверхности A — $\sqrt{Ra\ 1,6}$ ".

При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8 ... 1 мм от линии контура (рис. 18).

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК И ЭЛЕМЕНТЫ ОСНАСТКИ	4
Вопросы	4
Ответы	9
2. ПОГРЕШНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСНАСТКИ ..	16
Вопросы	16
Ответы	21
3. ЗАЖИМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ	37
Вопросы	37
Ответы	49
4. СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ	75
Вопросы	75
Ответы	94
5. ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	112
Вопросы	113
Ответы	131
6. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ	137
Вопросы	137
Ответы	139
7. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ СИСТЕМ УСП И УСПО (УНИВЕРСАЛЬНО- СБОРНОЙ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ)	144
Вопросы	144
Ответы	148
8. ЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ	152
Вопросы	152
Ответы	158
9. ВЫВОД УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО ПРИВОДА	167
Вопросы	167
Ответы	177
10. МНОЖИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ	199
Вопросы	200
Ответы	225
11. СБОРОЧНАЯ ОСНАСТКА	244
Вопросы	244
Ответы	250
12. УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ОСНАСТКИ	259
Вопросы	259
Ответы	282
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	295
ПРИЛОЖЕНИЕ	296