



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



Изготовление жестких трубопроводов

Изготавливаются из цельнотянутых труб

Основные этапы:

Разрезка труб на мерные заготовки

Очистка

Гибка

Разделка концов

Присоединение арматуры

Зачистка после сварки или пайки

Испытание на прочность и герметичность

Проливка

Промывка

Сушка

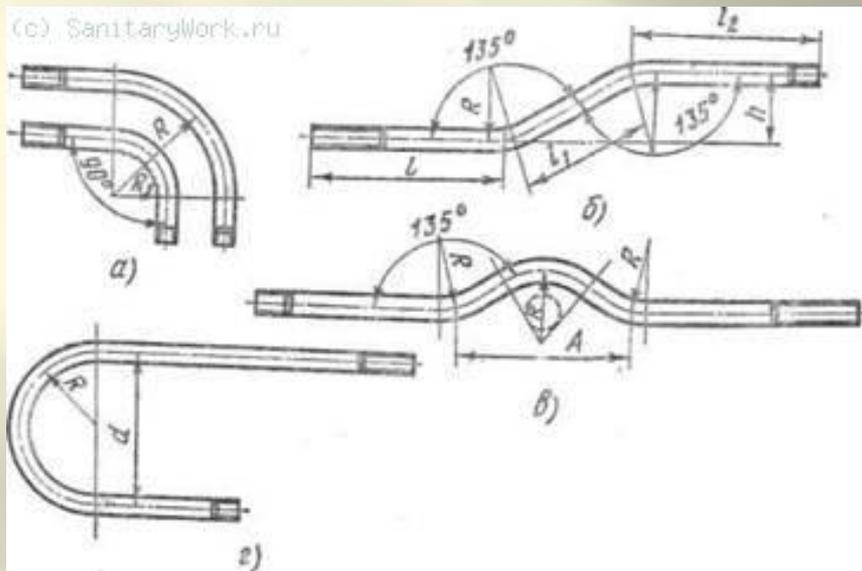
Консервация

Разрезка производится на труборезных станках, ножовками, анодномеханической резкой

Очистка выполняется химическим, гидроабразивным или ультразвуковым способом







а — отводы, *б* — утка, *в* — скоба, *г* — калач

- «отвод» - самый распространенный вид деформации, представляющий собой изгиб трубы под прямым углом.

- «калач» - труба гнется полукругом, обеспечивает разворот на 180 градусов. Данный метод применяется в основном в трубопроводах нагревательных элементов.

- «утка» - по форме напоминает букву Z, причем угол между прямым и наклонным участком составляет 135° . Применяется в трубопроводах для обвода препятствий.

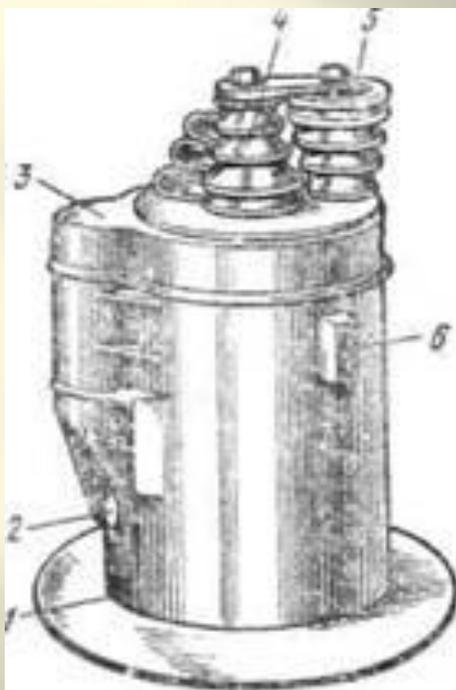
- «скоба» - напоминает по форме скобу хомута. Также широко используется в трубопроводах для обвода других труб. Как правило центральный угол составляет 90° , а боковые по 135° .

Менее распространенными видами являются «змейка» и «компенсатор» (П-образной формы).



Станок Вольнова:

1 – плита, 2 – подвижный ролик, 3 – рукоятка, 4 – скоба, 5 – труба, 6 – ролик-шаблон, 7 – хомутик



На рабочем механизме пирамидально расположены неподвижные 4 и подвижные 5 ролики. Каждая пара неподвижных и подвижных роликов служит для гнутья труб определенного диаметра без переналадки станка. С внешней стороны станины прикреплен фланцевый электродвигатель, от которого через редуктор, коническую и цилиндрическую передачи осуществляется вращение рабочего механизма вместе с пирамидой подвижных роликов.

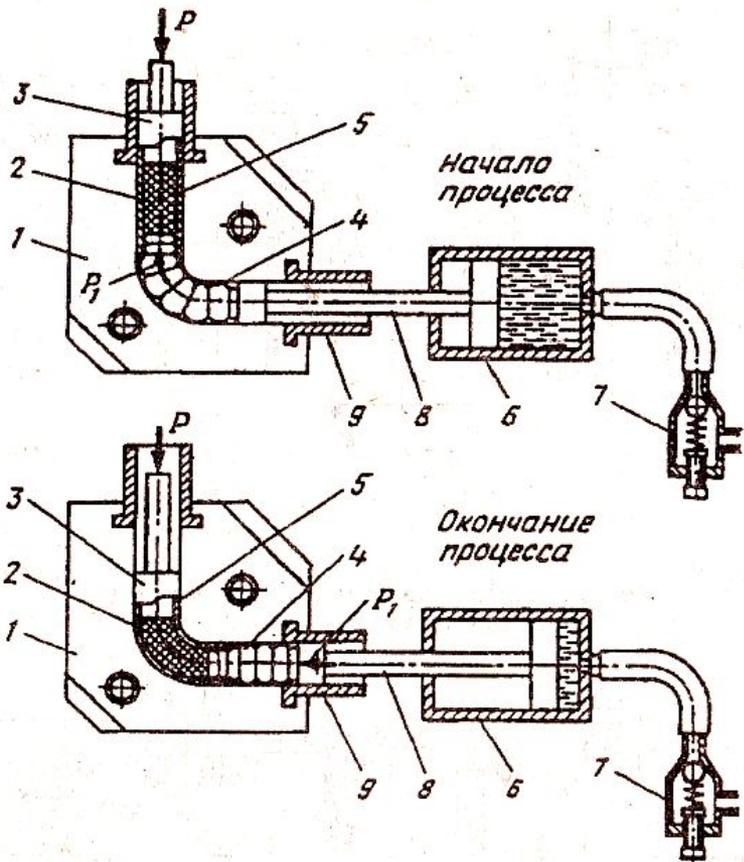
Трубогибочный станок ВМС-23В: 1 — станина, 2 — червячный редуктор, 3 — рабочий механизм, 4 — неподвижные ролики, 5 — подвижные (рабочие) ролики, 6 — кнопочный пускатель

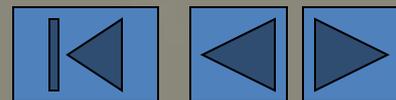
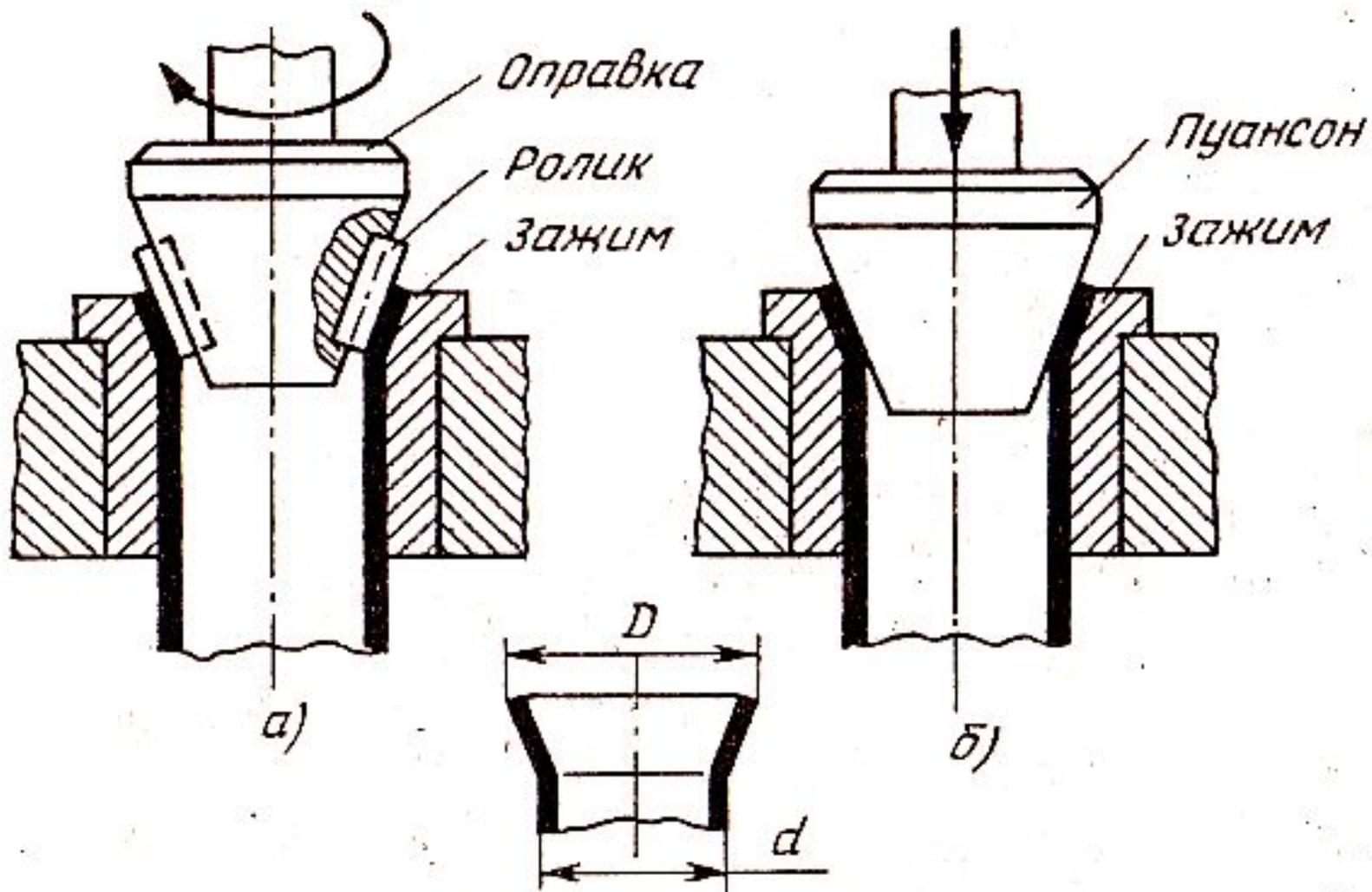


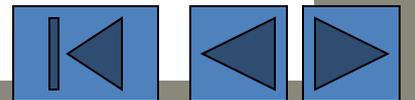
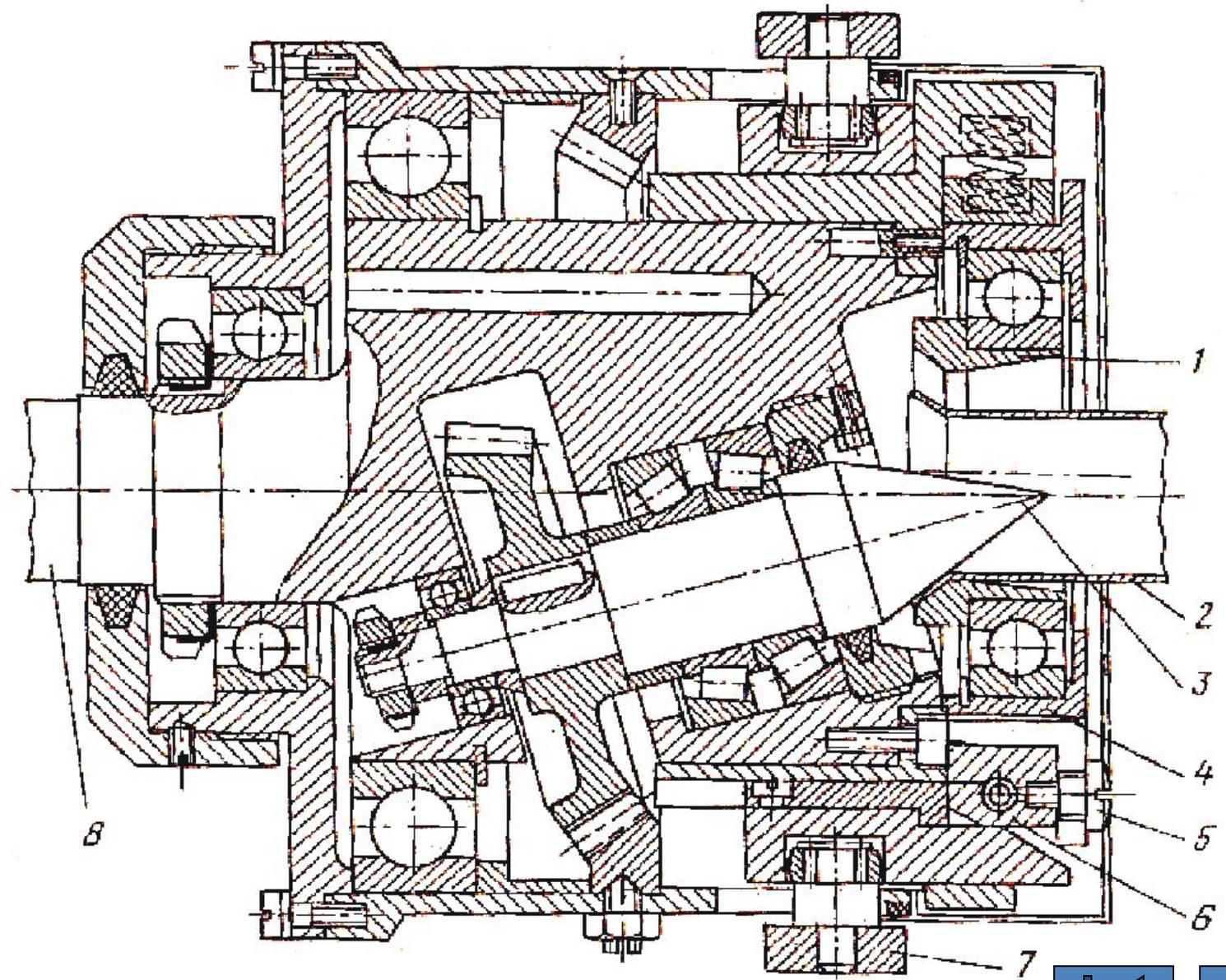


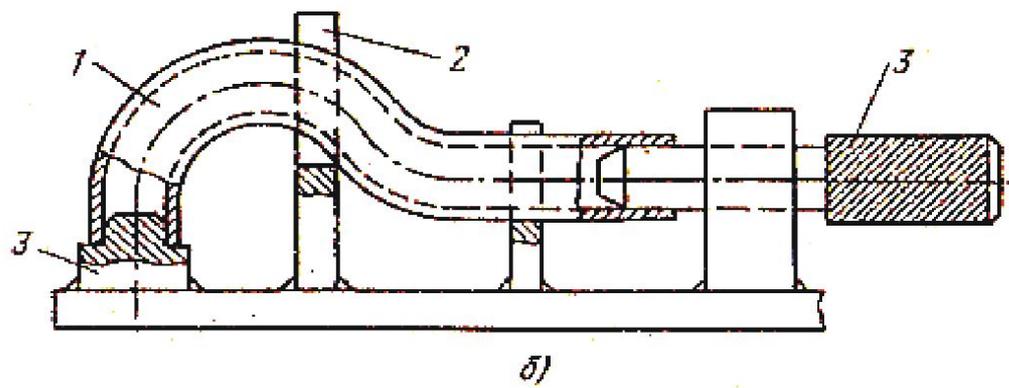
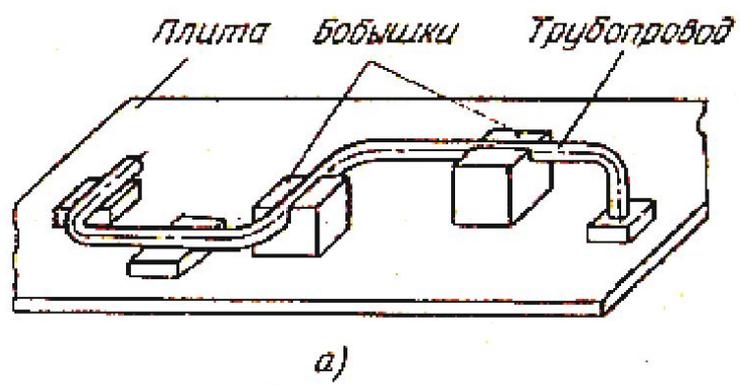
Универсальные трубогибочные станки с электромеханическим приводом, не требующим обслуживания и не наносящим ущерб окружающей среде. Станки предназначены для гибки труб и профилей со сложной геометрией гибки.

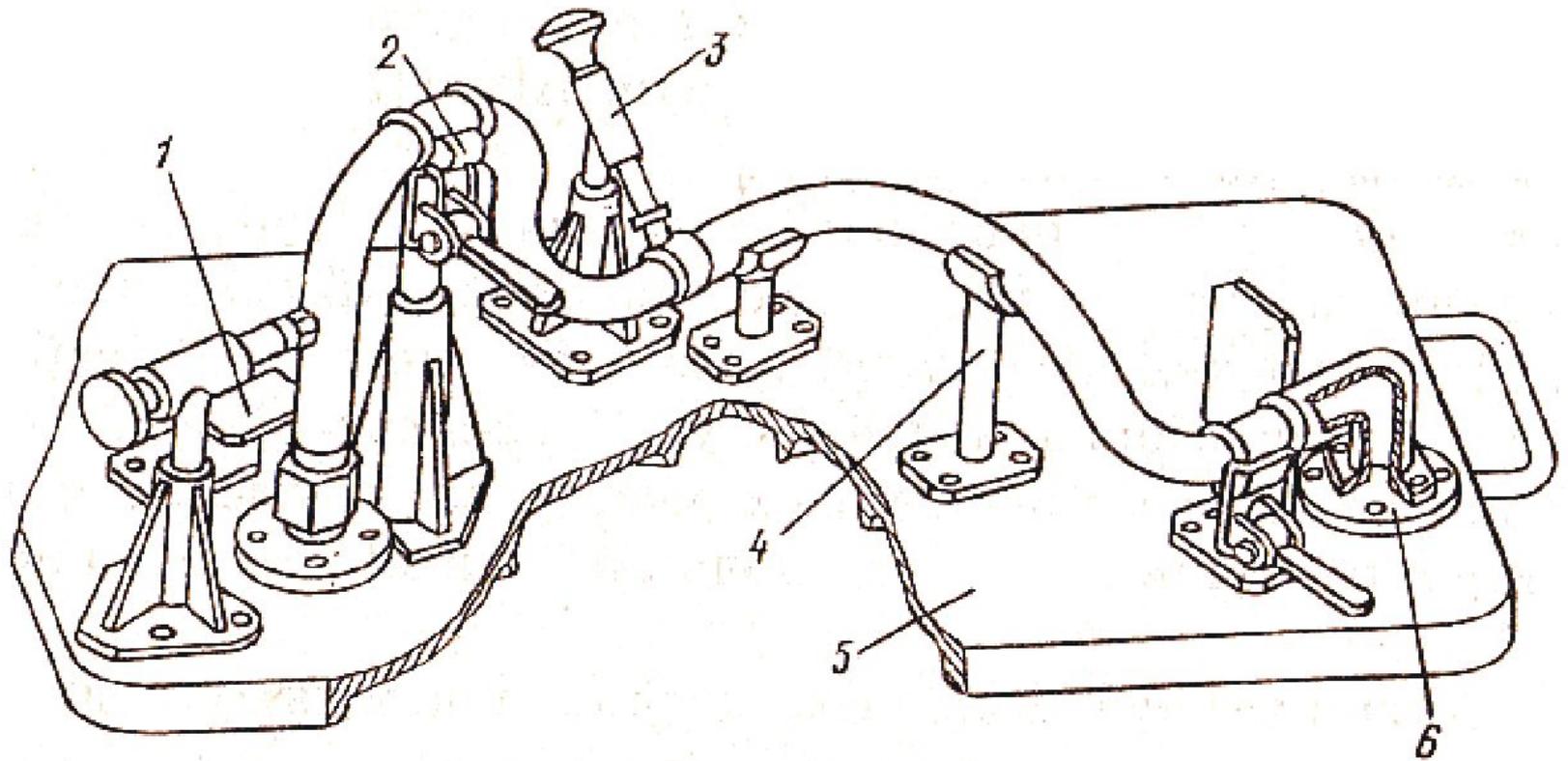
- Индивидуальные гидравлические приводы на зажим трубы и привод дорна.
- Регулировка зажимного усилия до 250 бар.
- Автоматическая смазка дорна, программируемая по количеству и времени.
- Программируемый предварительный отвод дорна при завершениигиба.
- Быстросменный гибочный и зажимной инструмент.
- Передвижной пульт управления с дисплеем.

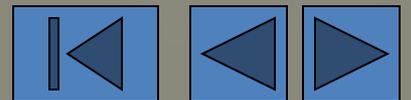
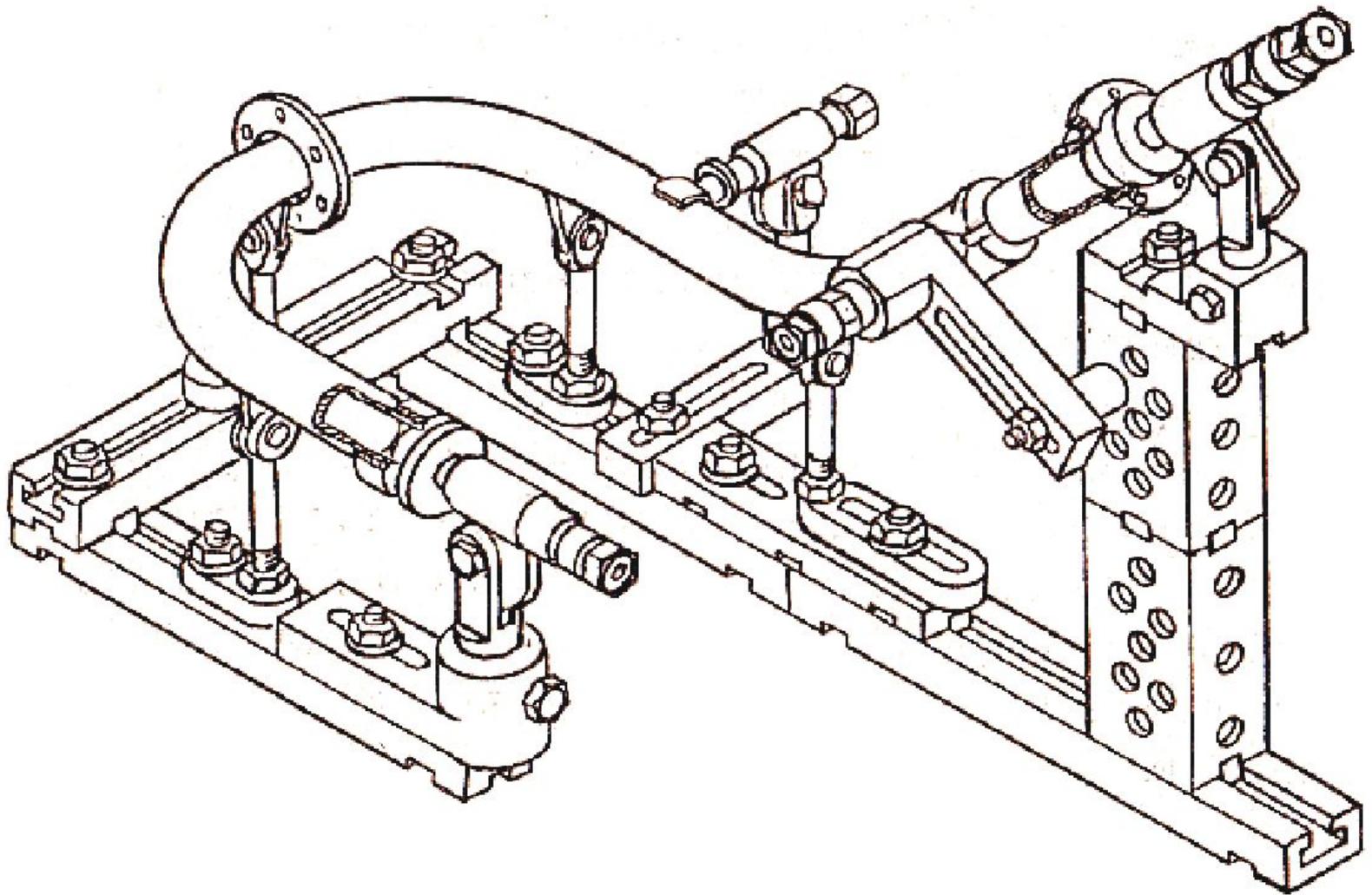






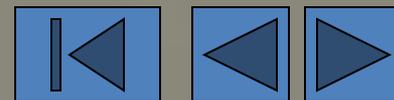








Сильфоны обычно выпускают диаметром до 200 мм. Они используются как надежные компенсирующие и уплотнительные элементы, разделители объемов жидких и газообразных сред, чувствительные элементы в системах регулирования и управления и способны работать при температуре от -260° до $+500^{\circ}\text{C}$. Преобразовывают давление в усилие и/или линейное и/или угловое перемещение, выдерживают циклические знакопеременные нагрузки в широком диапазоне давлений и температур. Изготавливают герметичными. Гарантийный срок эксплуатации до 15 лет.



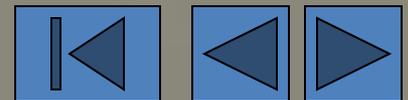


Сильфоны являются гибкими элементами для изделий машиностроения.

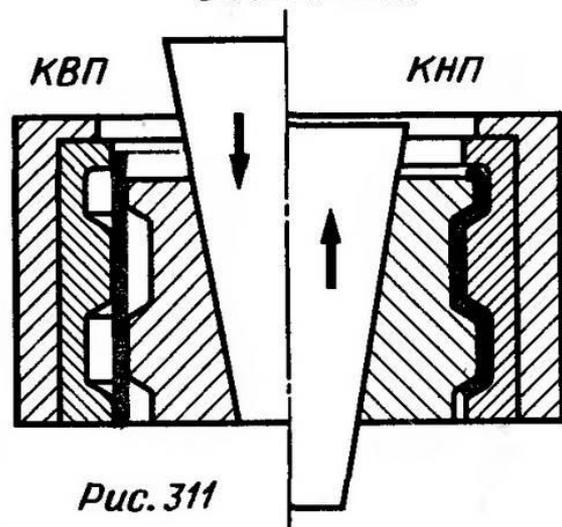
Изготавливаемые с особой тщательностью, сильфоны являются основными элементами компенсаторов.

Используются в качестве компенсаторов в системах контроля и регулирования, а также в качестве уплотнительных элементов, разделителей объемов, сред, жидкостей, газов и т.п.

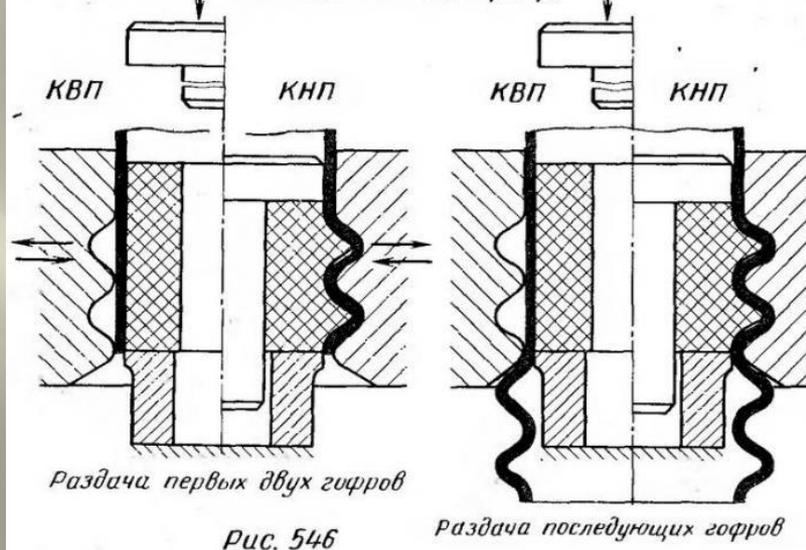
Они используются в судостроении, авиации, астронавтике, в строительстве атомных электростанций, в высоковакуумной технологии и в автомобильной промышленности.

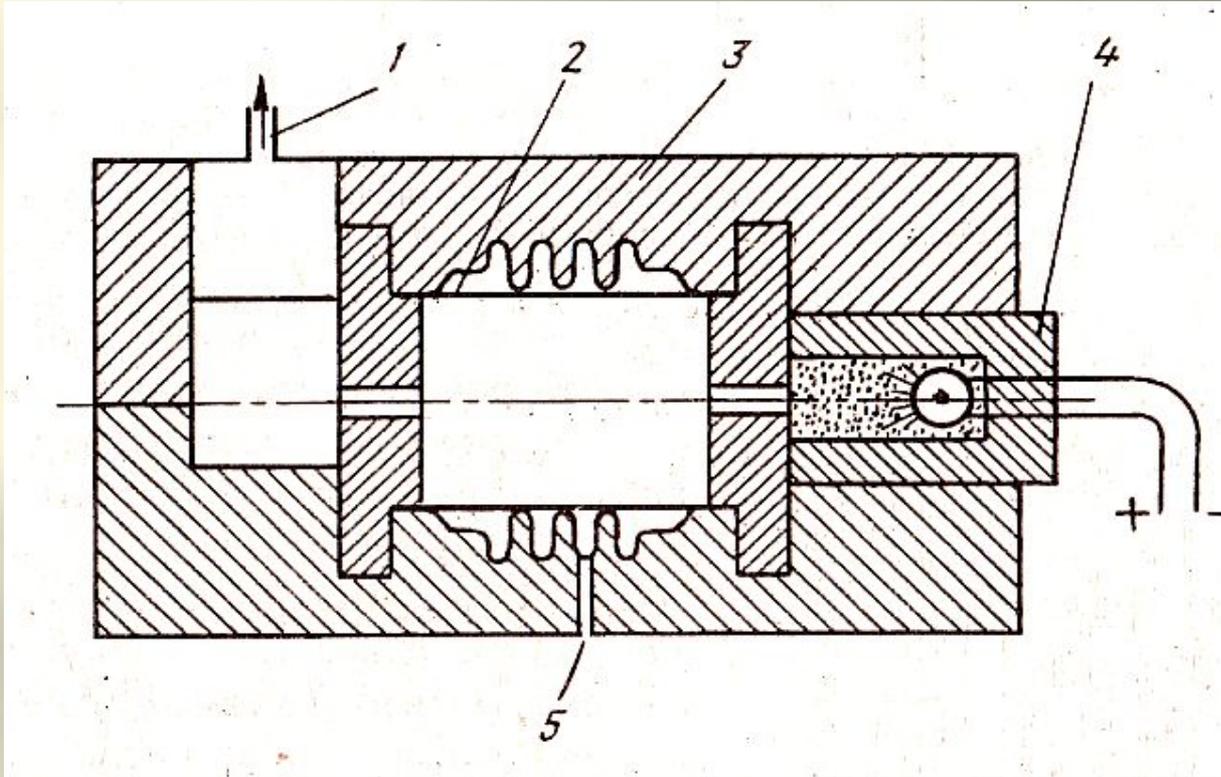


Раздача поясков и отбортовка краев у цилиндрической заготовки



Последовательная раздача гофров эластичным пуансоном в стальной матрице





Последовательный обжим волнистого стакана роликом

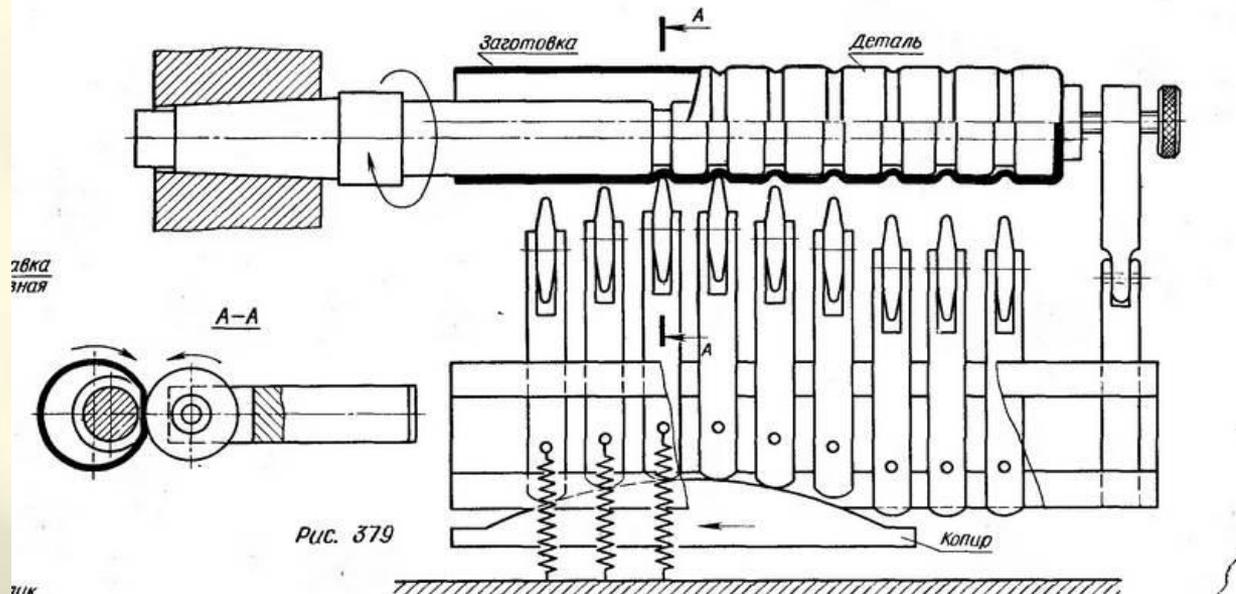


Рис.570

Раздача волн на стакане жидкостью

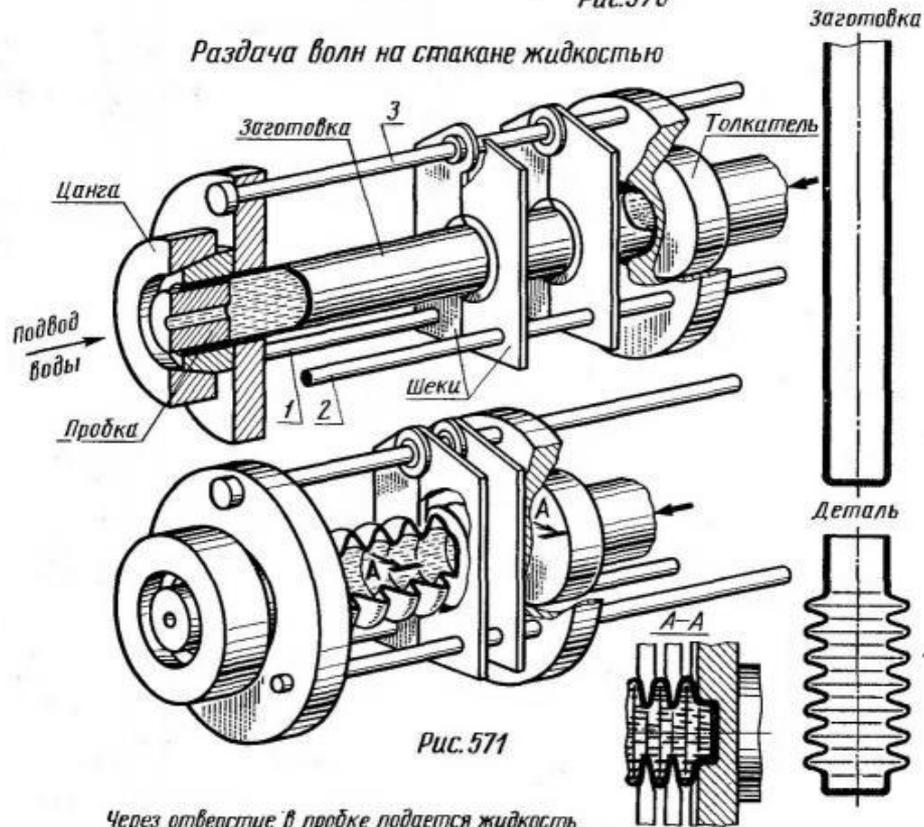
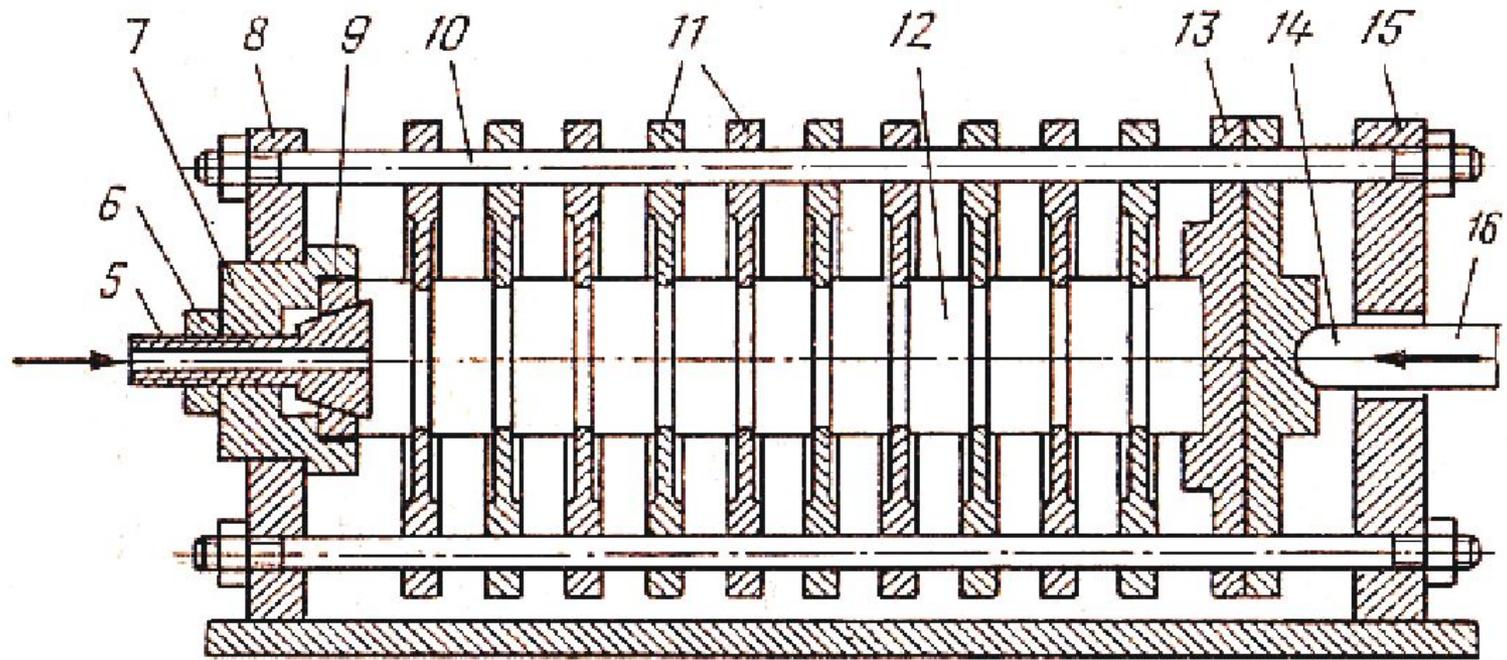
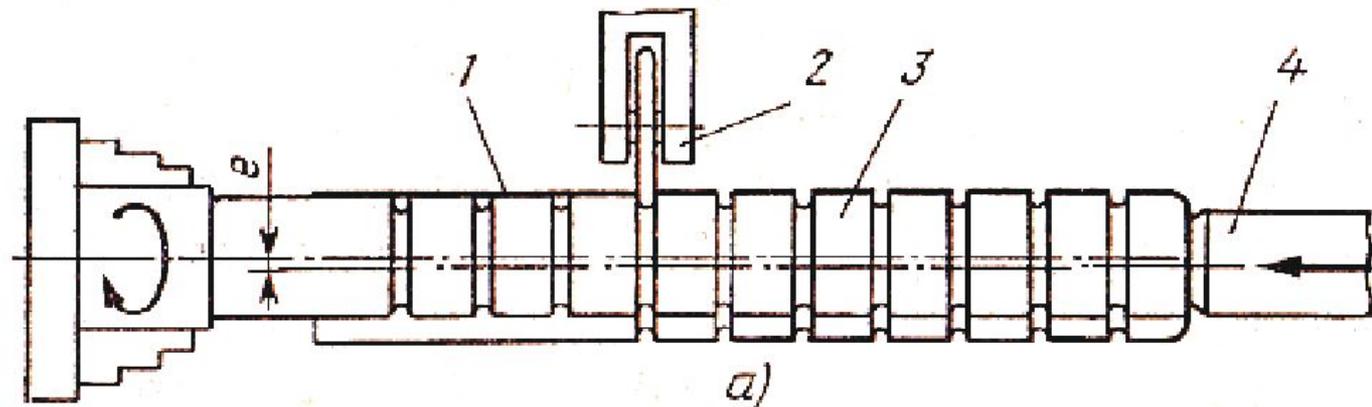


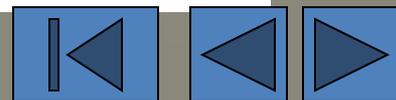
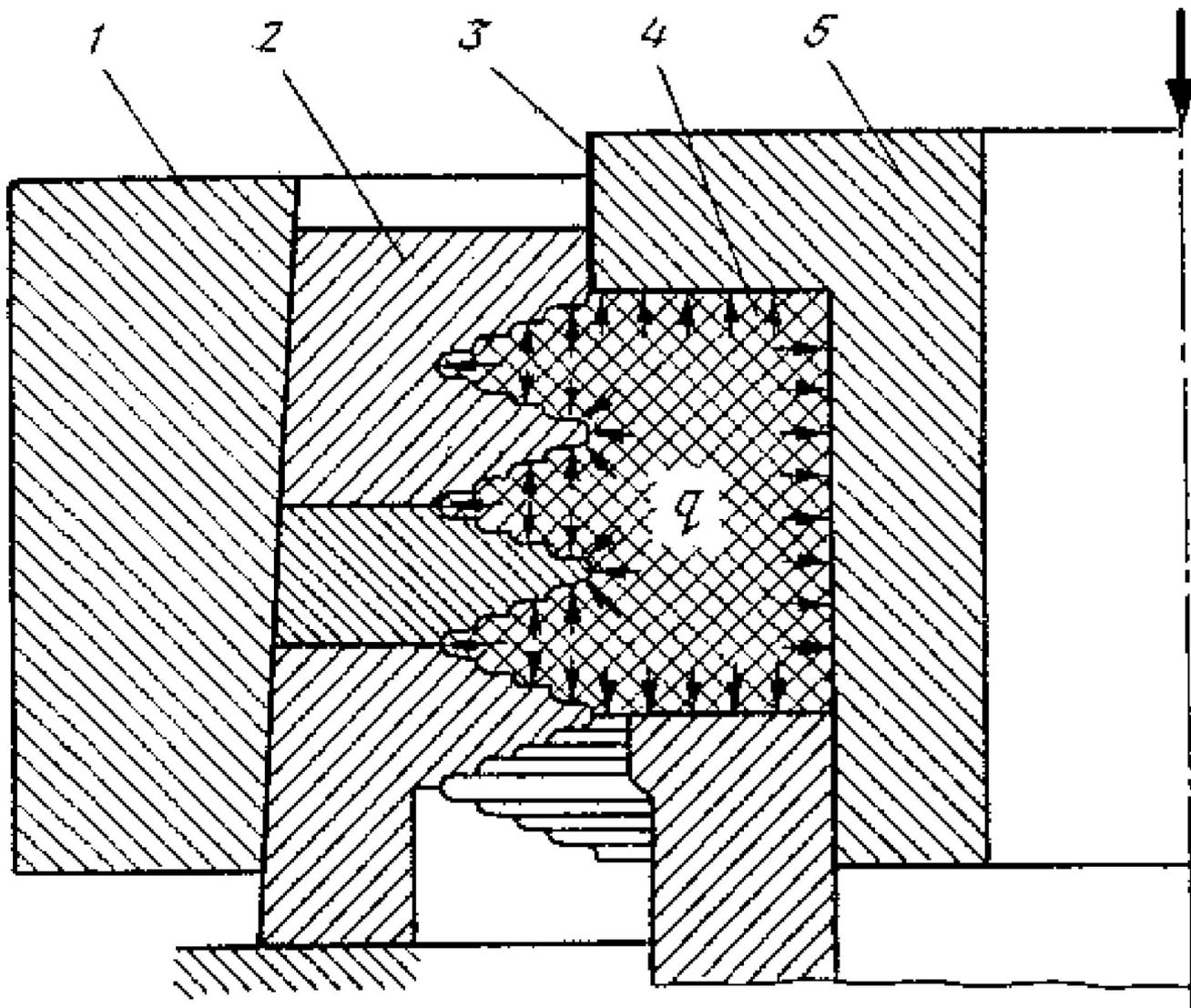
Рис. 571

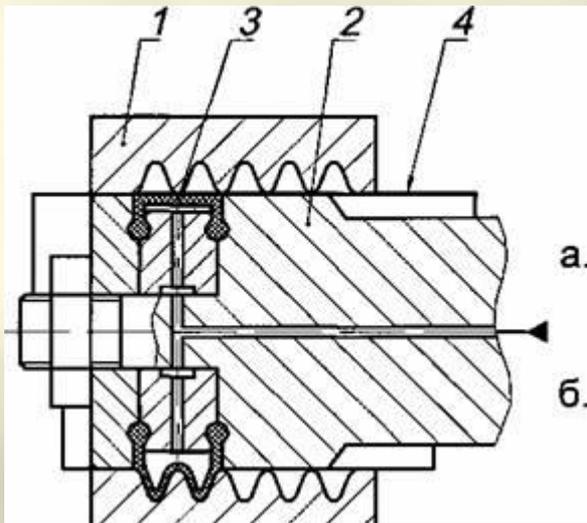
Через отверстие в пробке подается жидкость под давлением, достаточным для деформирования стенки заготовки. Действие жидкости в сочетании с действием толкателя (последний перемещается в осевом направлении и давит через фланец на дно стакана) растягивает заготовку по диаметру между щеками, сокращая ее по длине. Для удаления формованного стакана необходимо вынуть стержни 1 и 2 и раскрывать все щеки, сидящие на оси 3. Перед началом работы щеки должны быть установлены на равном расстоянии друг от друга. Число пар щек должно соответствовать числу волн.





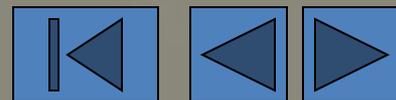
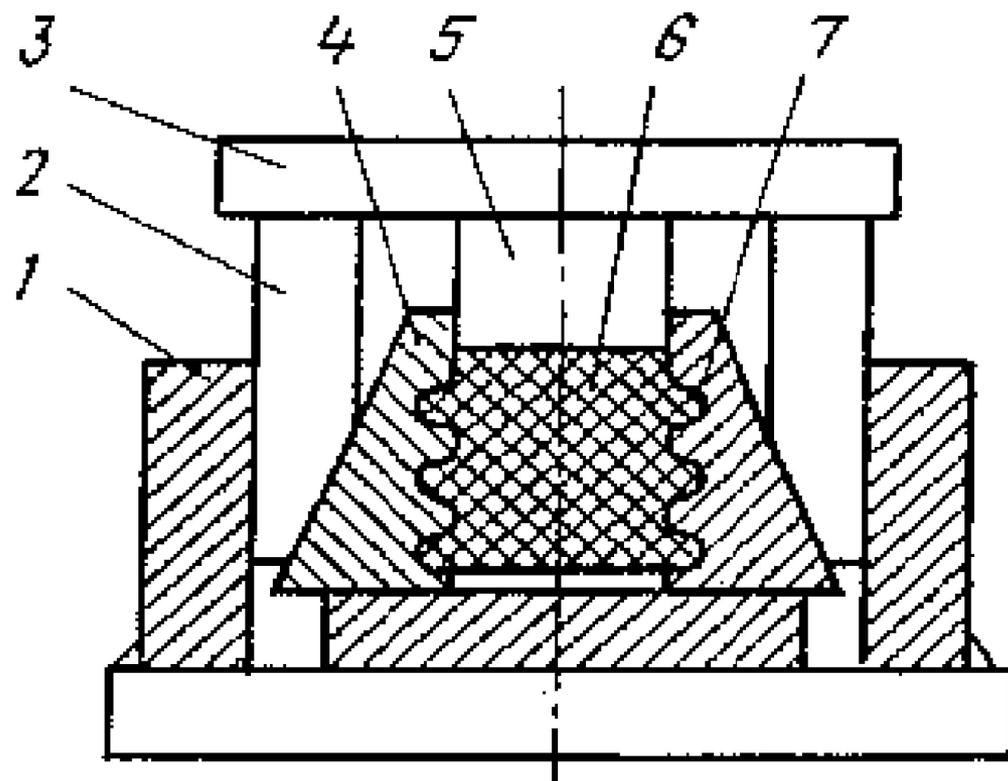
b)



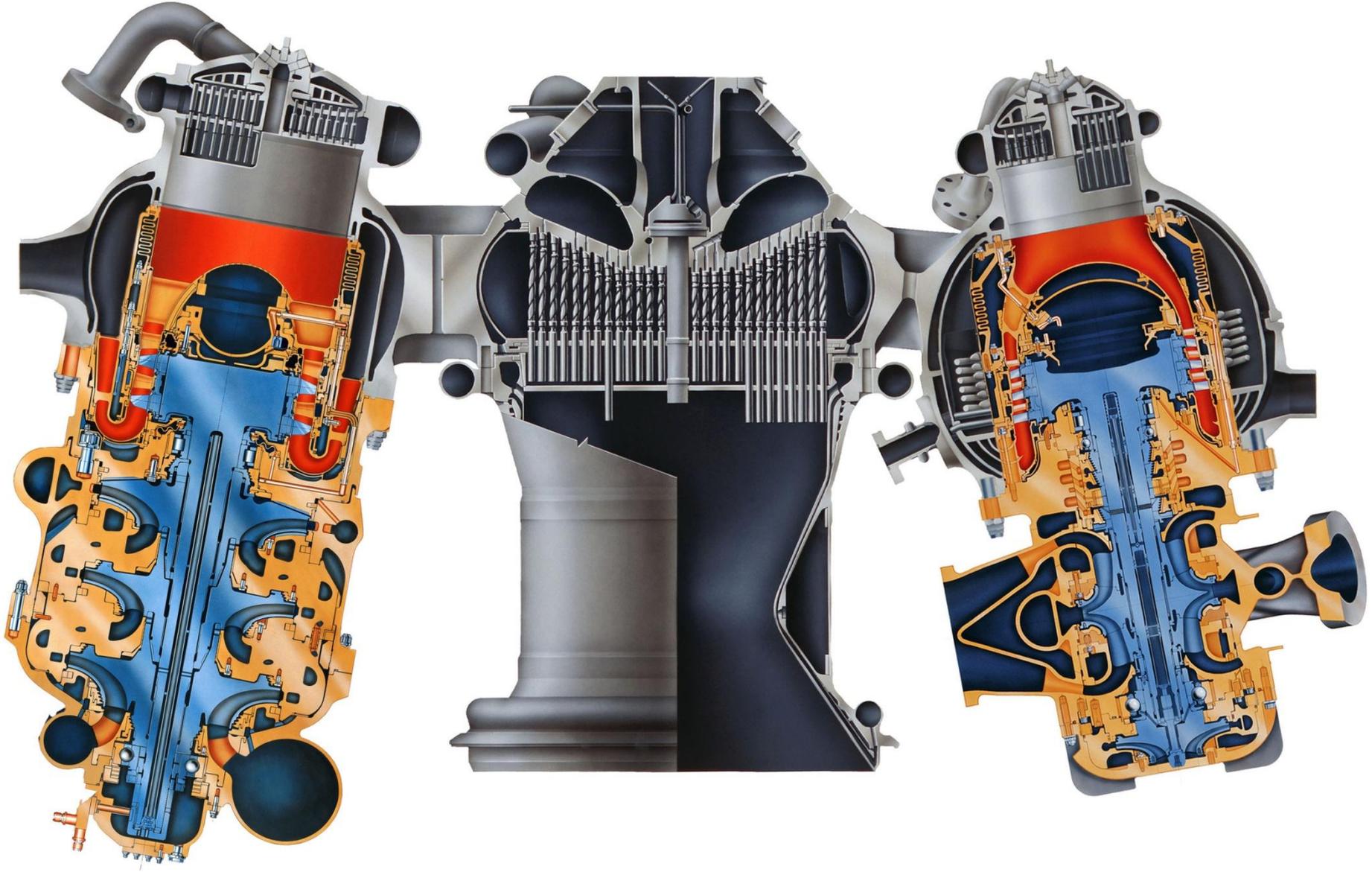


Принципиальная схема процесса последовательного метода изготовления сальфона приведена на рисунке. Устройство для его реализации) включает в себя разъемную матрицу 1, на внутренней поверхности которой выполнены выступы и впадины, повторяющие профиль будущего сальфона. В полость матрицы помещают пуансон 2, имеющий трубчатый, П - образный в сечении, формирующий элемент 3, выполненный из эластичного материала, например, резины. Внутренняя поверхность элемента 3 гидравлически связана с источником давления. На пуансон 2 надевают трубную заготовку 4 (рис. а). Затем к внутренней поверхности эластичного элемента 3 прикладывают высокое гидростатическое давление, под действием которого первоначально осуществляют одновременную формовку двух гофр на заготовке 4 (рис. б).

На следующем этапе выполняют сброс высокого гидростатического давления, перемещают пуансон 2 на один шаг будущего сальфона вправо и, вновь создавая высокое гидростатическое давление, формируют следующий гофр сальфона. При этом предыдущий отформованный гофр блокируется эластичным









**Плунжерный насос
ПН-59**

Насос-регулятор НР-59

Насос-регулятор НР-59 предназначен для топливопитания и регулирования основного контура двигателя РД-33 и подачи топлива в форсажную камеру на режимах малых расходов.

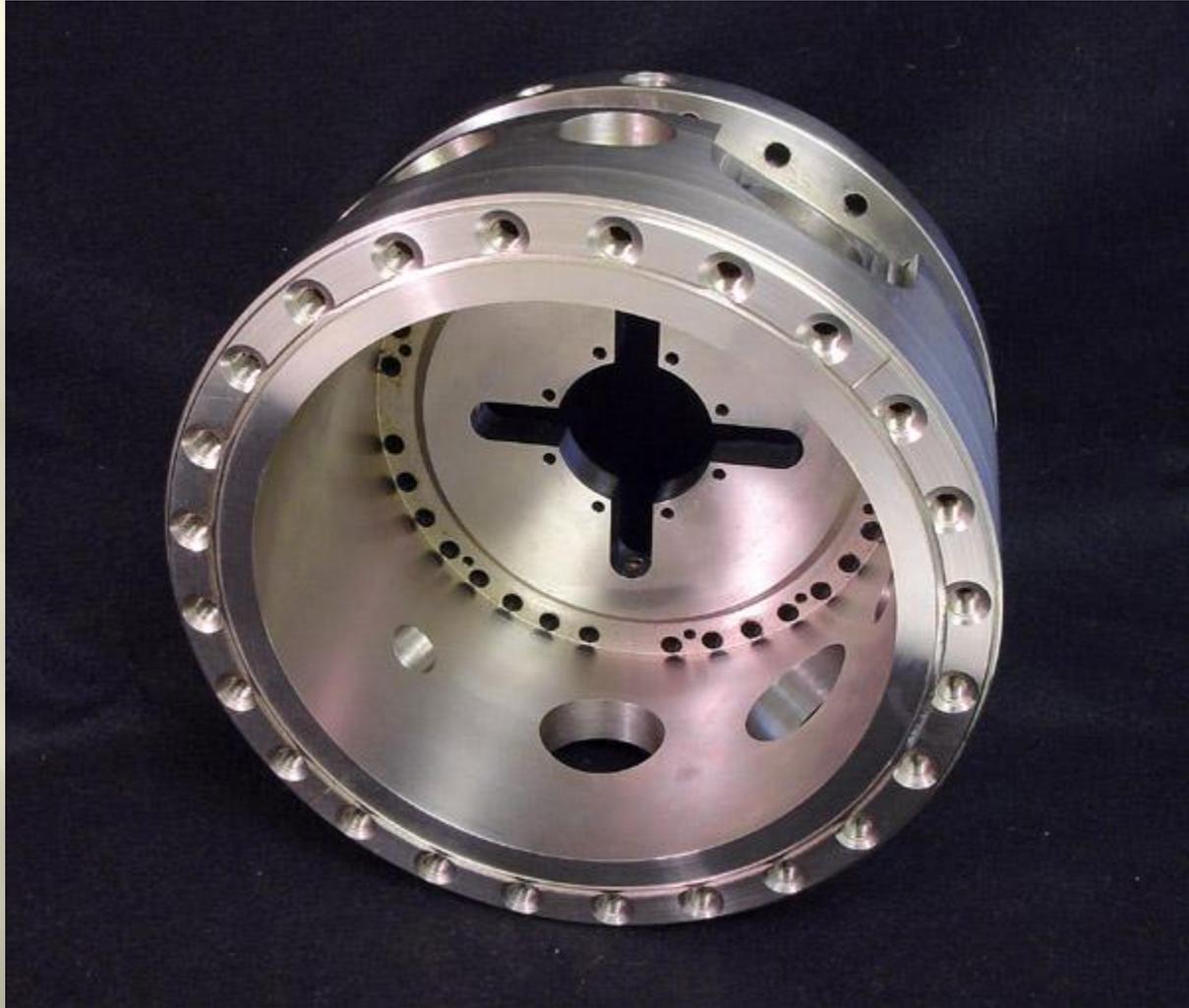


Многофункциональный командно-топливный агрегат КТА-14

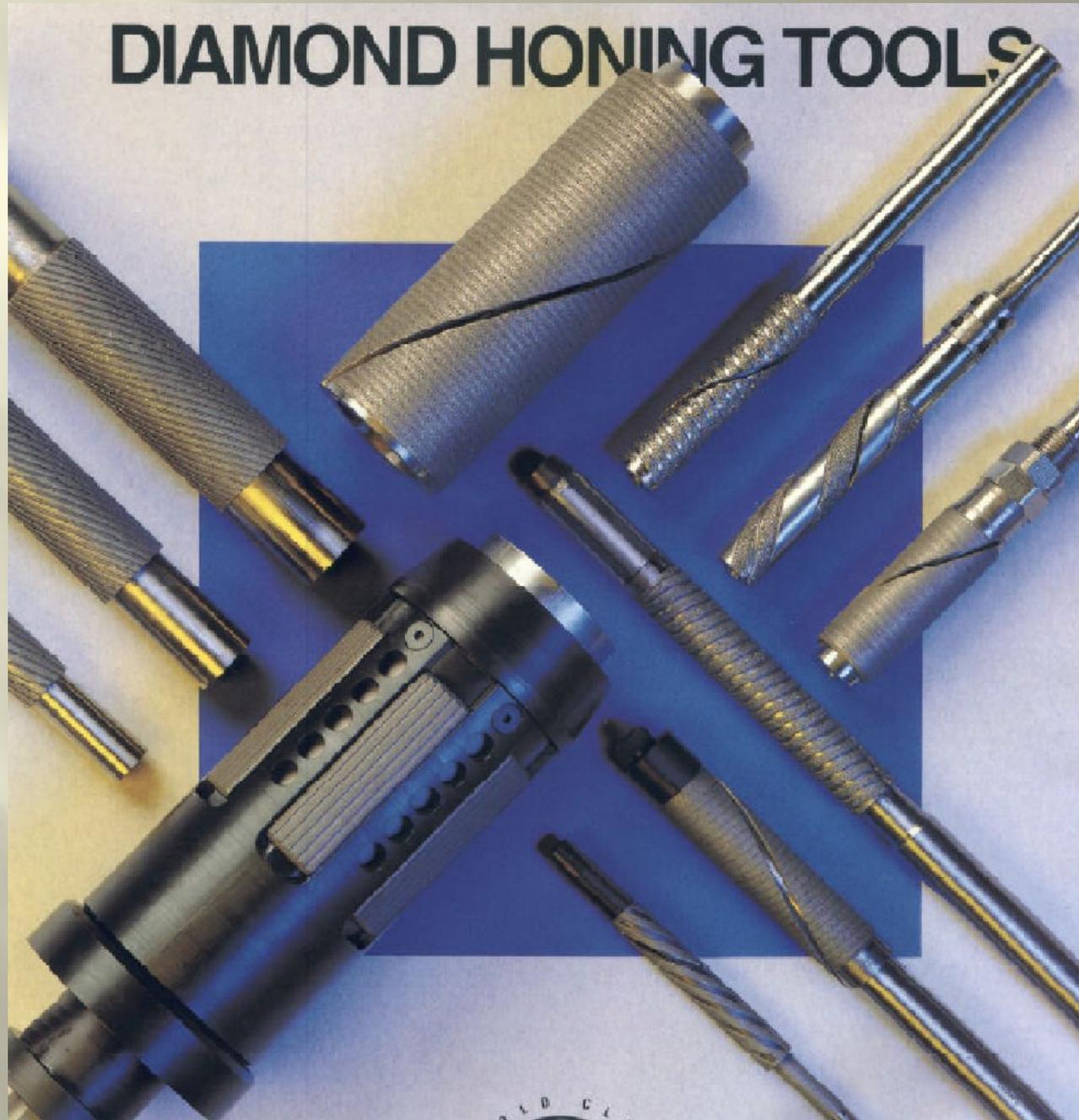
Многофункциональный
командно-топливный
агрегат КТА-14
предназначен для подачи
топлива, запуска и
автоматического
поддержания режима
работы турбовинтового
двигателя
НК-12МВ/МА/МП в
зависимости от
положения рычага
управления двигателем и
условий полета и
автоматического
всережимного
флюгирования
воздушных винтов при
каких-либо отклонениях в
работе двигателя.







DIAMOND HONING TOOLS



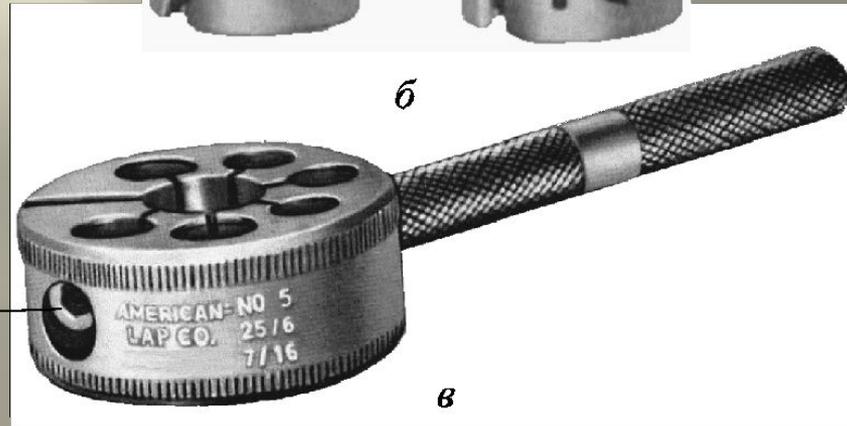
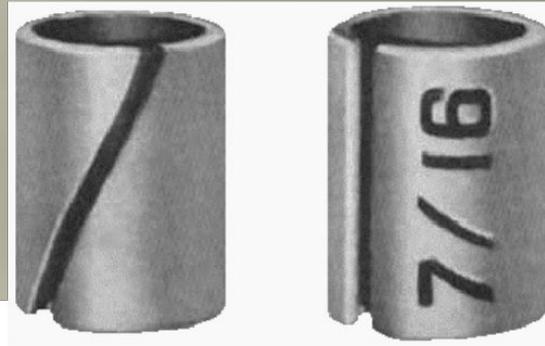
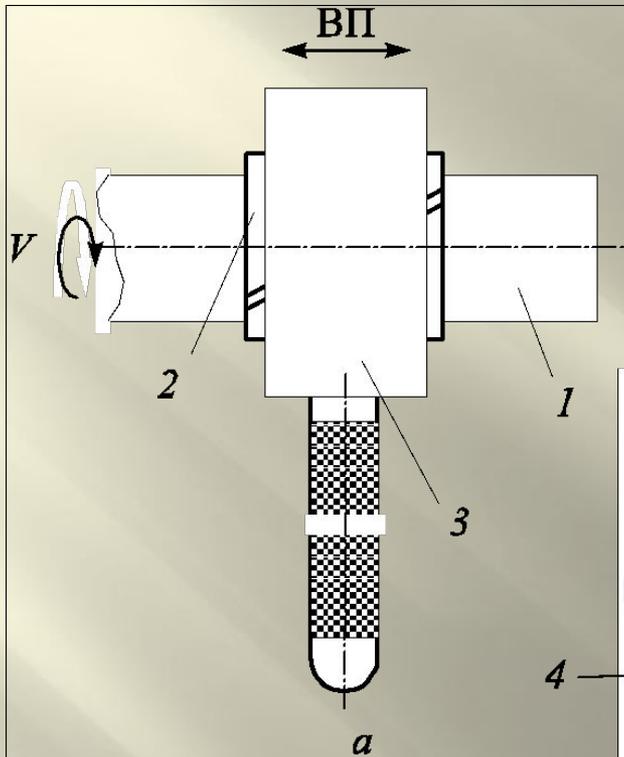
Доводка (притирка) – технологическая операция окончательной обработки рабочих поверхностей прецизионных деталей. Она обеспечивает точность обработки 5...6 квалитетов при шероховатости $Ra = 0,16...0,01$ мкм Доводка применяется для обеспечения точности и герметичности прецизионных пар трения агрегатов плунжеров, золотников гильз, повышения усталостной прочности деталей доводки поверхностей и кромок режущего инструмента, мерительного инструмента, ответственных подшипников и др

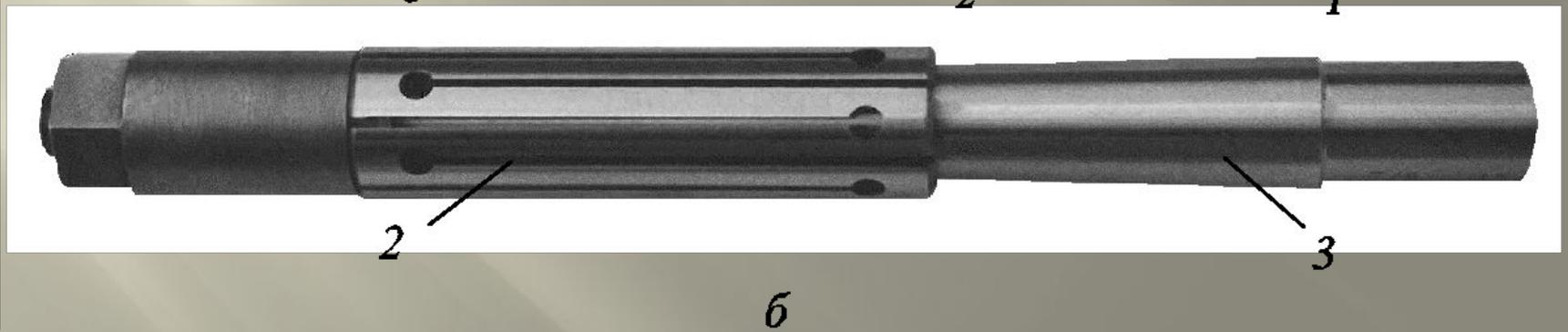
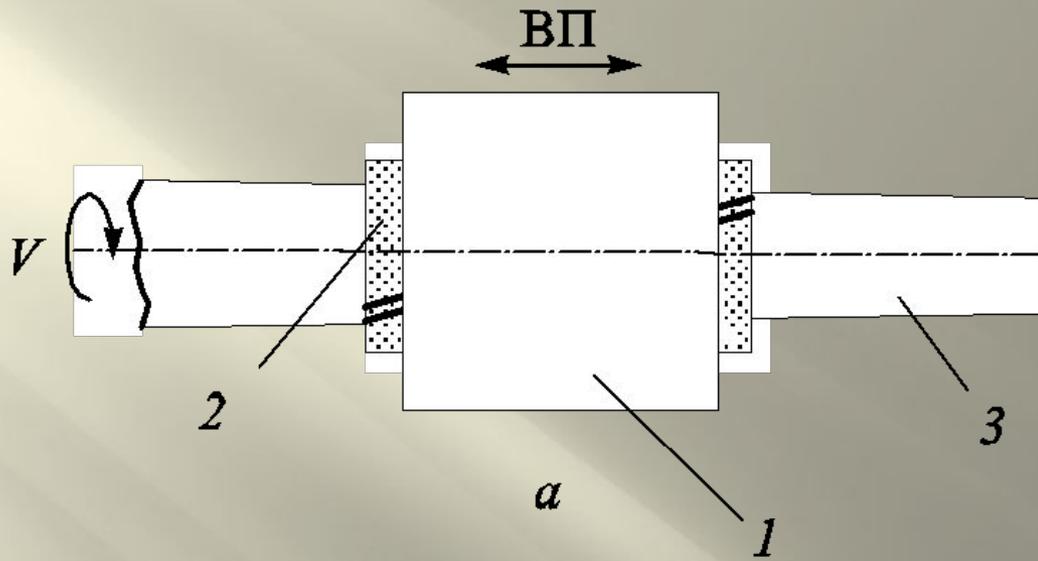
Доводка выполняется специальными инструментами притирами с использованием абразивных микропорошков с маслом или специальных паст, которые дополнительно могут содержать химически активные компоненты.

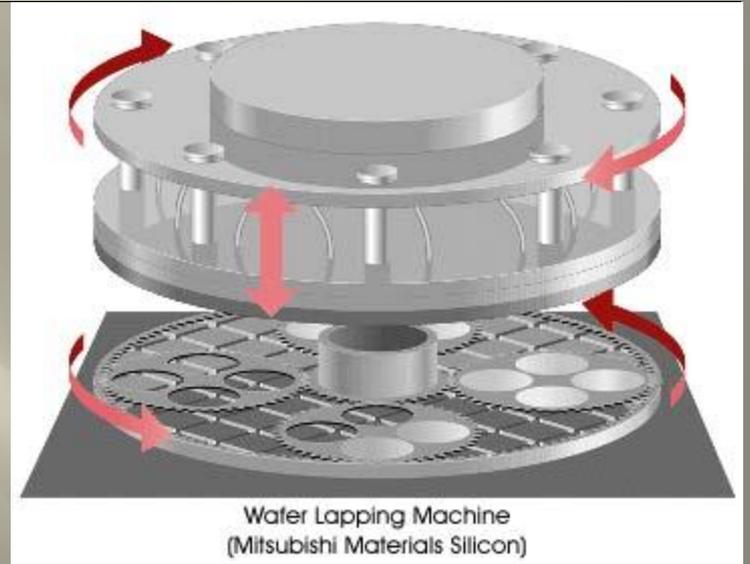
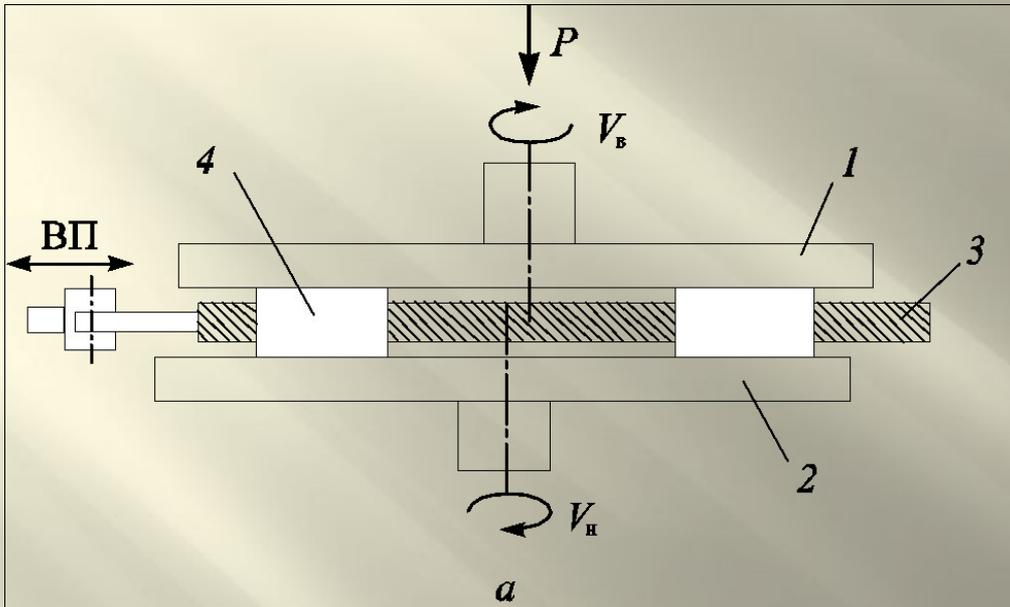
Физическая сущность процесса доводки заключается в удалении материала абразивными зернами, находящимися между поверхностями обрабатываемой детали и притира. Абразивные частицы, находящиеся между поверхностями притира и детали могут шаржировать поверхности (под шаржированием понимают механическое или адгезионное закрепление абразивных частиц на поверхности), или проскальзывая и перекатываясь перемещаться в зазоре. При наличии в притирочной пасте химически активных компонентов и поверхностно-активных веществ (олеиновая и молочная кислоты, соляно-кислый анилин, стеарин и др.) в процессе притирки на поверхности детали происходит образование рыхлых пленок и адсорбционных слоев, снижающих прочность поверхностного слоя и способствующих повышению съема металла.

Применяемые при притирке абразивные материалы подразделяют на три группы: высокой твердости (свыше 7 баллов по шкале Мооса) - электрокорунд, карбокорунд, карбид кремния, карбид бора, кубический нитрид бора (КНБ), алмаз; средней твердости (5...7 баллов по Моосу) - полевой шпат, гранат, пемза, окись хрома; низкой твердости (менее 5 баллов по Моосу) - мел, тальк, каолин, венская известь, доломит, трепел.

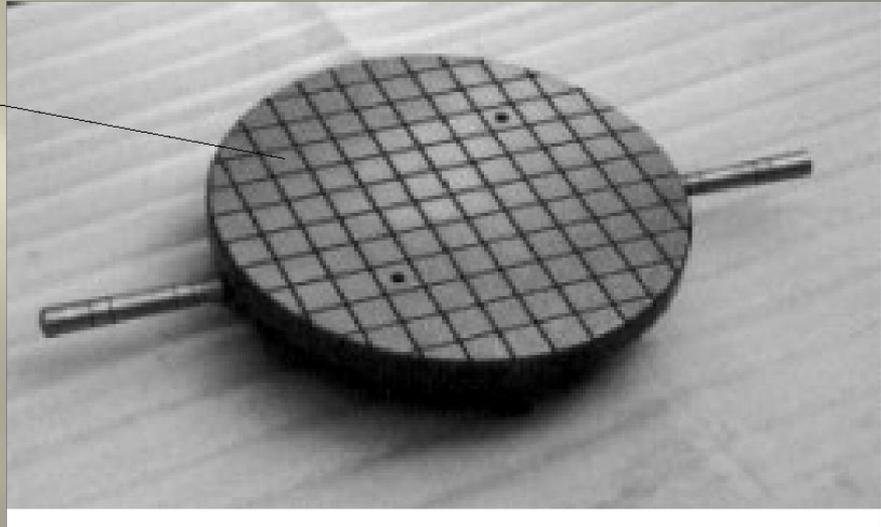
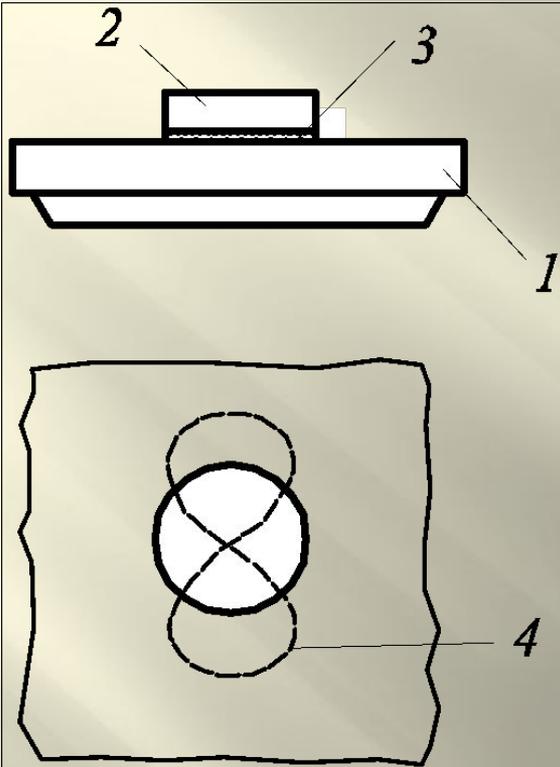
В качестве материалов притиров используют чугун, латунь, медь, капрон, текстолит, стекло, дерево и др. Сравнительно недавно при изготовлении притиров начали использовать наполненные абразивом пластики, и наносить на рабочие поверхности алмазные покрытия различной дисперсности. Такие притиры работают без вводимой извне абразивной среды и обеспечивают большую стабильность процесса доводки. Применяют также предварительное шаржирование притиров абразивными зёрнами. Важной характеристикой притира является его способность сохранять форму (иметь минимальный износ). Наиболее часто для изготовления притиров используют чугун, например СЧ-15-37. Это обусловлено его металлургической структурой содержащей поры и участки с малой твердостью создающие условия для шаржирования поверхности абразивными частицами и удержания смазки. Твердые компоненты чугуна способствуют сопротивлению абразивному износу. Перечисленное обеспечивает значительно больший съём обрабатываемого материала, чем износ притира. К рабочим поверхностям притиров предъявляются высокие требования по точности и шероховатости поверхностей ($Ra < 0,4$ мкм). В настоящее время для изготовления притиров чаще стали применять пластмассы, в частности, АСТ-Т, акрилат СХЭ-2, капрон и др., которые характеризуются высоким сопротивлением изнашиванию, хорошей шаржируемостью, достаточной прочностью и относительно низкой стоимостью.

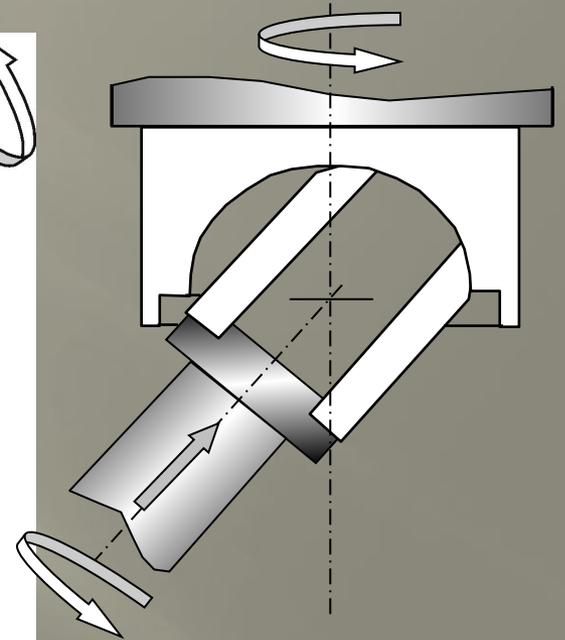
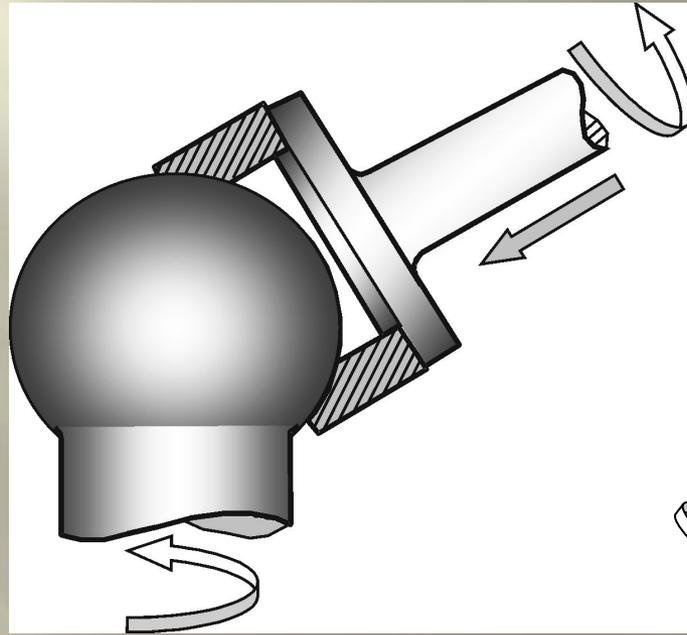
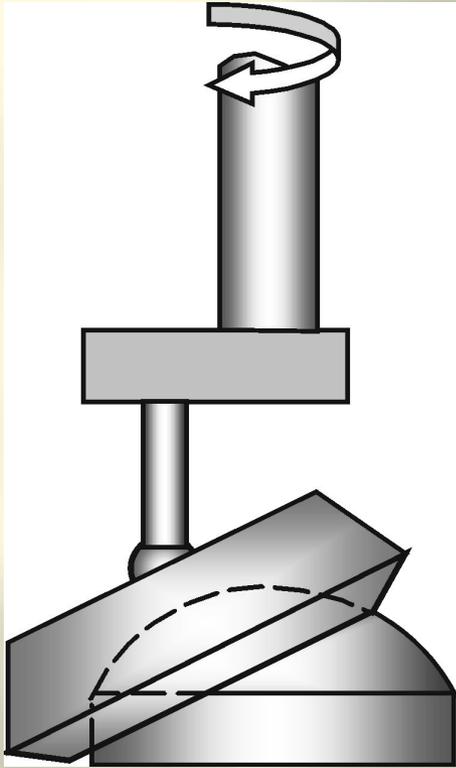






б





Доводку осуществляют в одну или несколько (2...4), операций с изменением пасты и режимы работы. Различают следующие операции притирки: грубая - с применением шлифпорошков зернистостью 63/50...40/28, при которой обеспечивается шероховатость обработанной поверхности $Ra=0,80...0,40$ мкм; предварительная - с применением микропорошков зернистостью 28/20...14/10 и шероховатостью обработанной поверхности $Ra=0,2...0,1$ мкм; чистовая - шероховатость обработанной поверхности $Ra < 0,1$ мкм.

Предварительная доводка производится с помощью относительно мягкого притира (чугуна, бронзы, латуни, красной меди, пластика, дерева) и твердых абразивов с зернистостью M28, M20, M14, M10 и др.. Абразивы легко шаржируют мягкие притиры, что обеспечивает высокую производительность. Для чистовой доводки иногда используют твердые притиры, например, из стали, стекла и «мягкие» абразивы типа венской извести, окиси хрома, окиси железа. Выбор типа абразива зависит от твердости и физико-химических свойств обрабатываемого материала.

Промышленностью выпускаются специальные доводочные пасты. Пасты состоят из абразивного порошка, связующих и поверхностно-активных веществ (основы). В качестве основы используются вещества, смываемые водой (В), органическими растворителями (О), водой и органическими растворителями (ВО). Водорастворимые пасты рекомендуются в тех случаях, когда недопустимо применение огнеопасных жидкостей для промывки обработанных изделий.

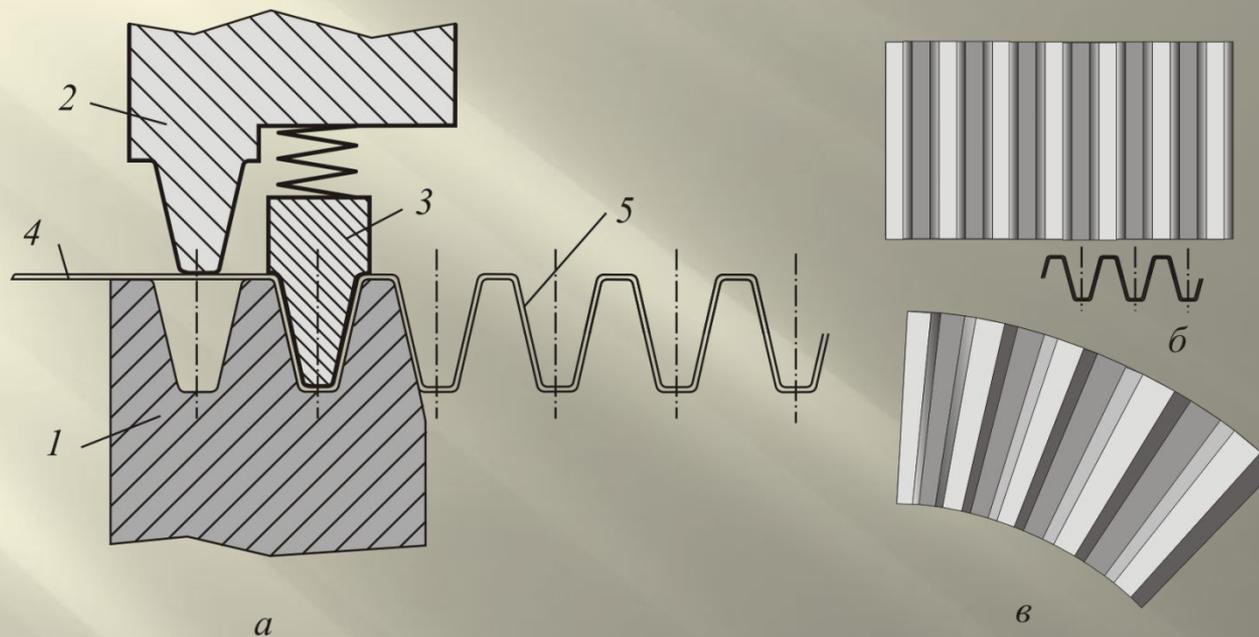
Пасты, смываемые органическими растворителями (керосином, бензином, спиртом и пр.), рекомендуются для обработки металлов. По мере надобности их можно разбавлять индустриальными маслами, керосином или их смесью.

По консистенции пасты бывают мазеобразными (М) и твердыми (Т). Мазеобразные пасты расфасовывают в тюбики или шприцы, а твердые - в футляры. Пасты могут быть нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) концентрации (табл.).

Зернистость	Содержание абразива в % по массе		
	Н	П	В
63/50	8	20	40
50/40			
60/40			
40/28			
28/20	6	15	30
20/14			
14/10			
10/7	4	10	20
7/5			
5/3			
3/2	2	5	10
2/1			
1/0			

Последовательность операций	Точность обработки, мкм	Шероховатость поверхности, Ra, мкм	Размер зерен абразива, мкм	Удаляемый припуск, мкм
Одна операция	3,0...5,0	0,08...0,16	40/28, 28/20	30...50
Две операции: - предварительная - окончательная	1,0...2,0	0,04...0,08	40/28, 28/20 20/14	35...60 30...50 5...10
Три операции: - предварительная - промежуточная - окончательная	0,2...0,5	0,02...0,04	40/28, 28/20 20/14 14/10	37...63 30...50 5...10 2...3
Четыре операции - предварительная -1 промежуточная -2 промежуточная - окончательная	0,1...0,2	0,006...0,02	40/28, 28/20 20/14 10/7 5/3	37,5...64 30...50 5...10 2...3 0,5...1

Материал	Тип абразива	Размер абразивных зерен, мкм				
		100/80	80/63	45/38	14/10	5/3
Закаленная сталь HRC 60	Al ₂ O ₃	0,5	0,32	0,1	0,03	0,02
	КНБ	1,25	0,67	0,32	0,15	0,05
Сталь HRC 32	Al ₂ O ₃	1,25	0,63	0,2	0,05	-
	КНБ	2,5	1,25	0,63	0,4	0,12
Чугун	SiC	0,75	0,5	0,15	0,08	0,08
Бронза	SiC	2,0	1,25	0,32	0,05	0,02
Твердый сплав	Алмаз	0,63	0,5	0,18	0,08	0,03
Керамика	Алмаз	1,25	1,0	0,5	0,32	0,25



Гибка гофров: а - базовая схема гибки; б - цилиндрические гофры; в - конические гофры; 1 - матрица; 2 - гибочный пуансон; 3 - пружинный пуансон; 4 - заготовка (лента) 5 - гофра

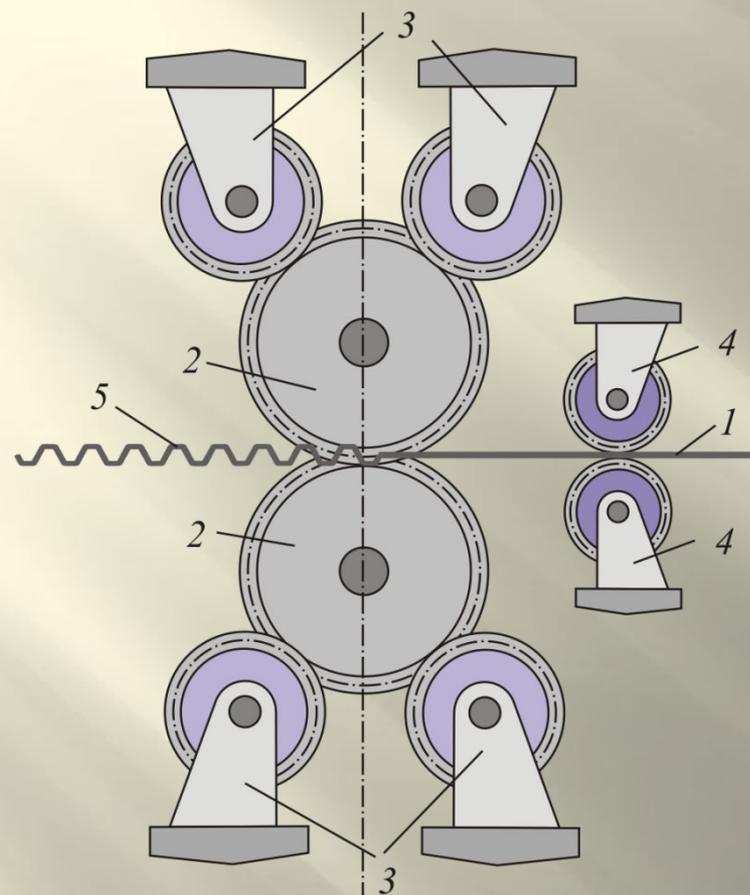


Схема прокатки гофрированных элементов на профилированных валках: 1 - заготовка (лента); 2 - профилированные формующие валки; 3 - поддерживающие валки; 4 - подающие валки; 5 - гофра



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов





«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов

Методы поверхностного упрочнения



«МАТИ»-Российский Государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского



Кафедра: Технология производства двигателей летательных аппаратов

**Спасибо за
внимание**