

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

В.Р.Каргин, Б.В.Каргин

Прессование

Презентация курса лекций

САМАРА
2012

Авторы: **Каргин Владимир Родионович,**
Каргин Борис Владимирович

Каргин, В. Р. Прессование [Электронный ресурс] : презентация курса лекций / В. Р. Каргин., Б. В. Каргин; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые дан. (16,12 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

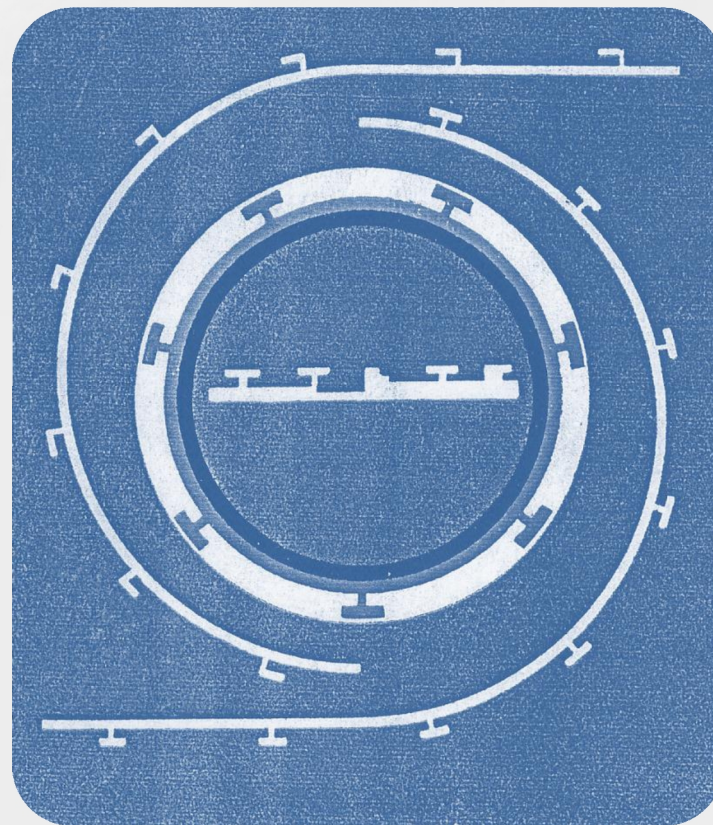
Рассмотрены основные положения теории прессования, курс лекций включает 4 раздела. Предназначено для студентов, обучающихся на инженерно-технологическом факультете по направлению подготовки 150400.68 «Металлургия» в рамках базовой магистерской программы «Инновационные технологии получения и обработки материалов с заданными свойствами» по дисциплине «Технологии и оборудование инновационных процессов деформирования» в семестре В.

Разработано на кафедре ОМД.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

Тема лекции

ПРЕССОВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ



За последние годы за рубежом и в отечественном машиностроении, особенно в самолетостроении, начали широко применять монолитные прессованные панели, представляющие собой листы, изготовленные за одно целое с продольными элементами жесткости – стрингерами.

Использование монолитных панелей в конструкциях самолетов имеет существенные преимущества, заключающиеся в следующем:

- монолитные панели на 15-20% легче клепаных. Поскольку в современных самолетах масса панелей составляет около 50% всей массы крыла, то при прочих равных условиях масса крыла, собранного из монолитных панелей, на 7-10% меньше, чем собранного из клепанных узлов;
- повышается прочность, выносливость и долговечность, а следовательно, и эксплуатационные ресурсы и надежность самолета.

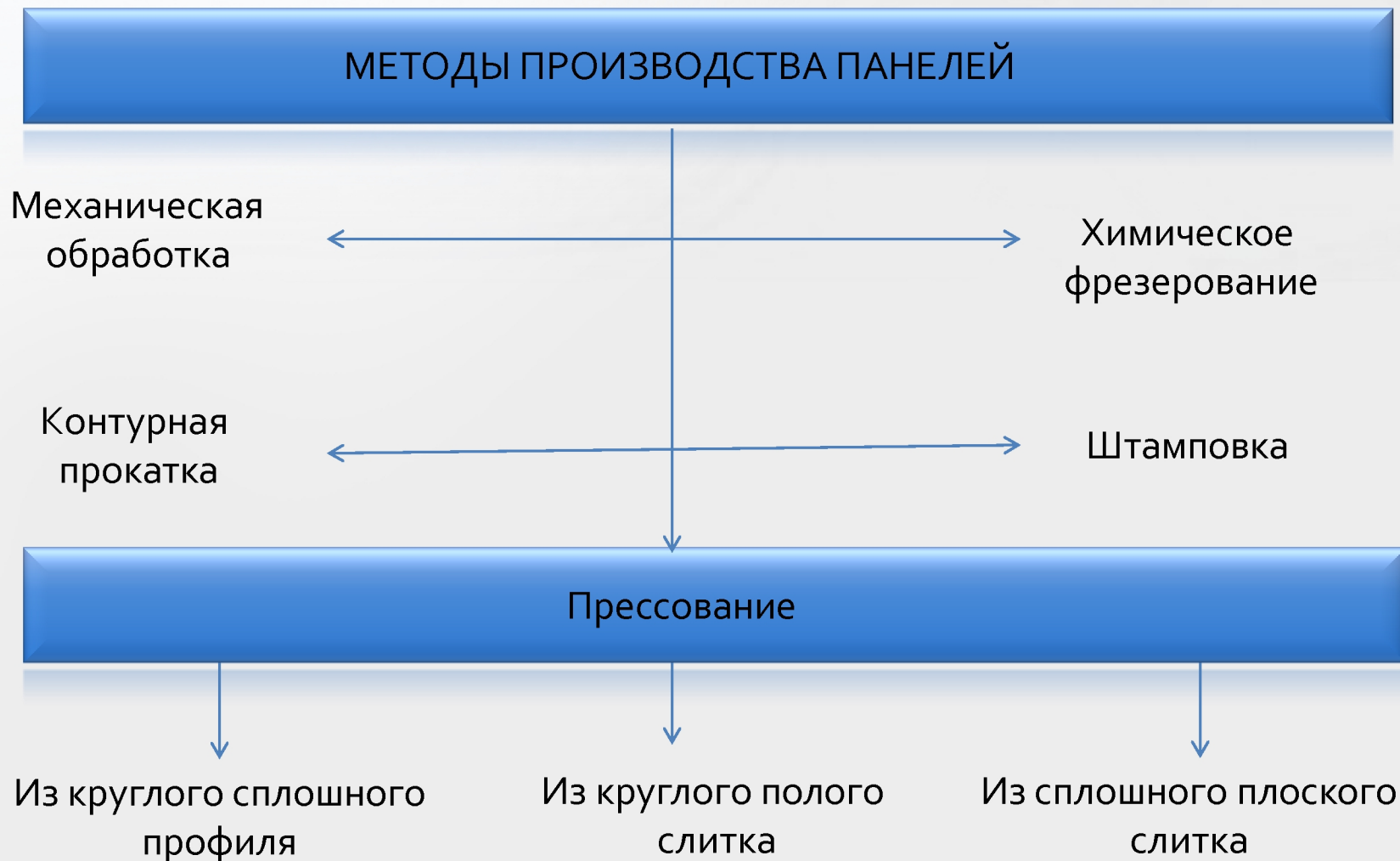
Это достигается благодаря значительному уменьшению количества концентраторов напряжений в монолитных панелях. Выносливость крыльев из прессованных панелей в 2-3 раза выше, чем из клепанных.

Вследствие сокращения в 3-5 раз количества продольных швов значительно повышается герметичность крыла, что особенно важно при расположении в нем топливных отсеков.

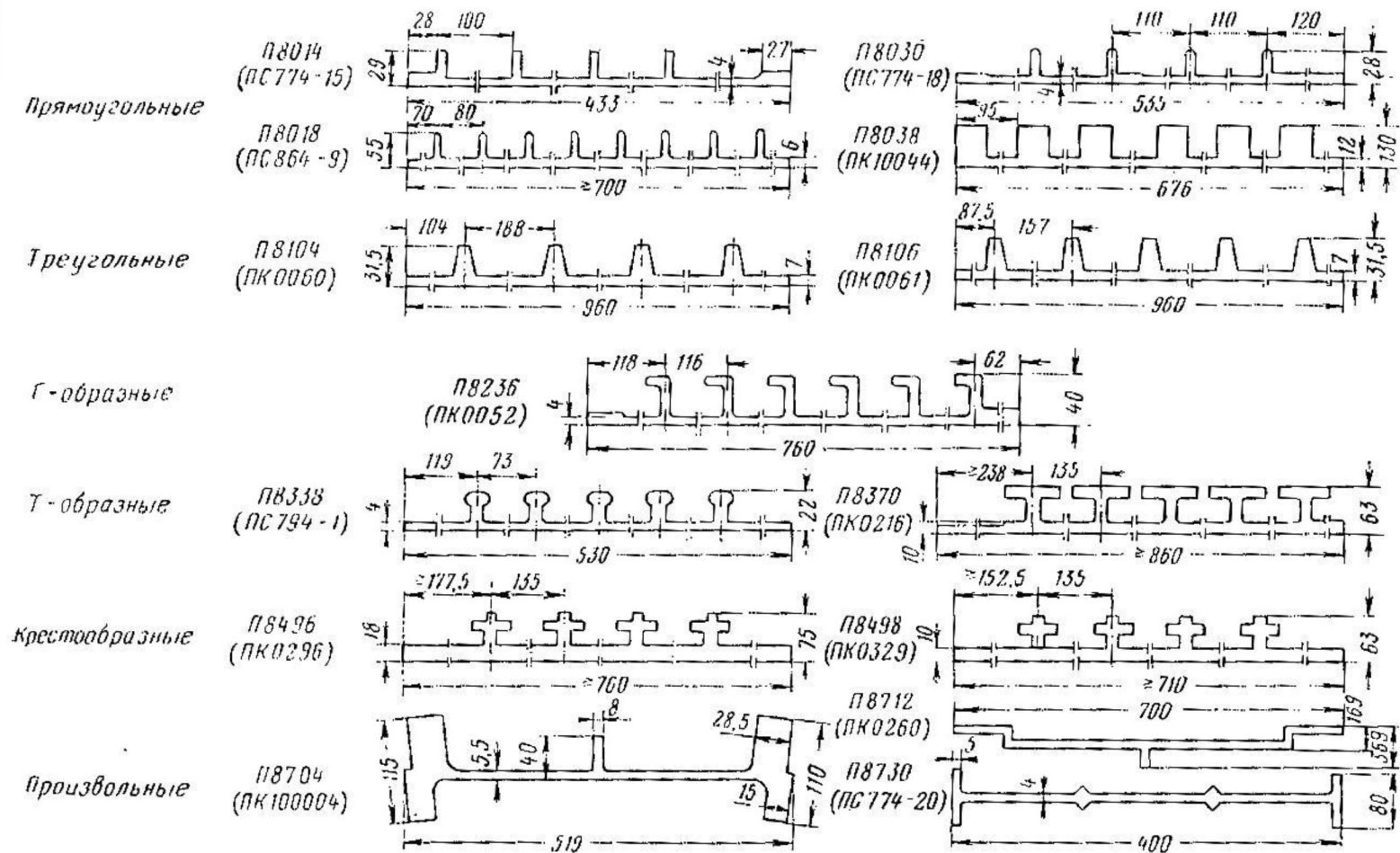
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Области использования панелей

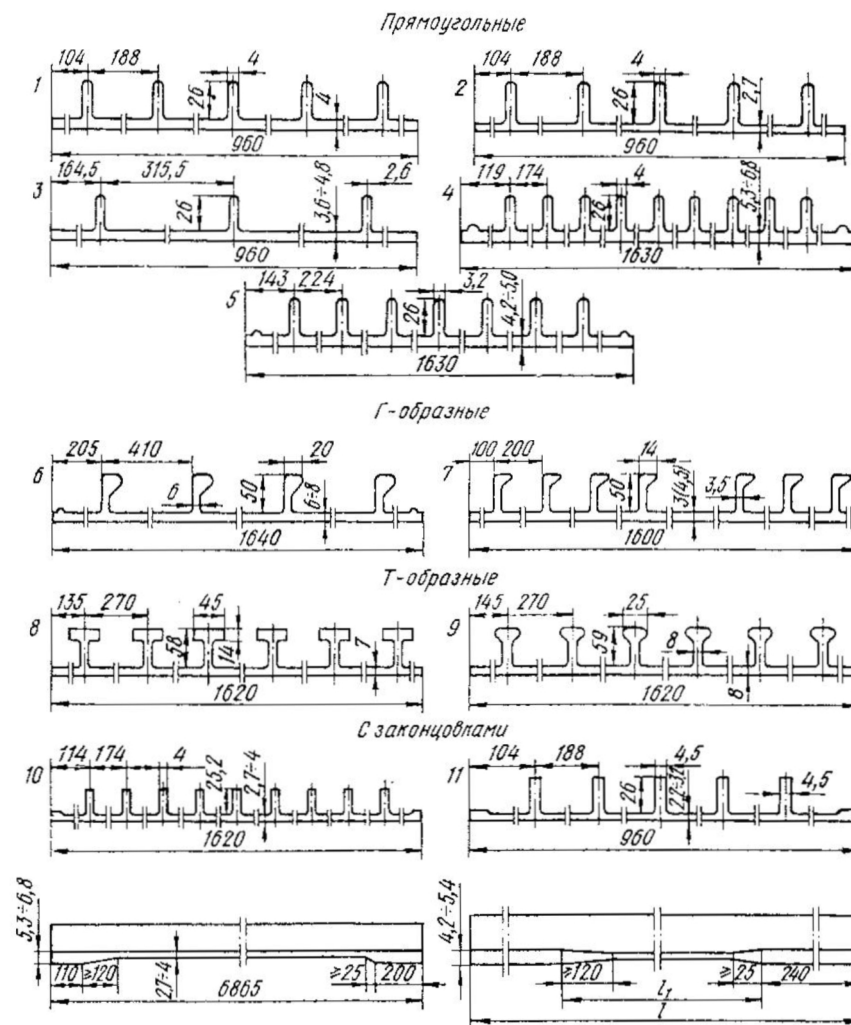




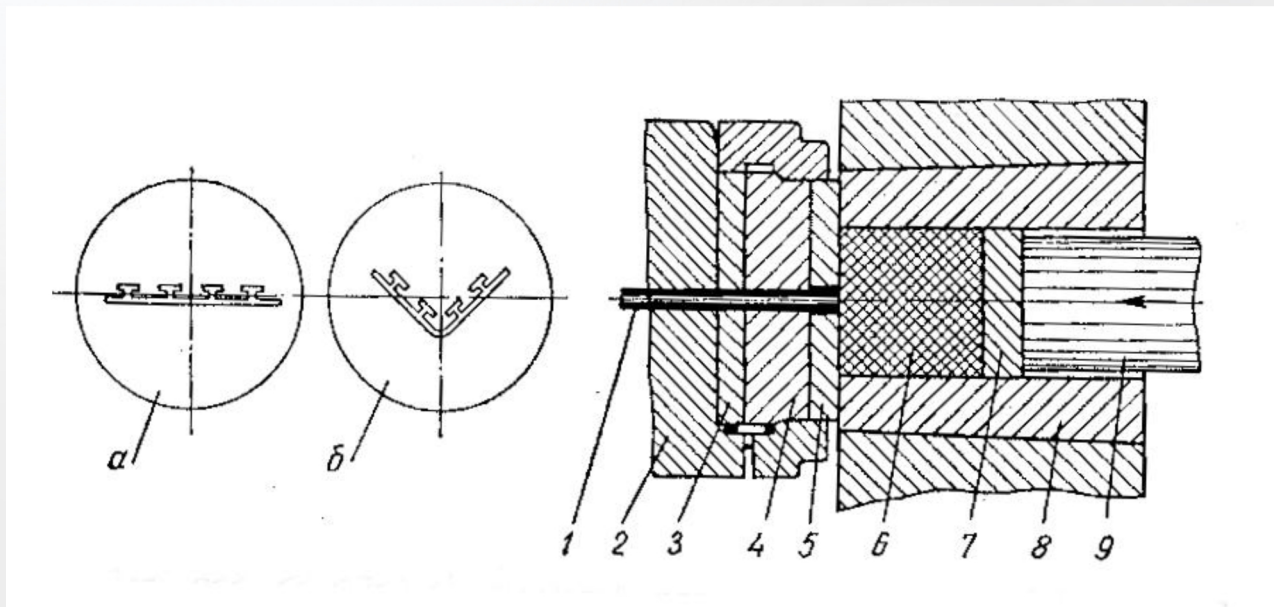
ПАНЕЛИ, ПРЕССУЕМЫЕ ИЗ ПЛОСКОГО КОНТЕЙНЕРА



ПАНЕЛИ, ПРЕССУЕМЫЕ В ВИДЕ РЕБРИСТЫХ ТРУБ



ПРЕССОВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ ИЗ КРУГЛОГО СПЛОШНОГО СЛИТКА



1- направляющая; 2 – мундштук; 3 – опорное кольцо, 4 – подкладной диск;
5 – матрица; 6 – слиток, 7 – прессшайба, 8 – контейнер, 9 – прессштемпель.

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

**МАКСИМАЛЬНЫЕ ШИРИНА, ПЛОЩАДЬ СЕЧЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ
И КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫТЯЖКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ
ПРЕССОВАНИЯ**

Усилие пресса T	Диаметр контей- нера, мм	Прессование в плоской форме			Прессование в V-образной форме		
		ширина панели мм	площадь сечения панели см ²	коэффи- циент вы- тяжки	ширина панели мм	площадь сечения панели см ²	коэффи- циент вы- тяжки
5000	360	330	26—50	20—39	560	45—90	11—22
	500	460	37—74	27—53	780	70—120	16—28
12 000	500	460	37—74	27—53	780	70—120	16—28
	650	590	47—95	35—70	1000	80—160	21—41
	800	740	65—120	42—78	1100 *	100—190	26—50
20 000	800	740	65—120	42—78	1300	120—220	22—42
	1100	1000	125—250	38—76	1500 **	150—300	31—63

ПРЕССОВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ПЛОСКОГО КОНТЕЙНЕРА

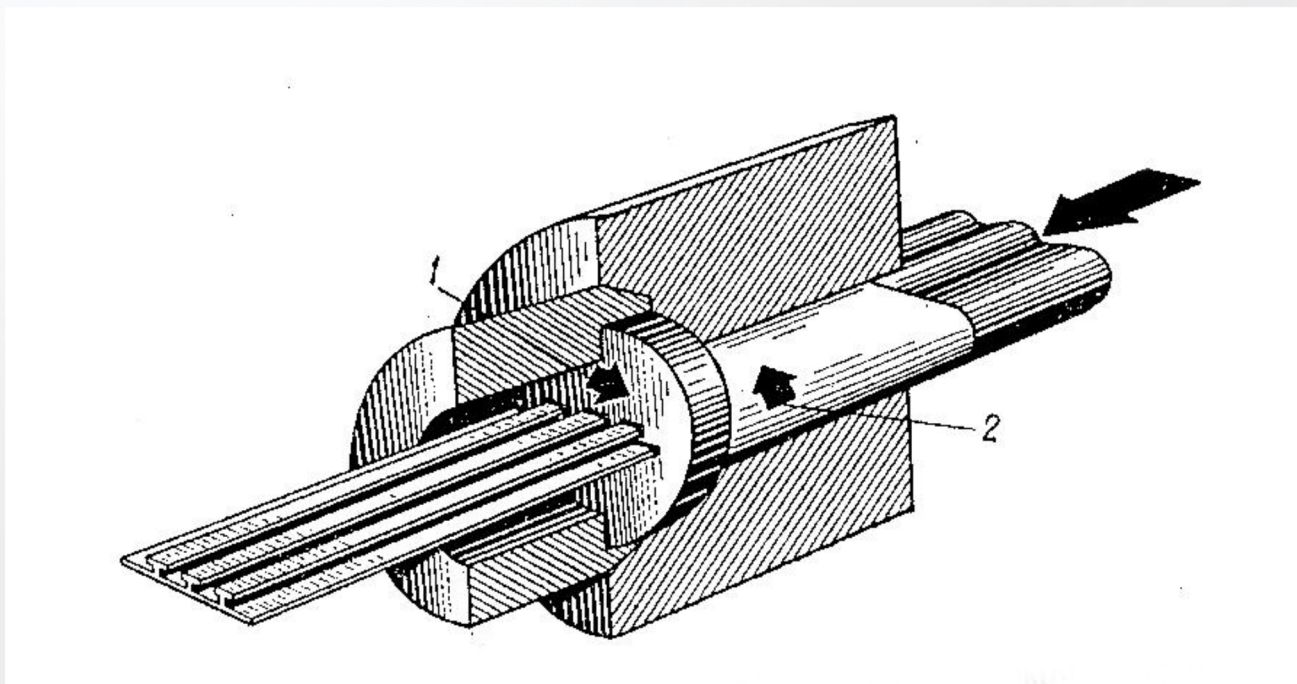
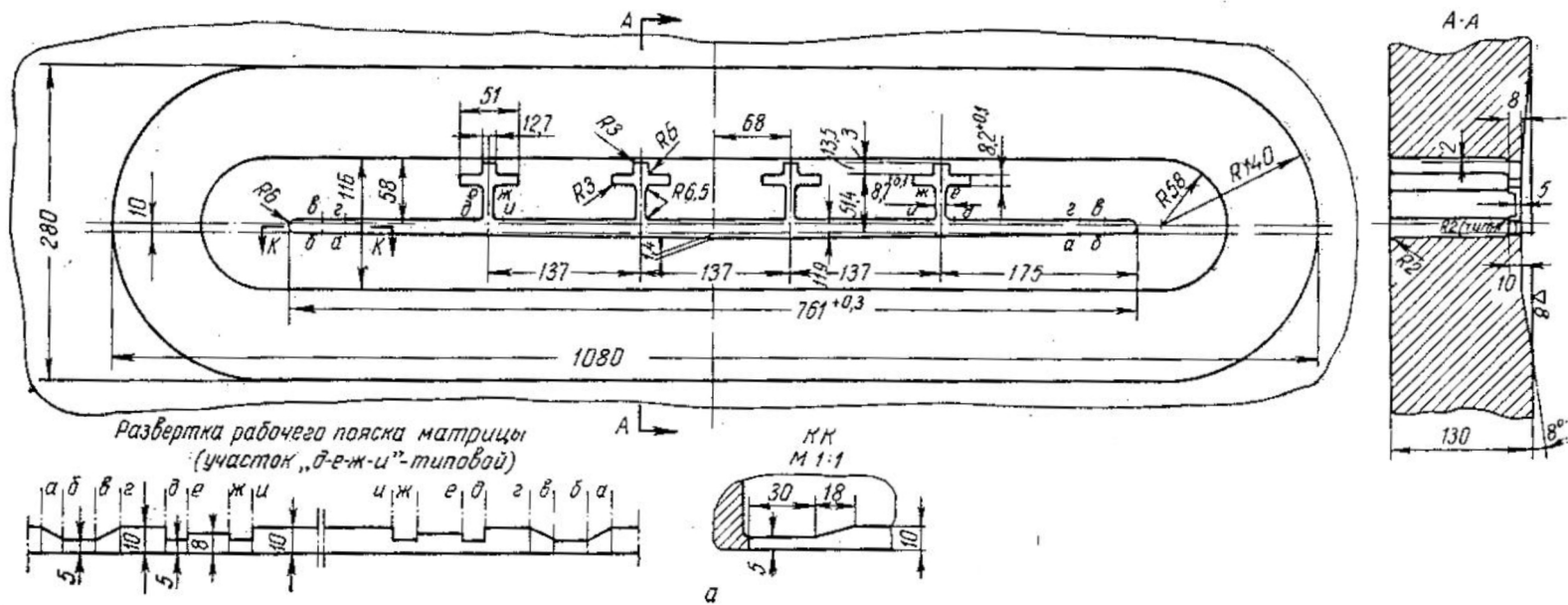


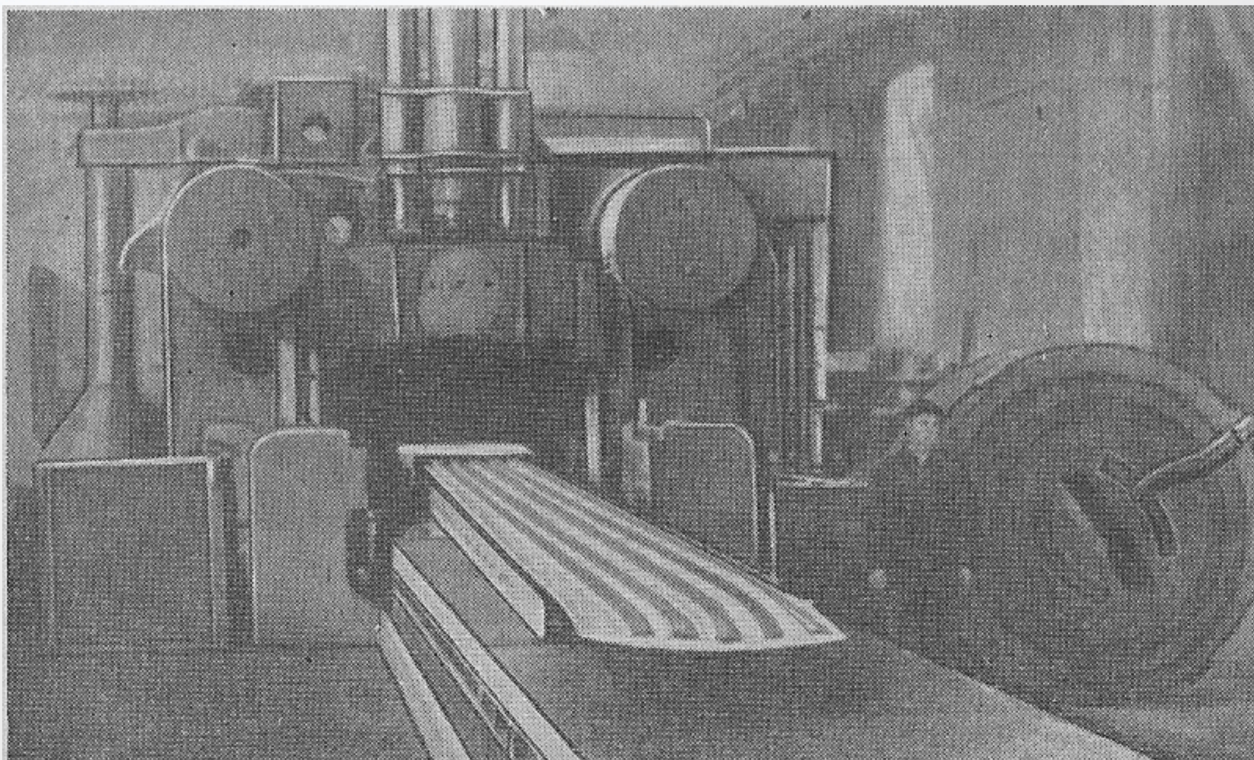
Схема прессования панелей из плоского контейнера:

1 – матрица, 2 – слиток.

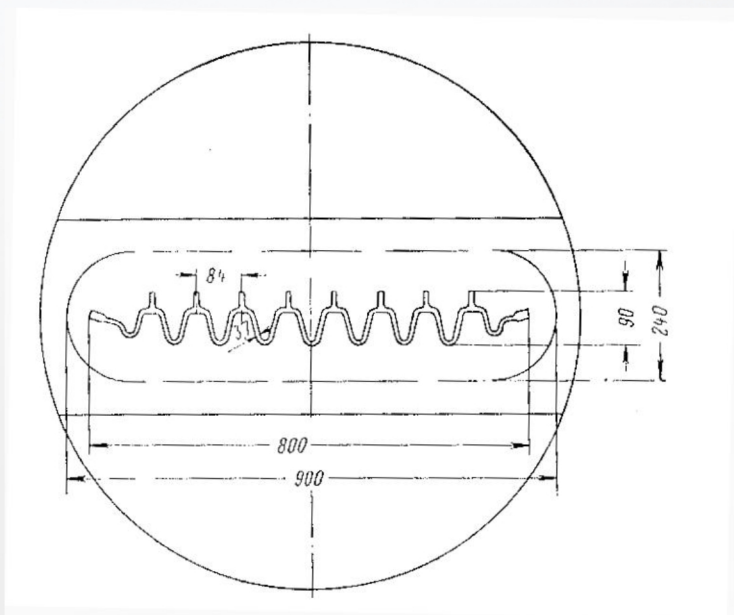
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



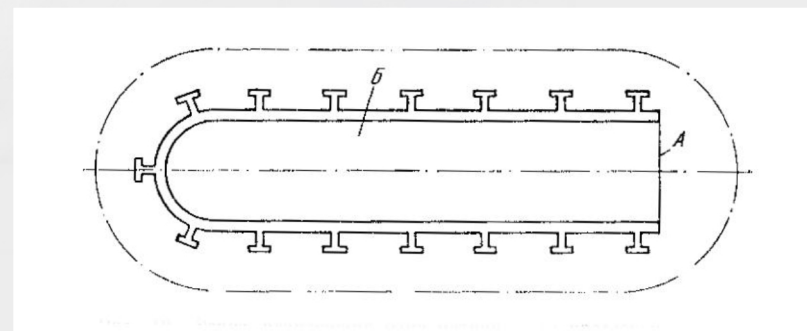
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



Прессование панели из плоского контейнера на прессе усилием 12 000 т



Эскиз матрицы для прессования заготовки
для панели из плоского контейнера



Эскиз размещения очка матрицы для
прессования заготовки для панели в
канале плоского контейнера

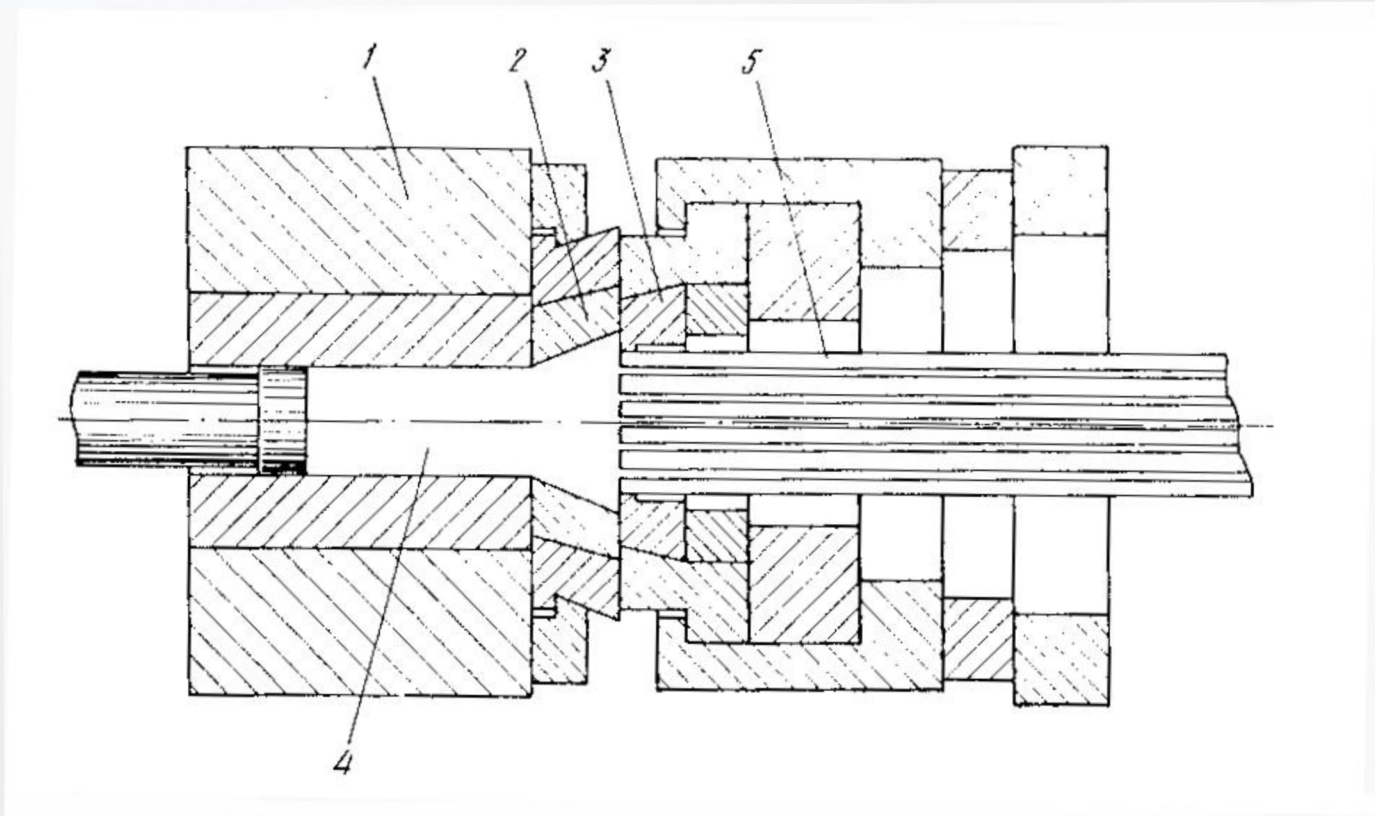
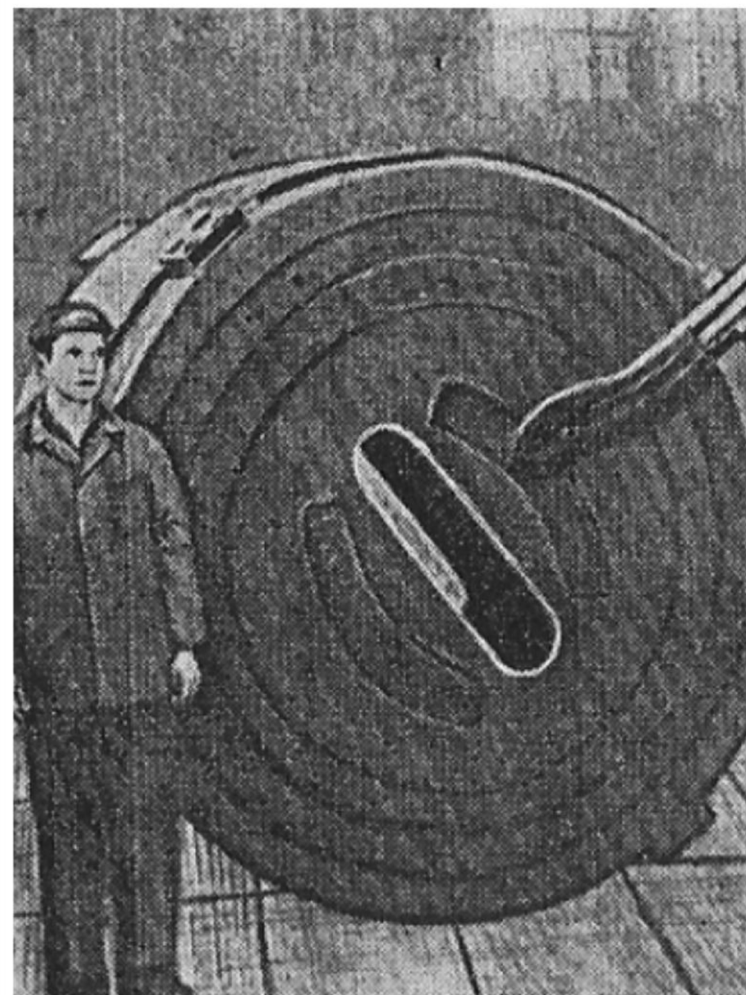
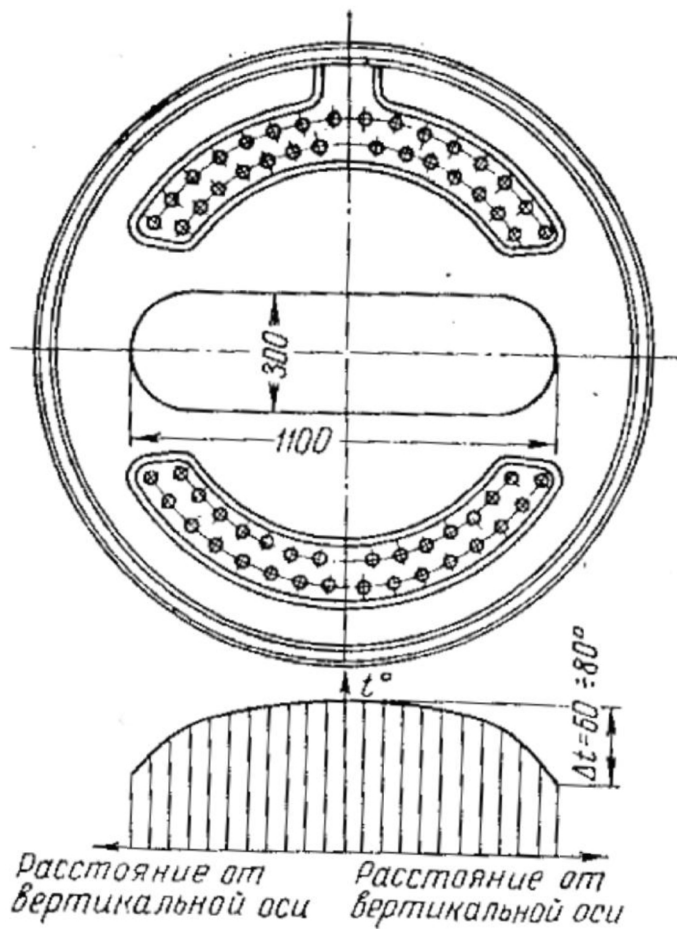


Схема прессования из круглого контейнера панели с шириной, превышающей диаметр слитка: 1 - контейнер; 2 – копильник; 3 – матрица; 4 – слиток; 5 – прессованная плоская панель.

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



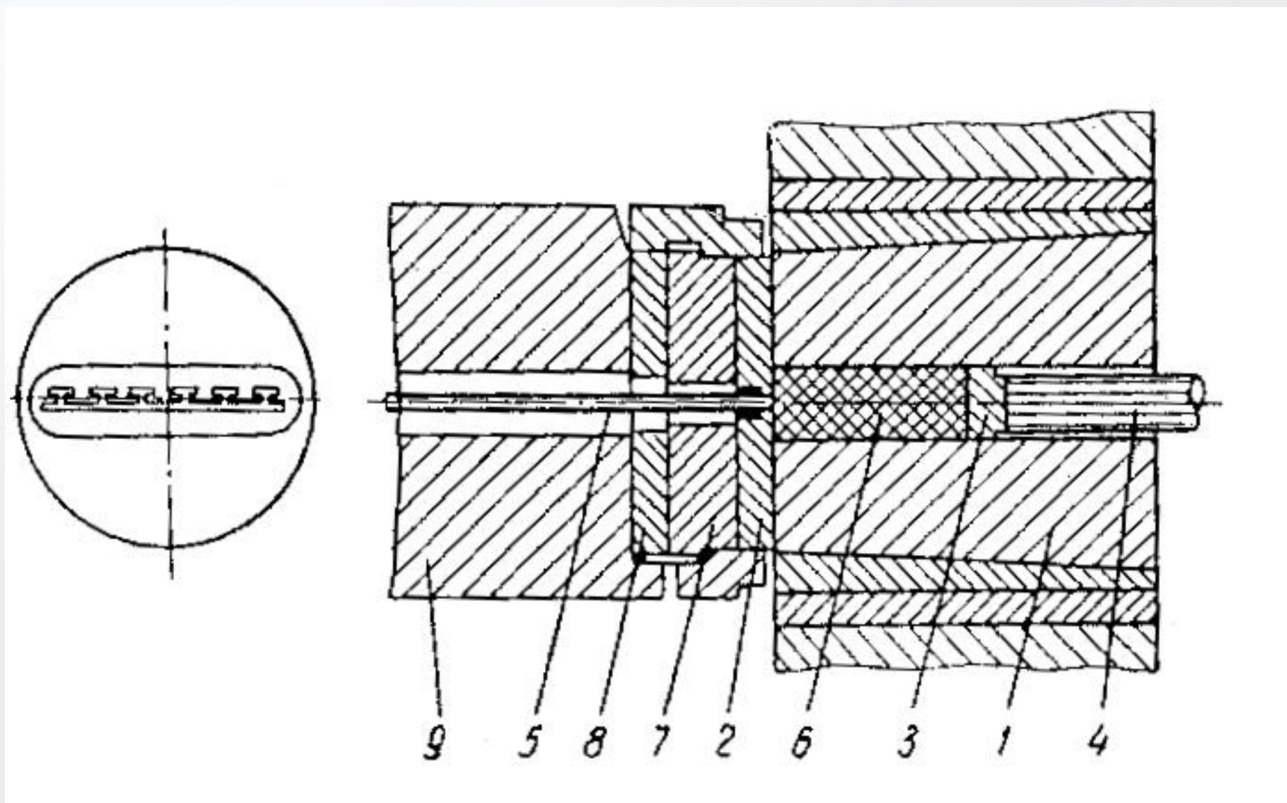


Схема прессовой наладки для прессования панелей из плоского контейнера: 1 – контейнер; 2 – матрица; 3 – пресс-шайба; 4 – пресс-штемпель; 5 – панель, 6 – слиток; 7 – матричная подкладка; 8 – подкладной диск; 9 - мундштук

ПРЕССОВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ В ВИДЕ РЕБРИСТЫХ ТРУБ ИЗ ПОЛОГО СЛИТКА

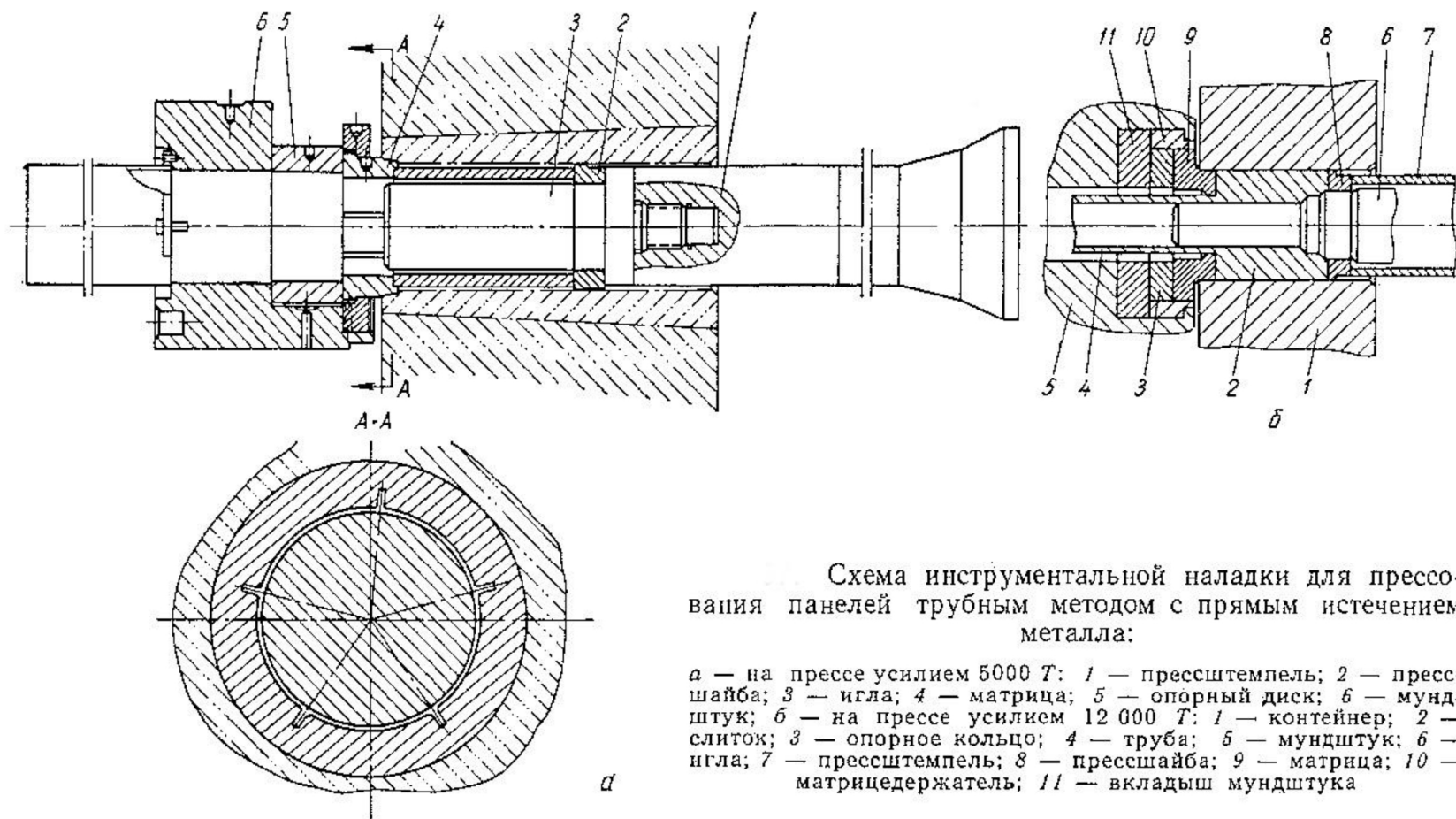
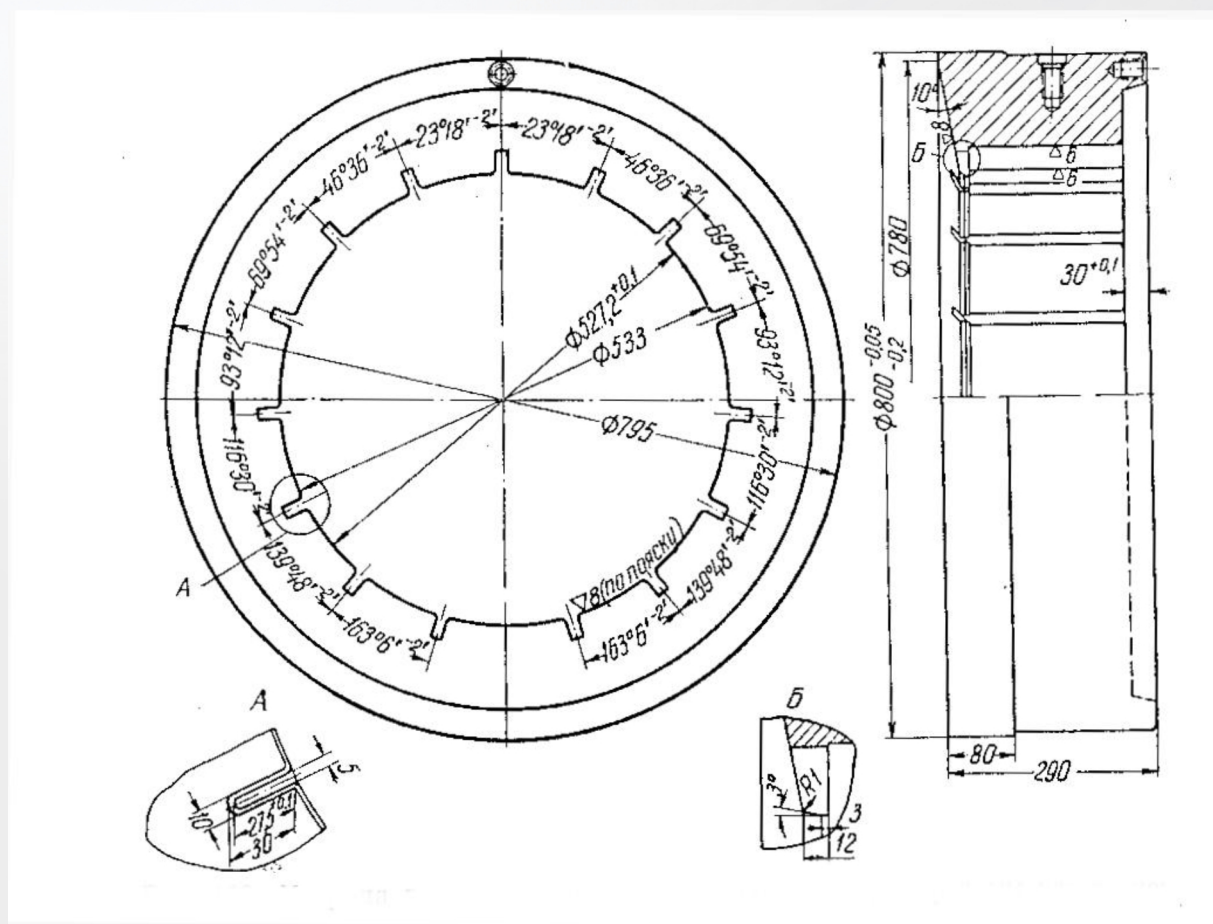


Схема инструментальной наладки для прессования панелей трубным методом с прямым истечением металла:

а — на прессе усилием 5000 Т: 1 — прессштемпель; 2 — прессшайба; 3 — игла; 4 — матрица; 5 — опорный диск; 6 — мундштук; *б* — на прессе усилием 12 000 Т: 1 — контейнер; 2 — слиток; 3 — опорное кольцо; 4 — труба; 5 — мундштук; 6 — игла; 7 — прессштемпель; 8 — прессшайба; 9 — матрица; 10 — матрицедержатель; 11 — вкладыш мундштука

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

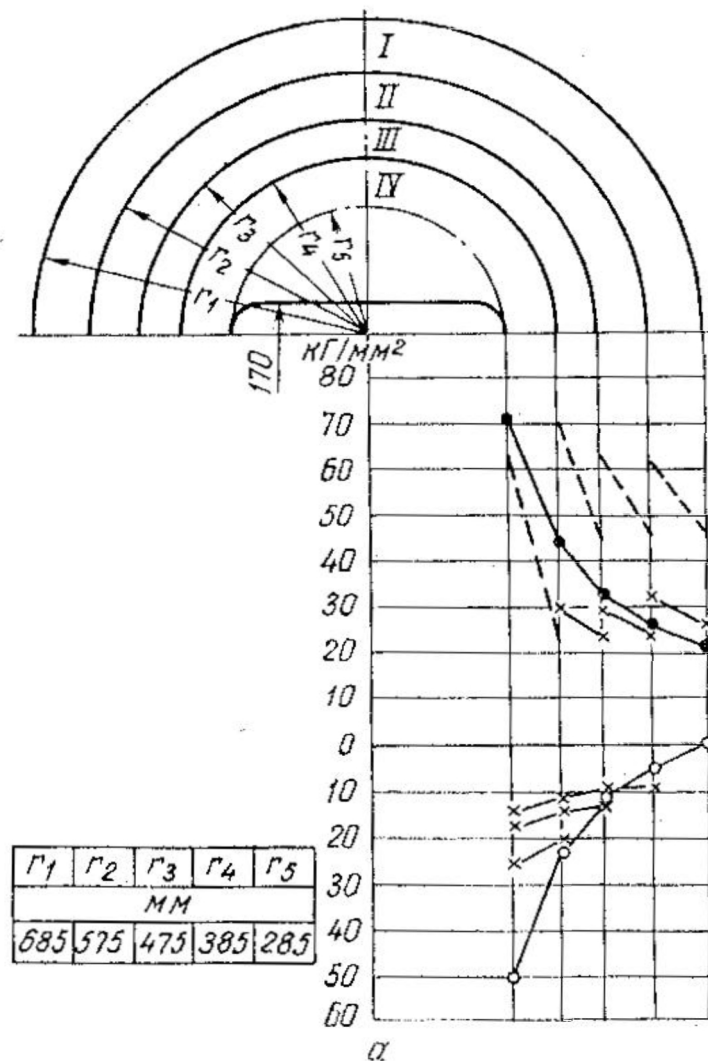


Матрица для прессования панели ПК 12620 (с обратным истечением)

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Диаграмма распределения напряжений в четырехслойном контейнере:

α — контейнер с рабочим отверстием 170×570 мм пресса усилием 5000 Т; β — контейнер с рабочим отверстием 240×900 мм пресса усилием 12 000 Т; — — — тангенциальные напряжения от внутреннего давления; — — — радиальные напряжения от внутреннего давления; - - - тангенциальные напряжения от натяга; — — — суммарные напряжения



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕССОВАНИЯ ПАНЕЛЕЙ С ПРЯМЫМ И ОБРАТНЫМ ИСТЕЧЕНИЕМ МЕТАЛЛА

Шифр панели и метод прессования	Сплав	Сдаваемая длина панели, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Диаметр контейнера, мм	Размеры заготовки*, мм	Вытяжка	Прессуемая длина, мм	Длина пресс-остатка, мм	Скорость истечения м/мин	Температура нагрева, °С		Геометрический выход годного, %
										заготовки	контейнера	
ПК0099 (прямой)	АМг6	10 750	5400×3	800	$\frac{789}{525} \times 950$	25	20 000	80	1,1	400—460	380—430	70
ПК0099 (обратный)	АМг6	10 750	5850×6	800	$\frac{789}{525} \times 1800$	25	40 000	60	1,25	400—460	370—420	80,3
ПК0099 (прямой)	АМг6	10 750	5400×1	650	$\frac{643}{525} \times 800$	11	7 000	80	1,0	420—480	450	70,2
ПК0693 (прямой)	АМг6	17 580	5250×2	800	$\frac{789}{525} \times 1000$	15,6	13 000	80	1,1	400—460	380—430	71,6
ПК0693 (обратный)	АМг6	17 580	5250×4	800	$\frac{789}{525} \times 1800$	15,6	25 200	60	1,25	400—460	370—420	79,7
ПК12620 (обратный)	Д16т	9 120	6860×5	800	$\frac{789}{525} \times 1650$	29,2	42 200	80	0,87	440—470	420—450	76,0

в числителе указан наружный диаметр заготовки, в знаменателе – внутренний.

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

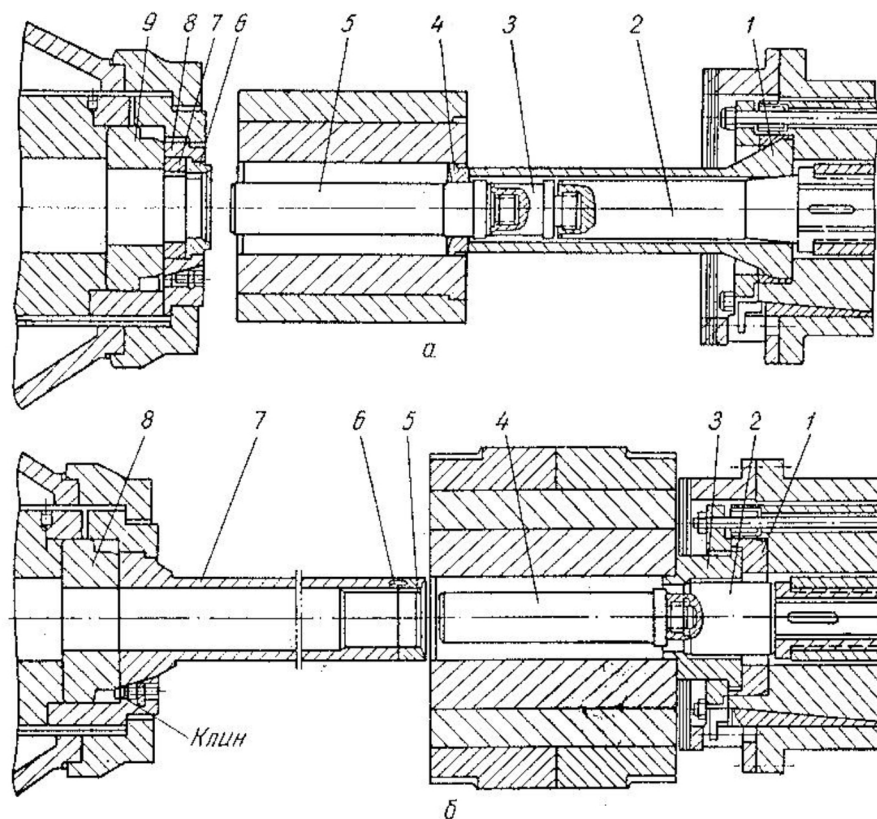


Рис. 1. Схема инструментальной наладки прессования панели на прессе усилием 20 000 Т:

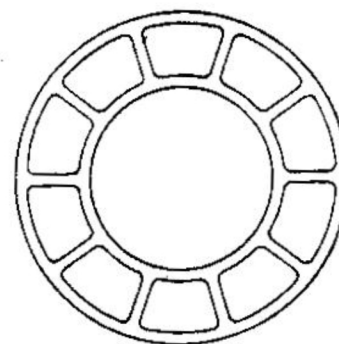
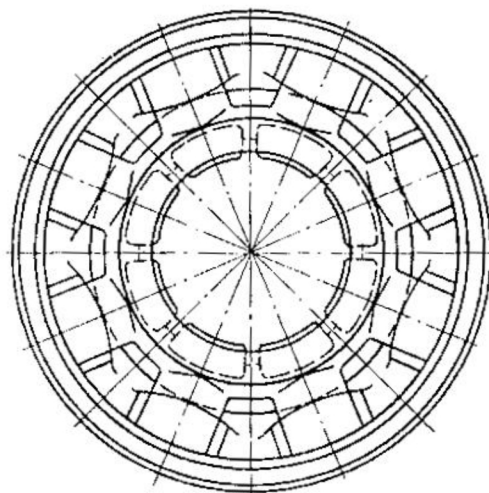
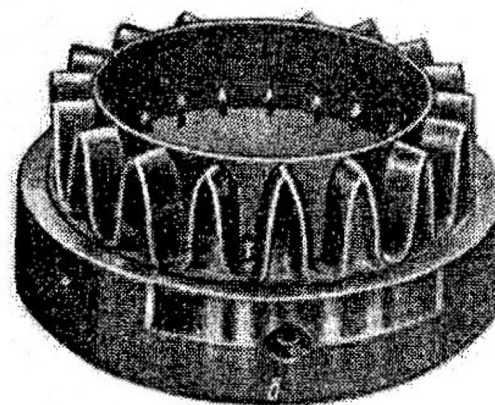
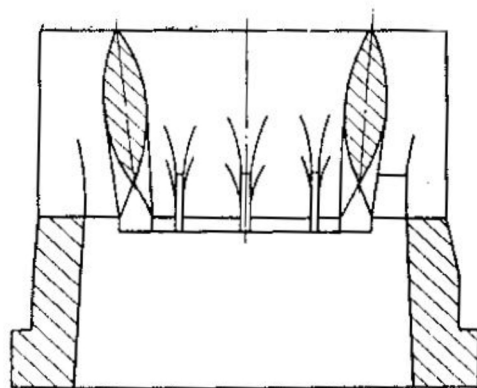
а — с прямым истечением металла:

4 — полый прессштемпель; 2 — иглодержатель; 3 — промежуточный иглодержатель;
1 — прессшайба; 5 — игла; 6 — матрица; 7 — опора; 8 — матрицедержатель; 9 — вкладыш мунштука

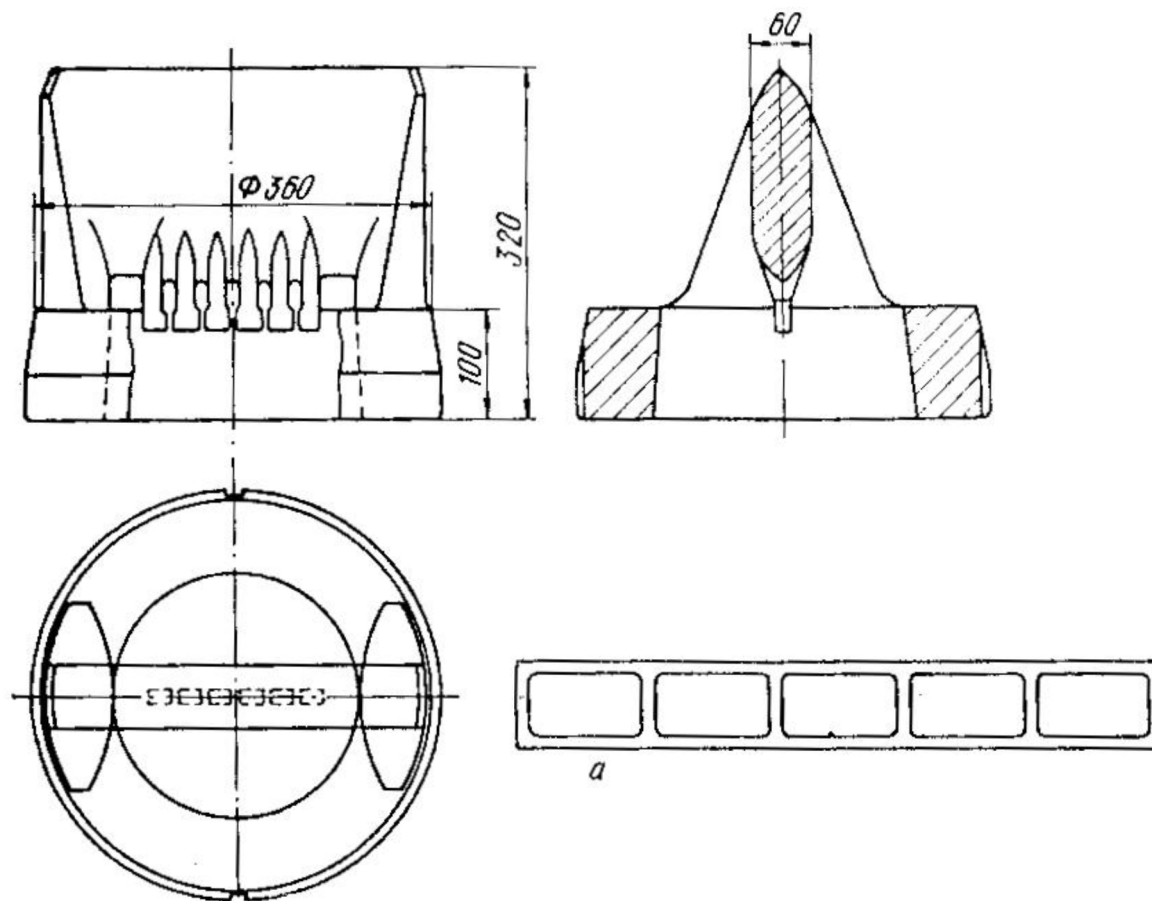
б — с обратным истечением металла:

1 — опора пробки; 2 — иглодержатель; 3 — пробка обратного метода; 4 — игла; 5 — матрица; 6 — штырь; 7 — пуансон обратного метода; 8 — опорное кольцо

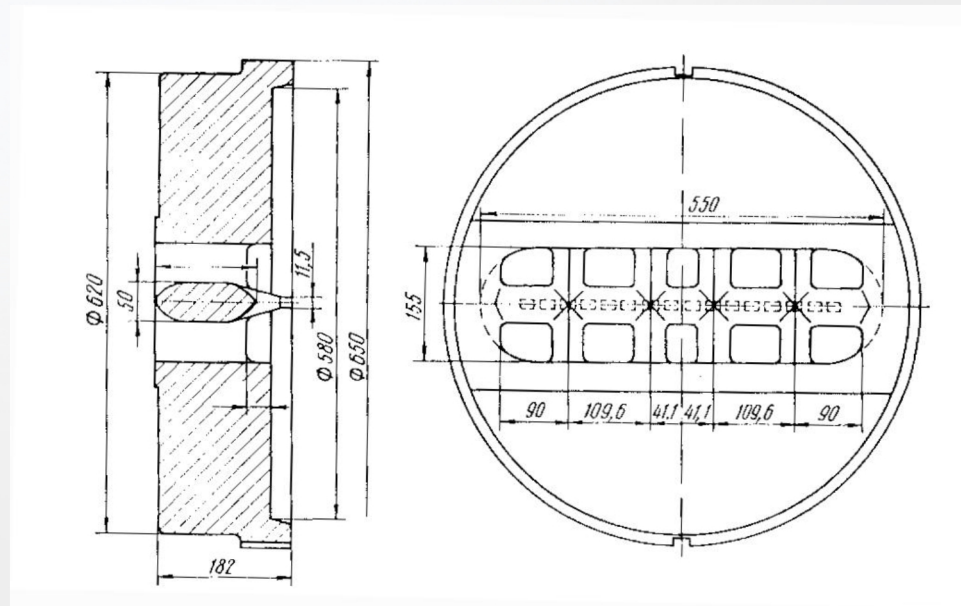
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



Эскиз матрицы с утопленными капсульными рассекателями для прессования
пустотелой панели из плоского контейнера



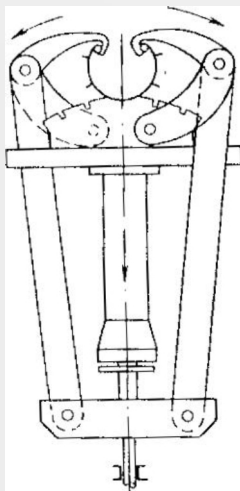
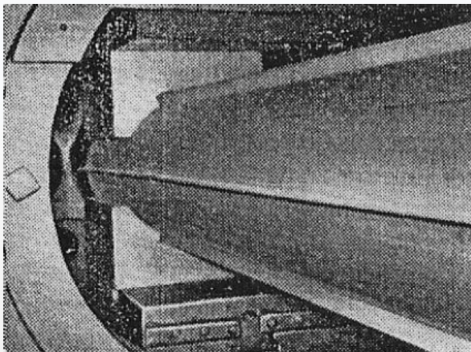
Эскиз матрицы с монолитным продольно-поперечным утопленным рассекателем для прессования пустотелой панели из плоского контейнера.



Микрошлиф поперечного сечения панели шириной 440 мм из сплава АД31, отпрессованной из плоского контейнера 170x570 мм через матрицу с продольно-поперечным монолитным рассекателем.

ПРАВКА ПАНЕЛЕЙ ИЗ РЕБРИСТЫХ ТРУБ

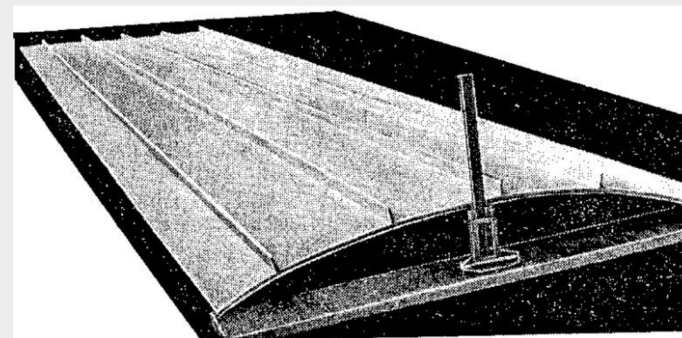
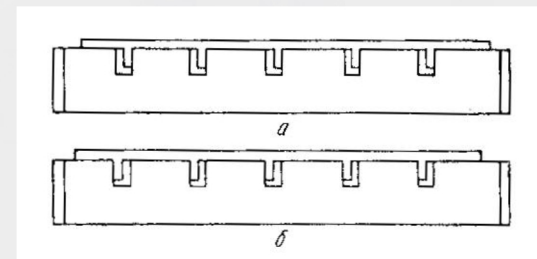
Правка ребристой трубы растяжением



Развертка труб

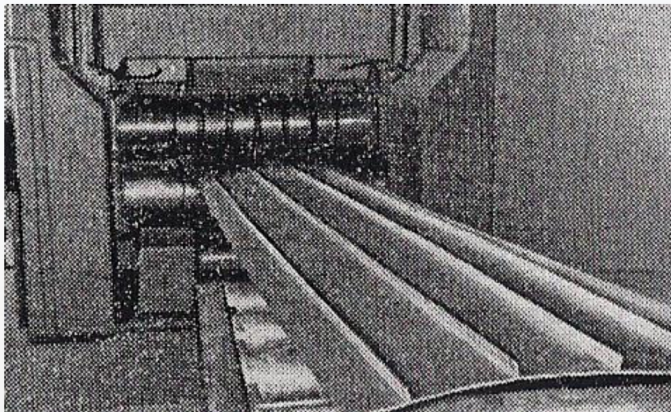


Схема прокатки в плите с переменным поперечным сдвигом панели

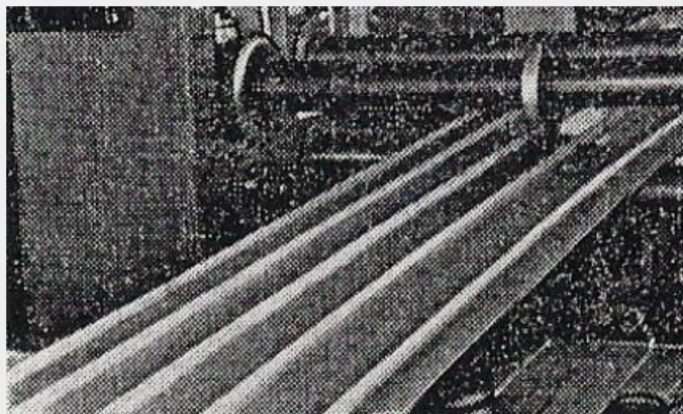
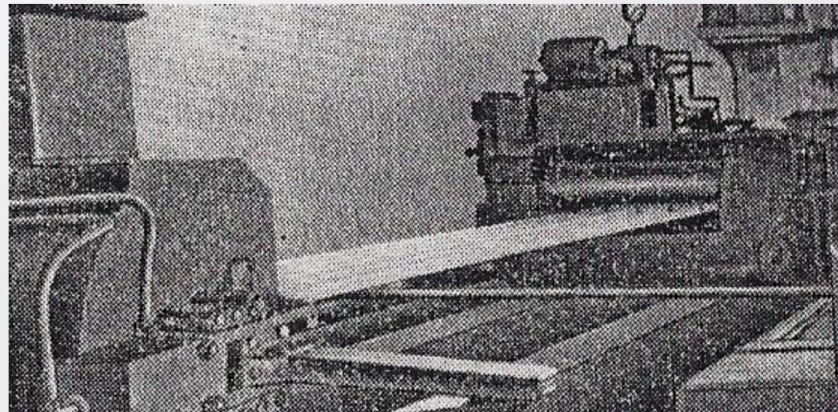


После развертки

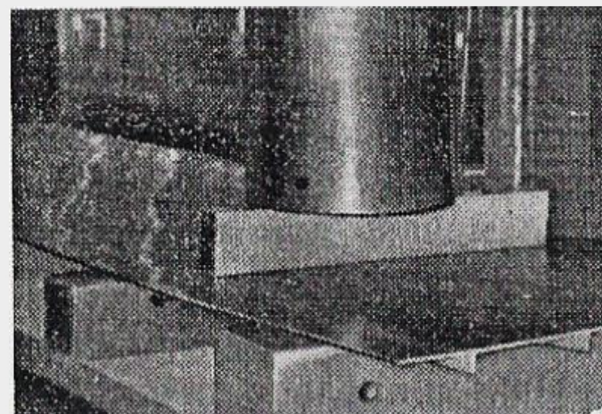
ПРАВКА ПАНЕЛЕЙ ИЗ РЕБРИСТЫХ ТРУБ



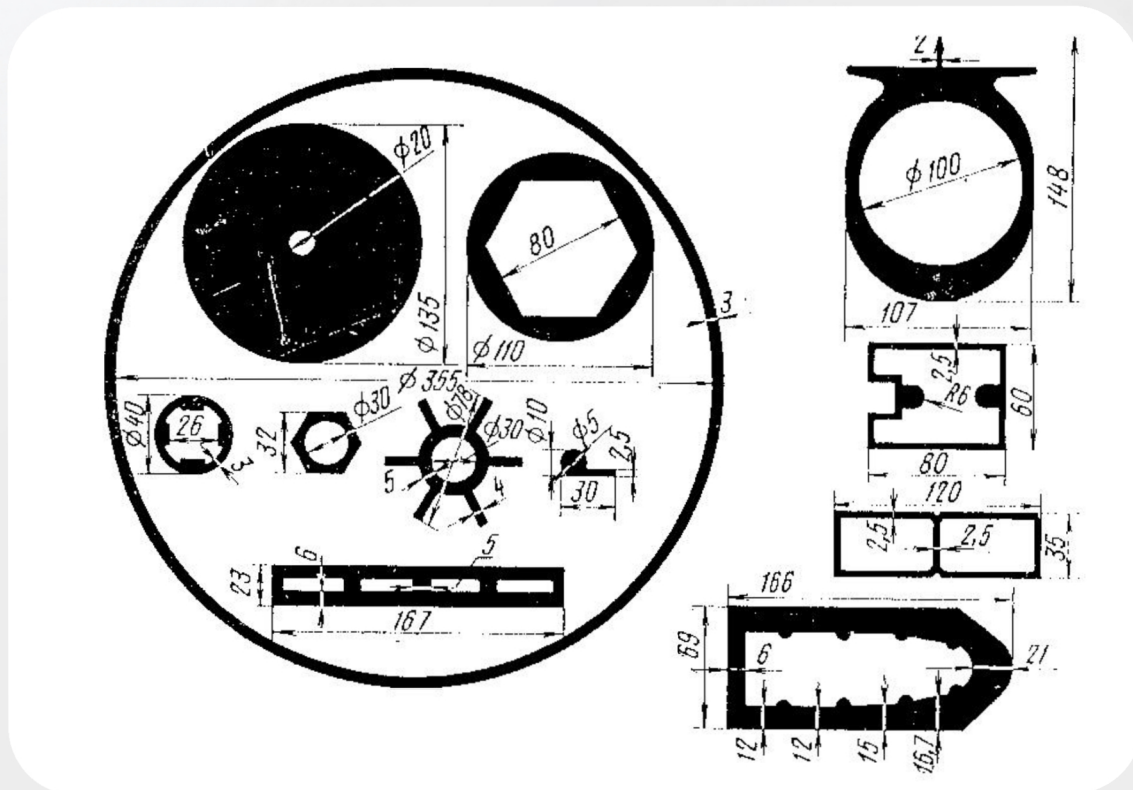
Правка панелей на семивалковой машине



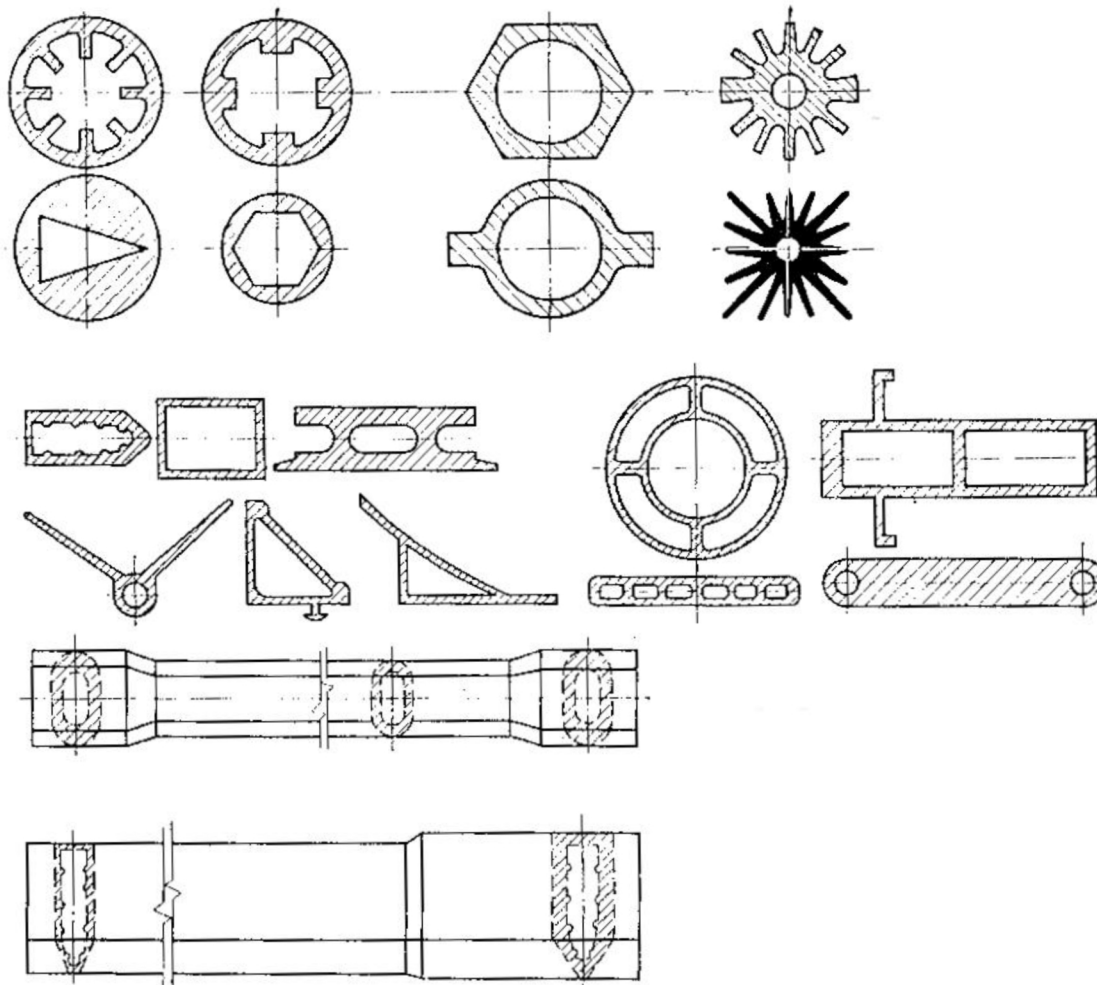
Правка панели на роliko-правильной машине



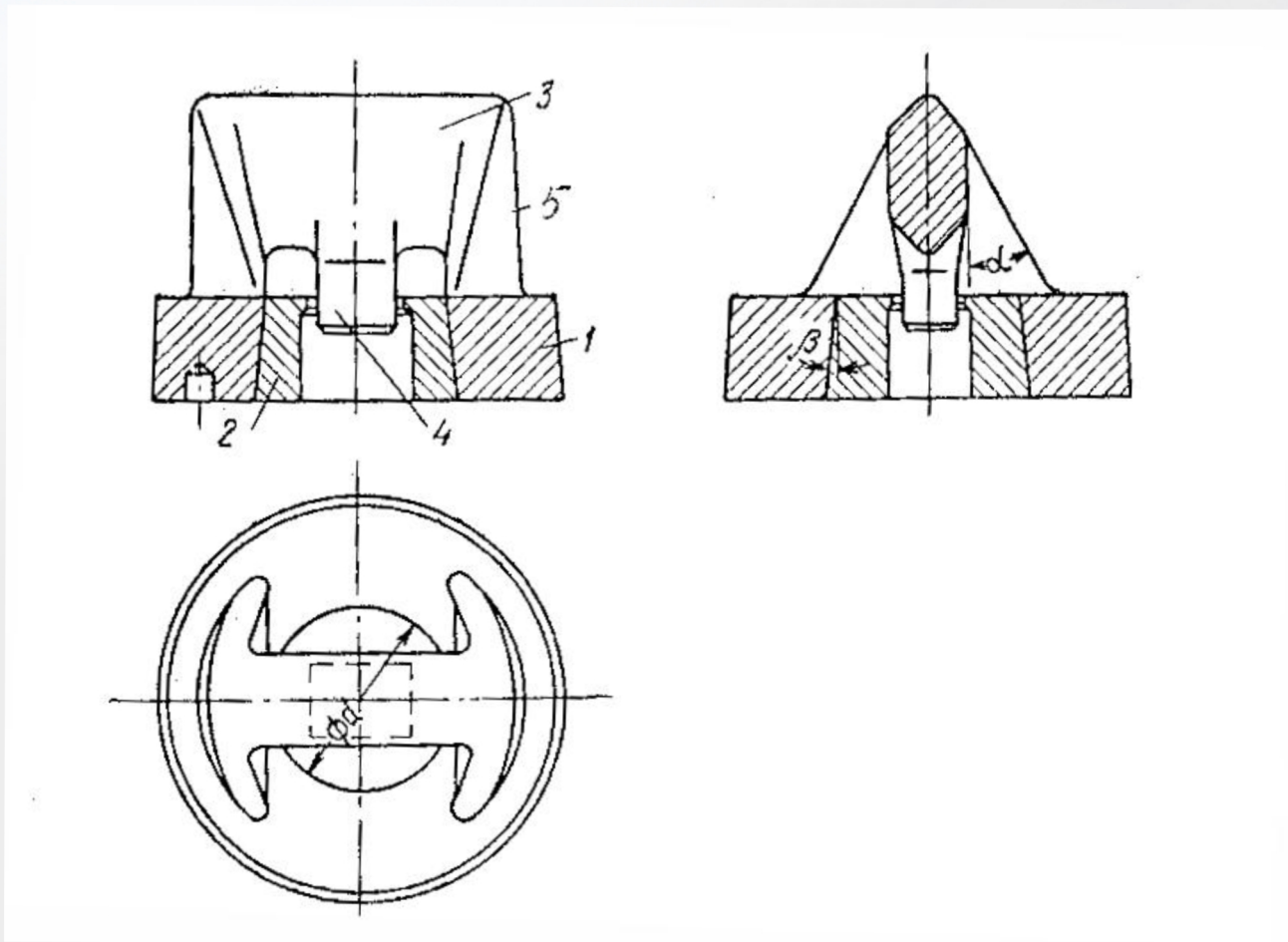
Местная правка панели на прессе усилием 980 кН



СОРТАМЕНТ ПОЛЫХ ИЗДЕЛИЙ

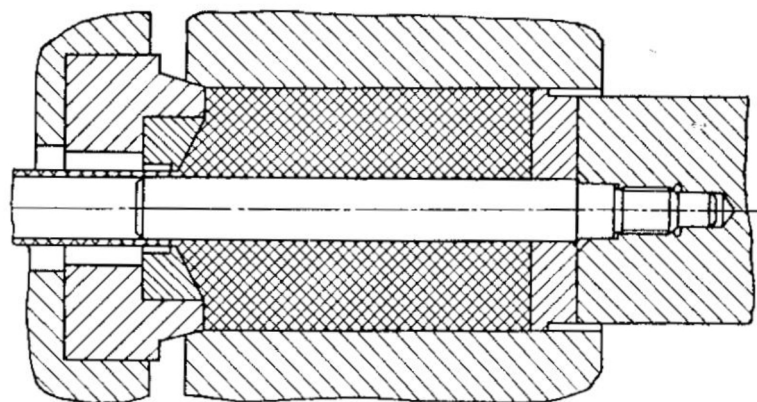
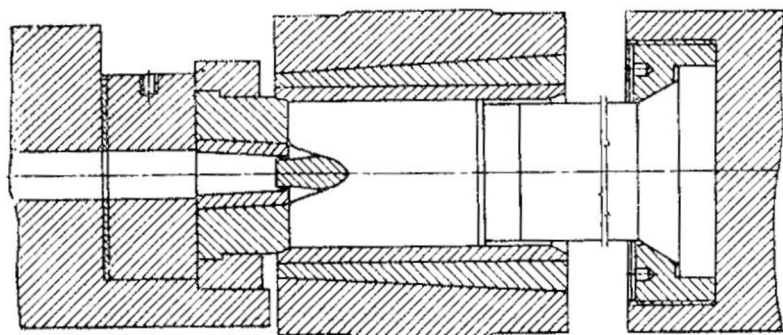


МАТРИЦА С ВЫСТУПАЮЩИМ РАССЕКATEЛЕМ

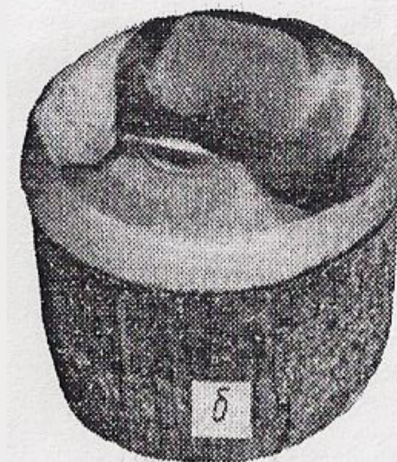


1- корпус; 2 – матрица; 3 – рассекатель; 4 – игла, 5 – опоры.

МАТРИЦА С ВЫСТУПАЮЩИМ РАССЕКATEЛЕМ



Прессостаток



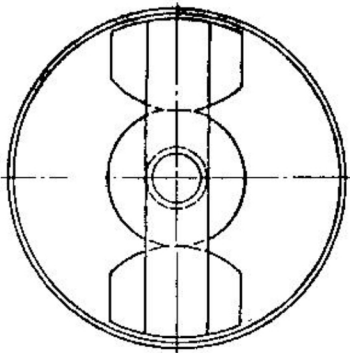
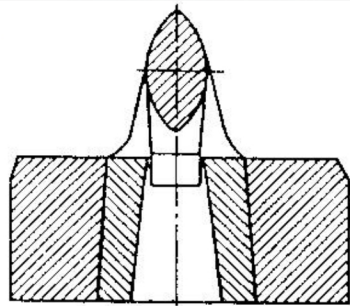
$$H = (0,5 - 0,7) D_{\text{конт}}$$

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТРИЦ СО СВАРКОЙ

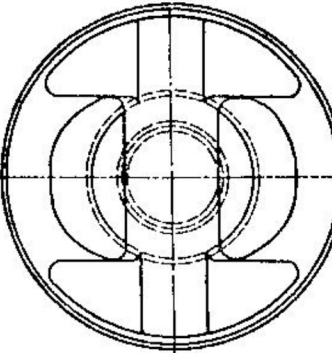
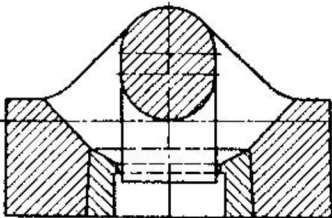


КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦ

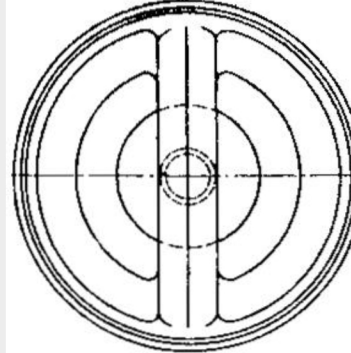
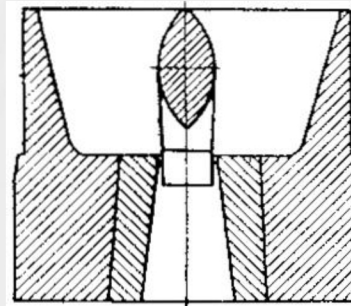
С выступающим
рассекателем



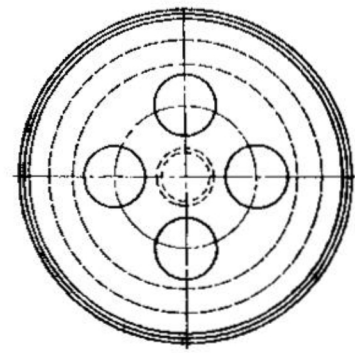
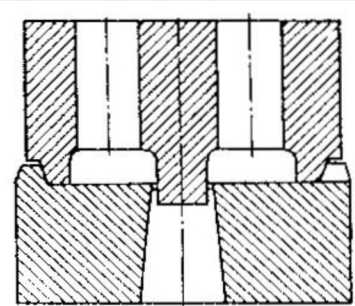
С полуутопленным
рассекателем



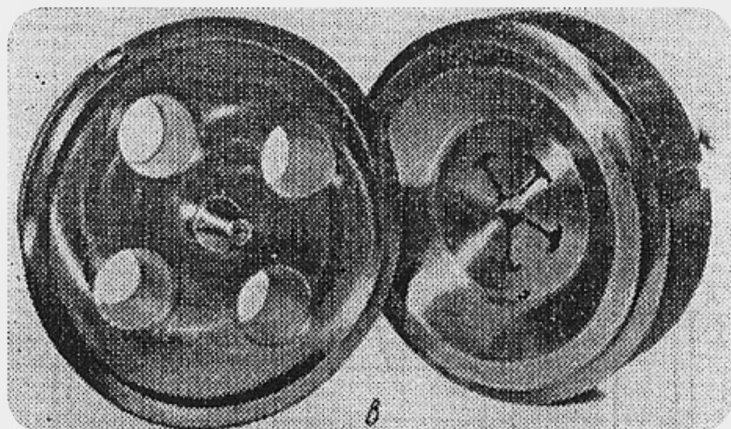
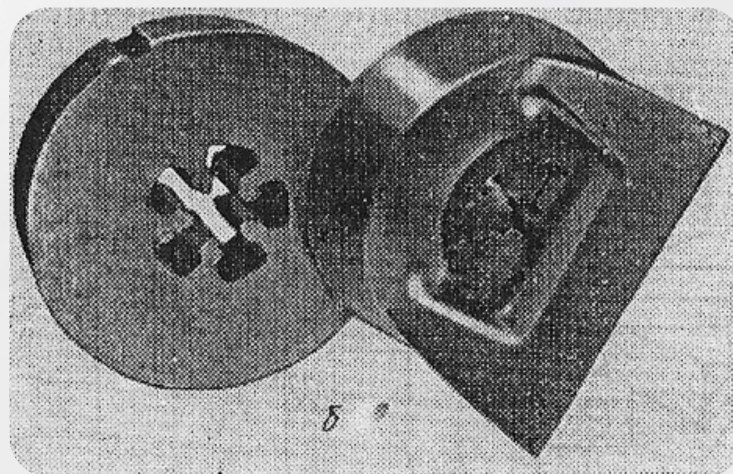
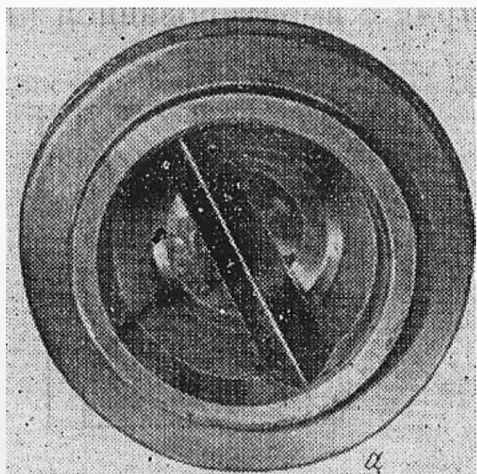
С утопленным
рассекателем



С плоским
рассекателем

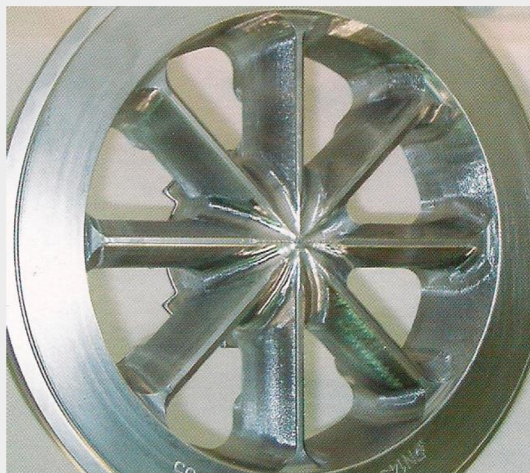
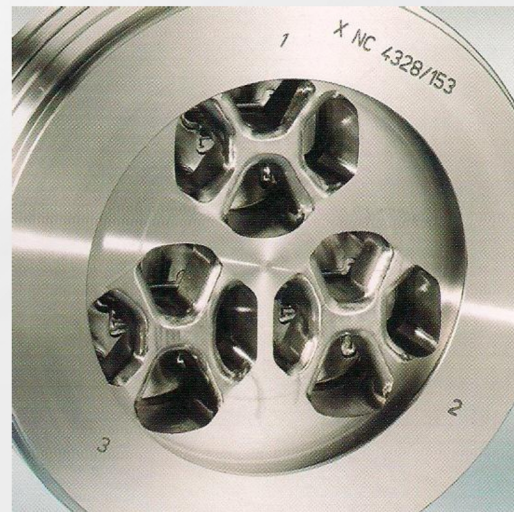
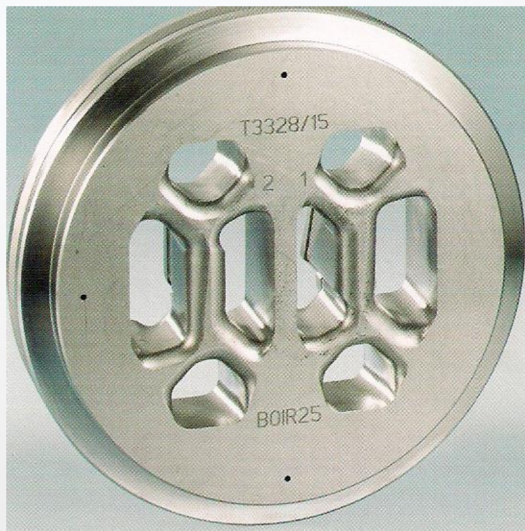


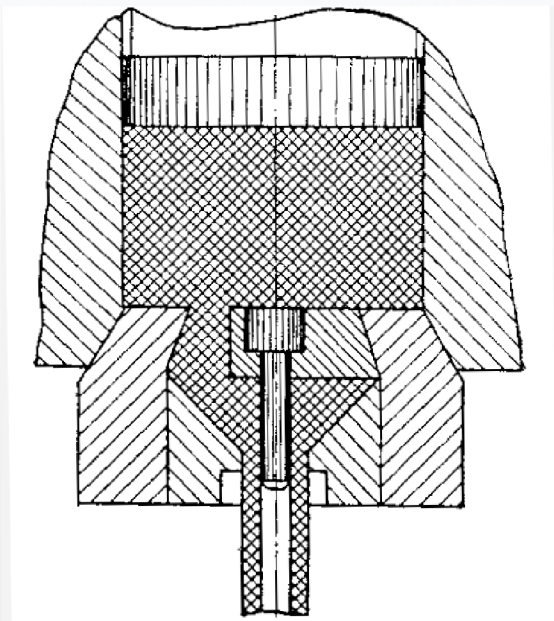
ВНЕШНИЙ ВИД МАТРИЦ



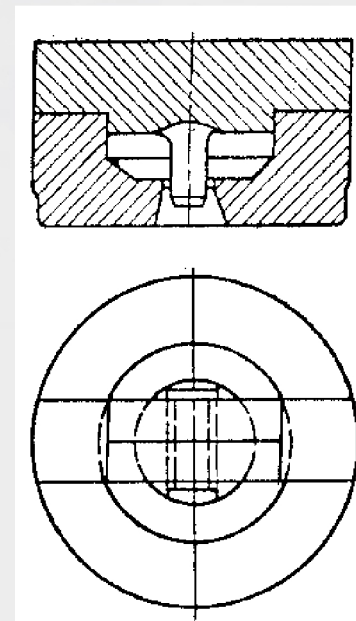
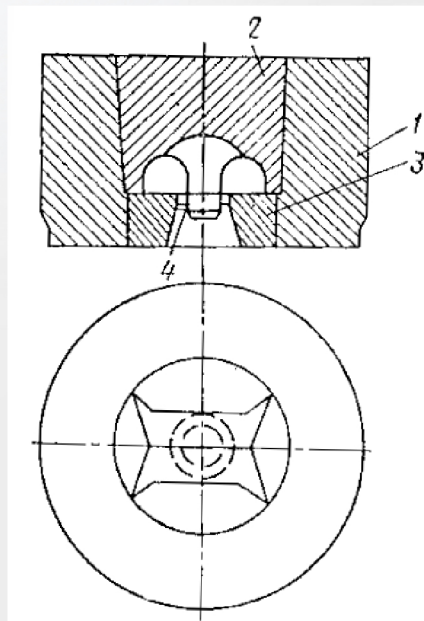
а - с утопленным рассекателем;
б – с выступающим рассекателем;
в – с плоским рассекателем.

ФОРМЫ РАССЕКАТЕЛЕЙ





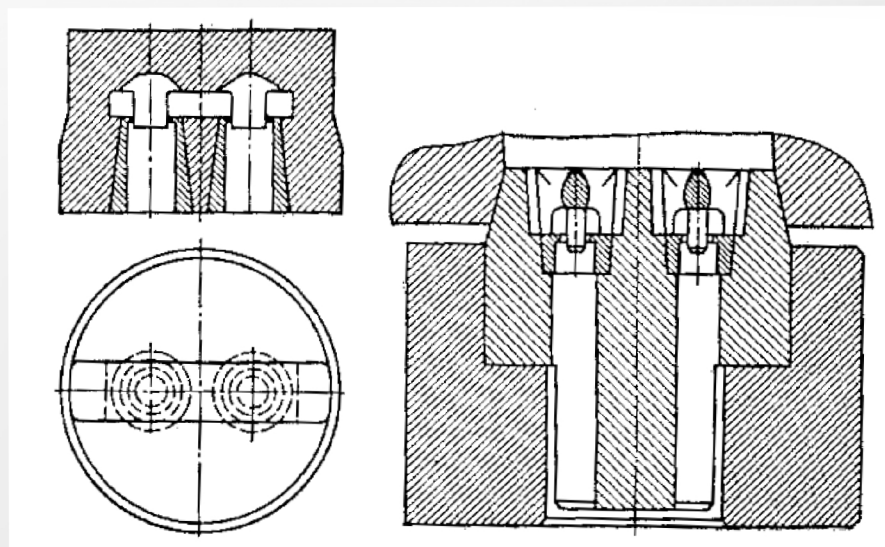
Матрица консольная



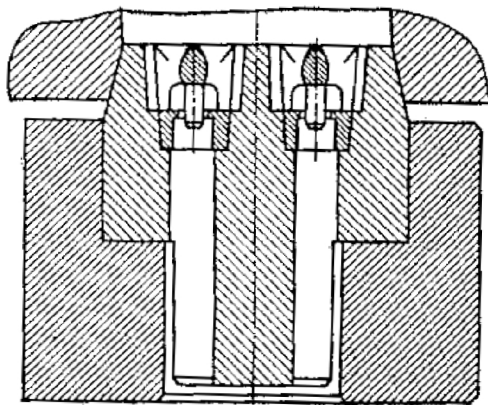
Матрица мостиковая

МНОГОКАНАЛЬНОЕ ПРЕССОВАНИЕ СО СВАРКОЙ

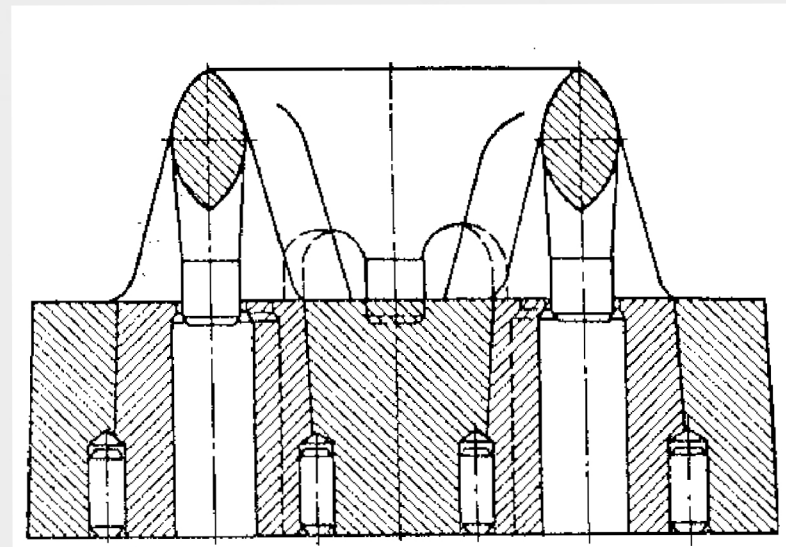
Матрица
с выступающим
рассекателем
двухканальная.



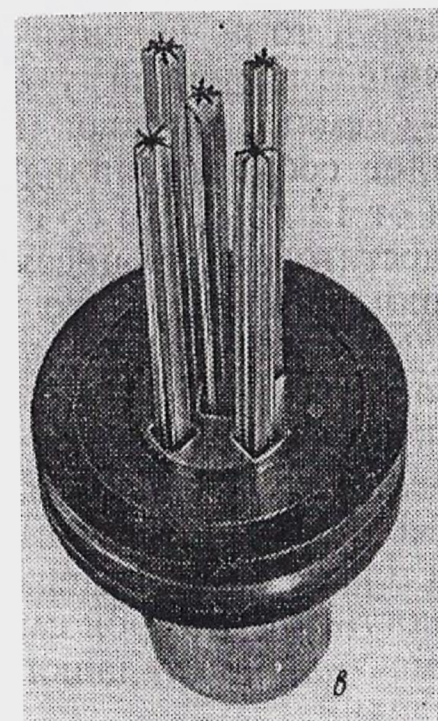
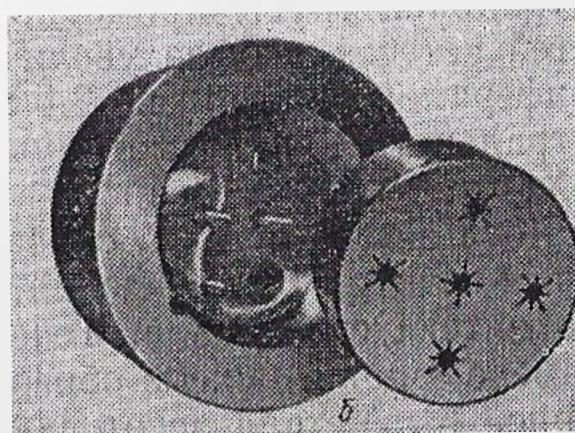
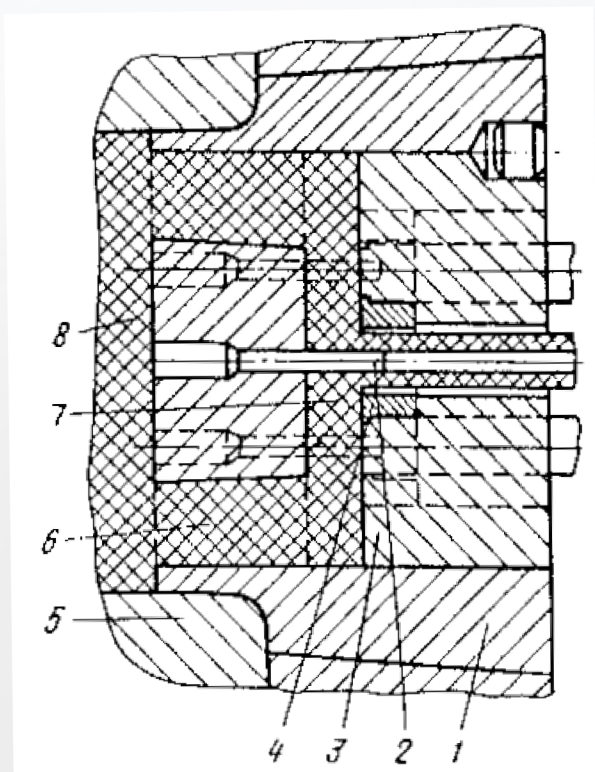
Матрица
Консольная
двухканальная



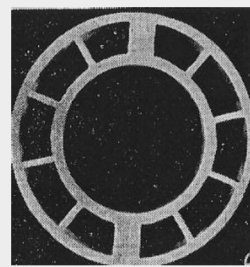
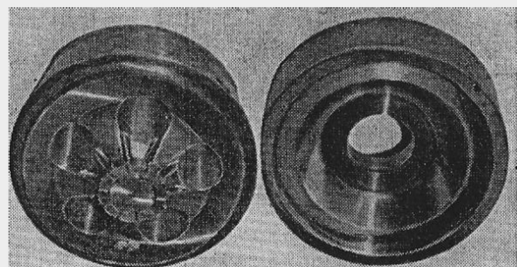
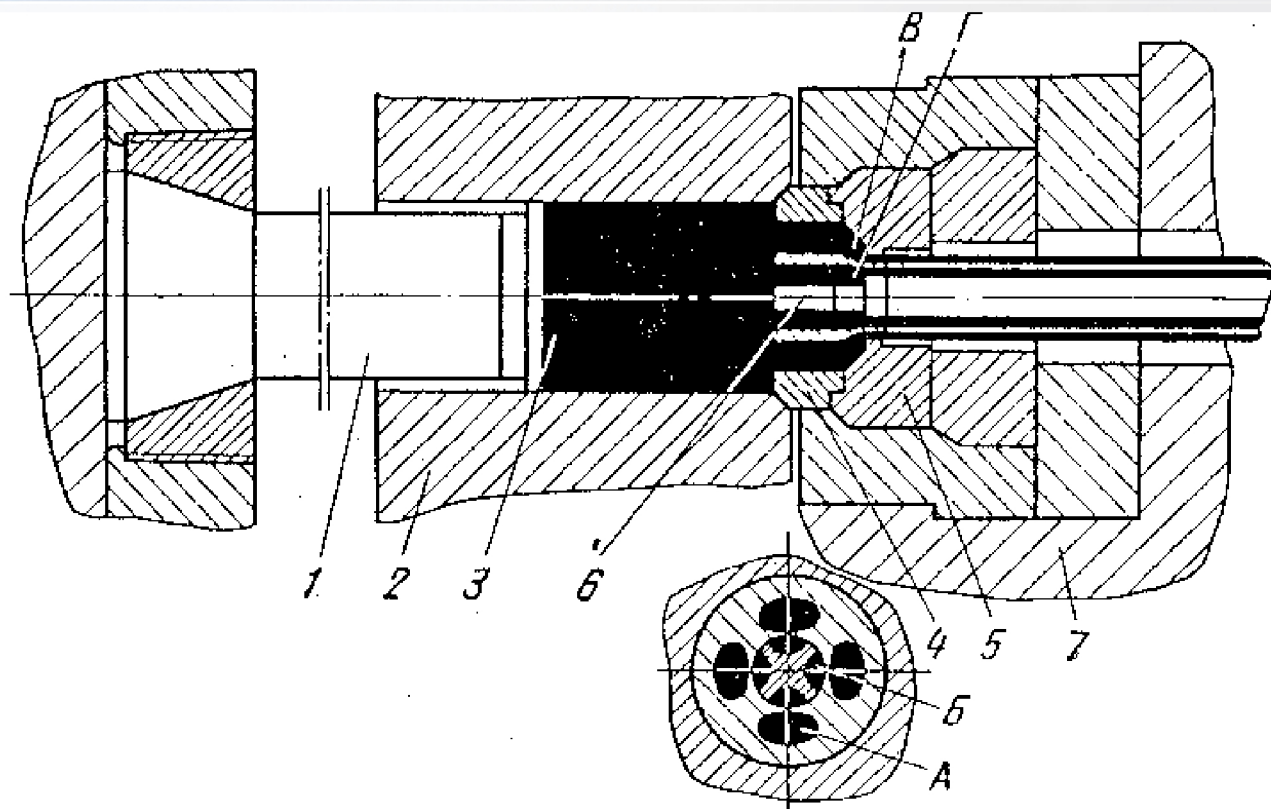
Матрица с круговым
рассекателем многоканальная



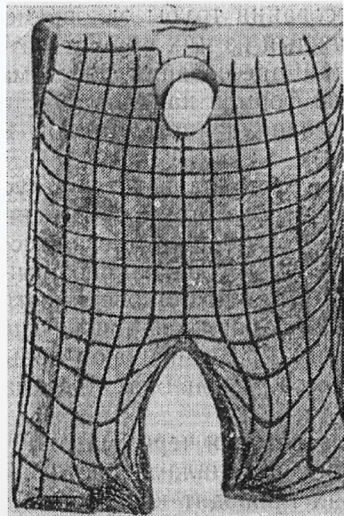
МАТРИЦА С ПЛОСКИМ РАССЕКATEЛЕМ ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНАЯ



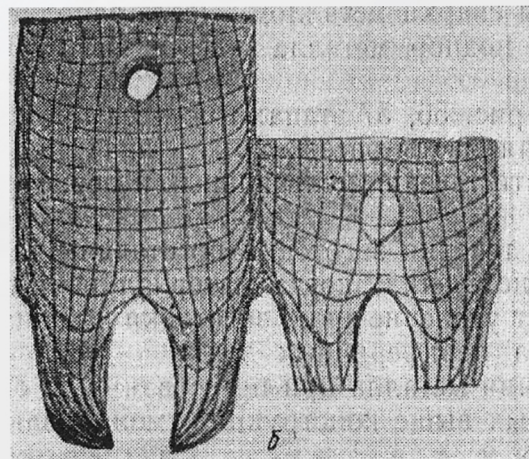
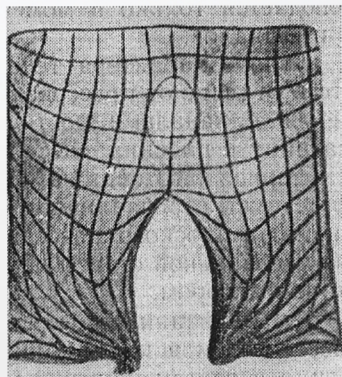
ПРЕССОВАНИЕ ДВУХСТЕННЫХ ТРУБ



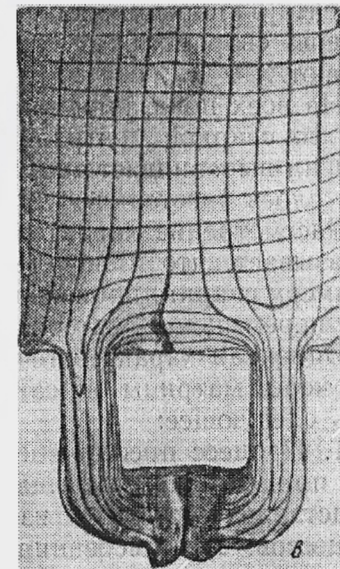
ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ



Матрица с выступающим
рассекателем



Матрица с утопленным
рассекателем

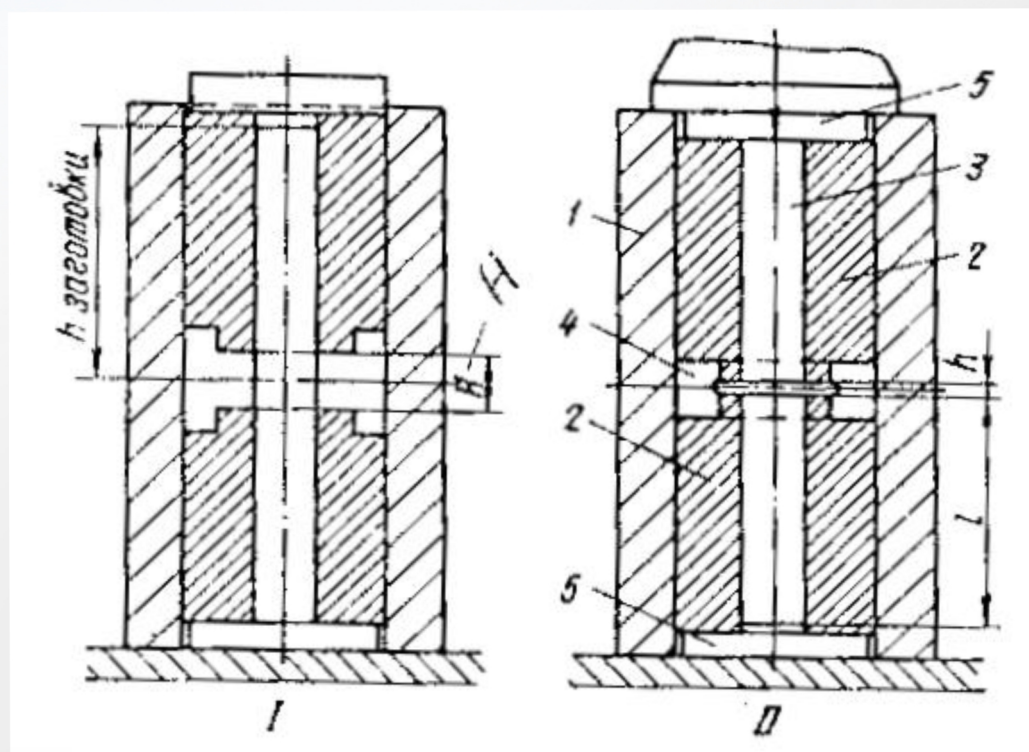


Камерная
матрица

ОСНОВНЫЕ ГИПОТЕЗЫ ПРЕССОВОЙ СВАРКИ



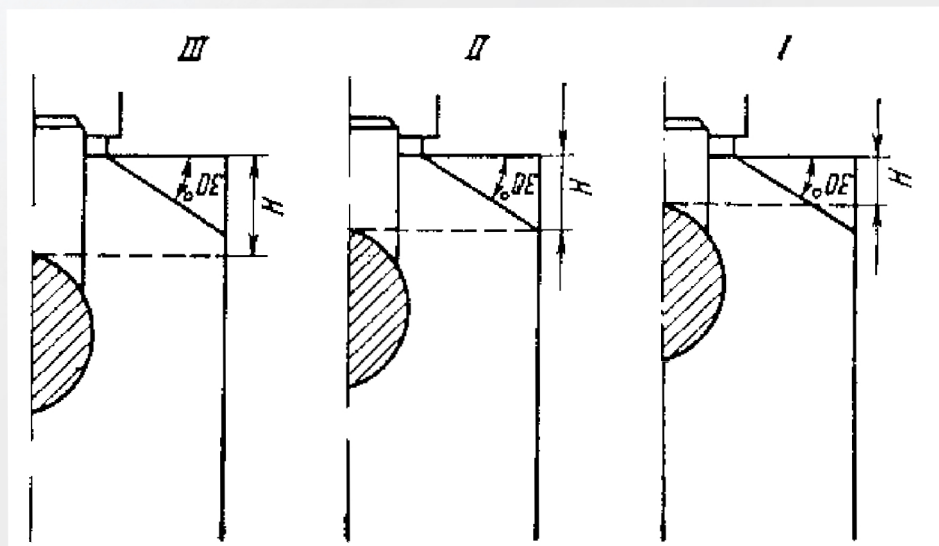
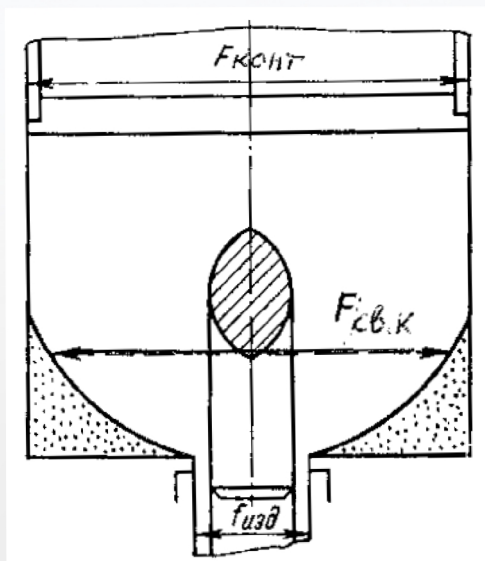
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ



1 – контейнер; 2 – втулка; 3 – образцы; 4 – карман; 5 – шайбы.

$$КОП = \frac{1}{1-\varepsilon}, \varepsilon = \frac{H-h}{H} \quad \sigma_{\varepsilon} = f(T, \tau, \varepsilon)$$

КОЭФФИЦИЕНТ ВЫТЯЖКИ



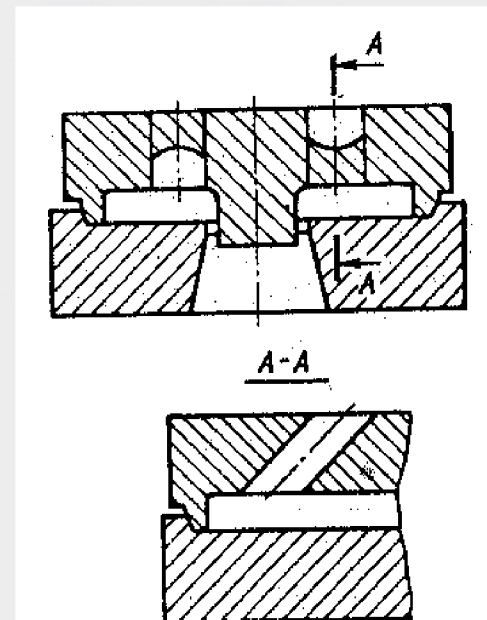
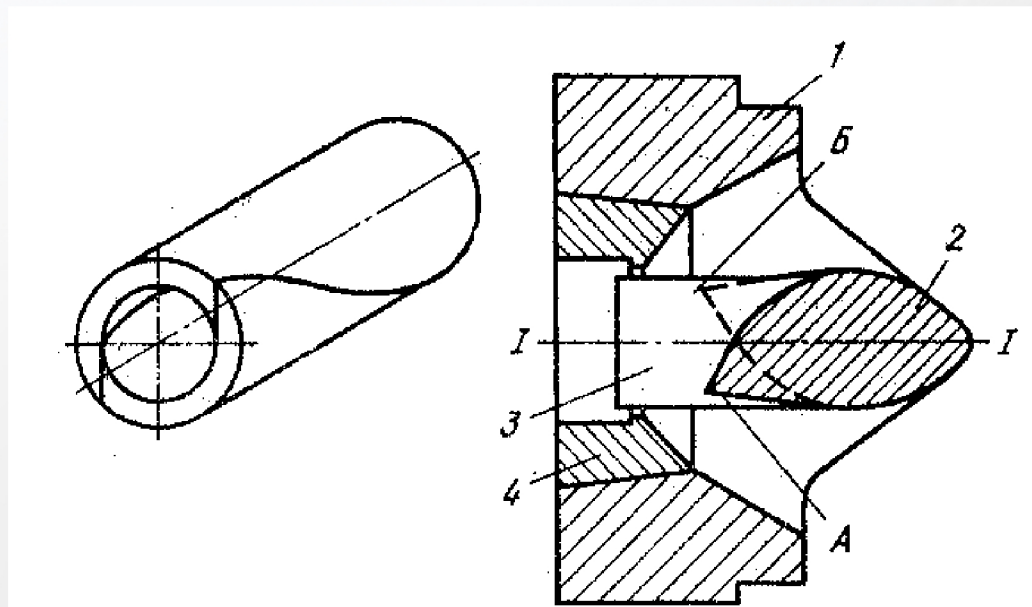
$$\lambda = \frac{F_{\text{конт}}}{f_{\text{изд}}} = \lambda_{\text{пр}} \lambda_{\text{св.к}}$$

$$\lambda_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{конт}}}{F_{\text{св.к}}}, \lambda_{\text{св.к}} = \frac{F_{\text{св.к}}}{f_{\text{изд}}}$$

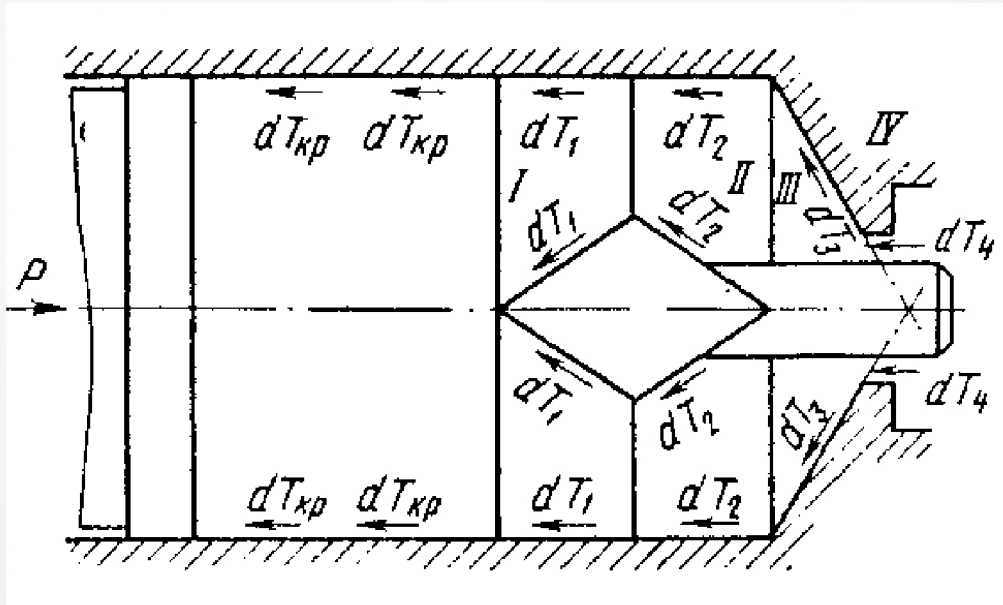
Увеличение объема сварочной камеры

$$\lambda = 40 \div 80, \lambda_{\text{св.к}} \geq 20$$

ПРЕССОВАНИЕ СО СВАРКОЙ С СИНТОВЫМ ТЕЧЕНИЕМ МЕТАЛЛА



СИЛОВЫЕ УСЛОВИЯ

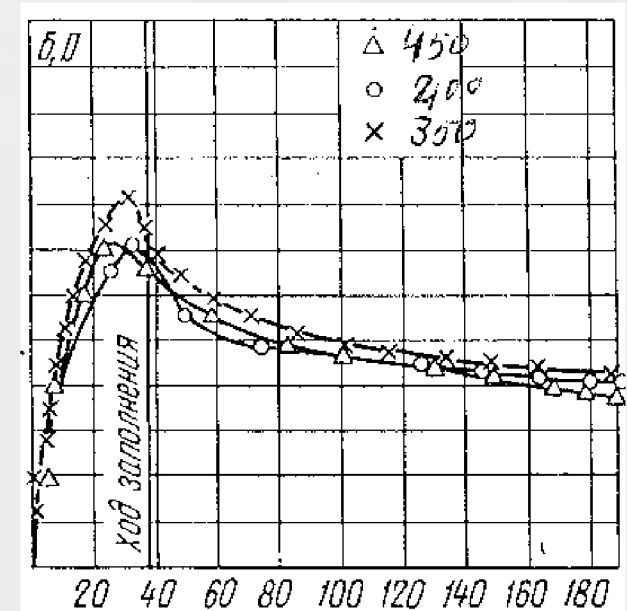


Формула И.Л. Перлина

$$P = T_{kp} + T_{P1} + T_{P2} + T_M + T_{II} + R_{P1} + R_{P2} + R_M$$

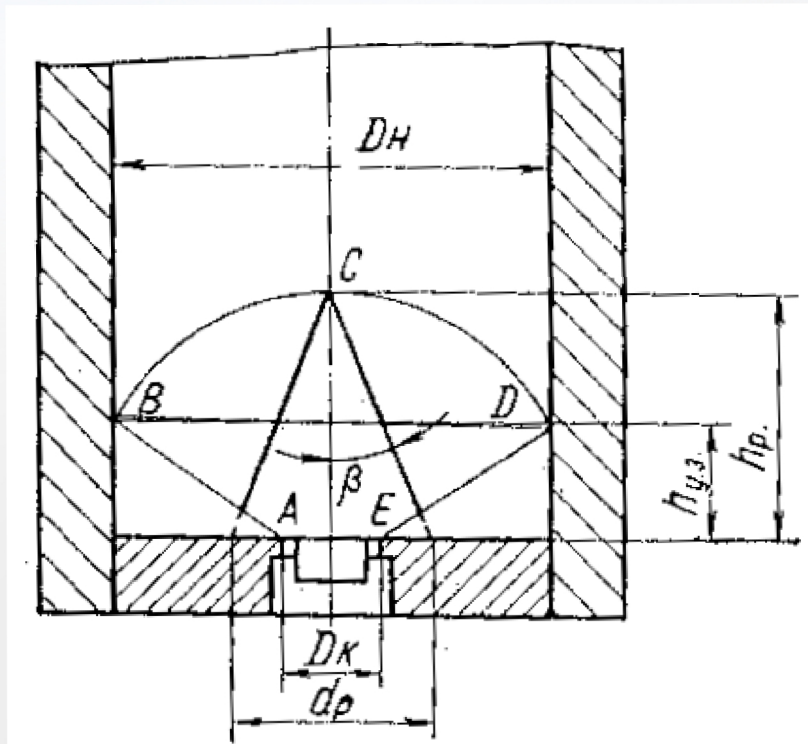
$T_{kp}, T_{P1}, T_{P2}, T_M, T_{II}$ - усилия, приложенные к прессшайбе для преодоления сил трения соответственно по контейнеру, в области рассекателя, матрице, пояску.

R_{P1}, R_{P2}, R_M - усилия, приложенные к прессшайбе для осуществления основной деформации металла без учета сил трения. Усилие должно создавать давление прессования 500-800 МПа.



Ход прессштемпеля

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРЕССОВОЙ СВАРКИ



$$\tau_{св} = W / W_{сек}, W_{сек} = V_{уст} f_{mp}$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

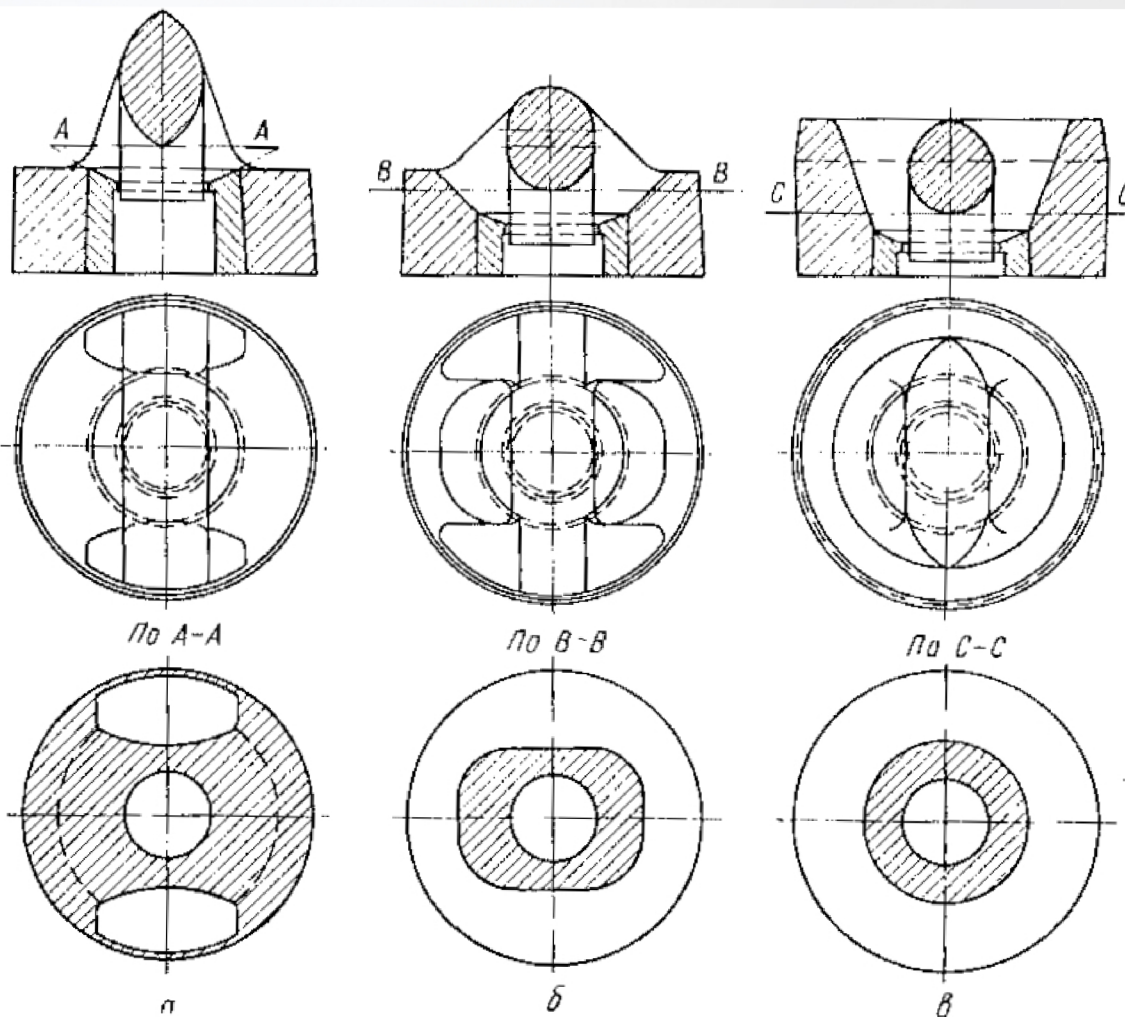
$$W_1$$
 - объем усеченного конуса ABDE;

W_2 - объем шарового сегмента BCD;

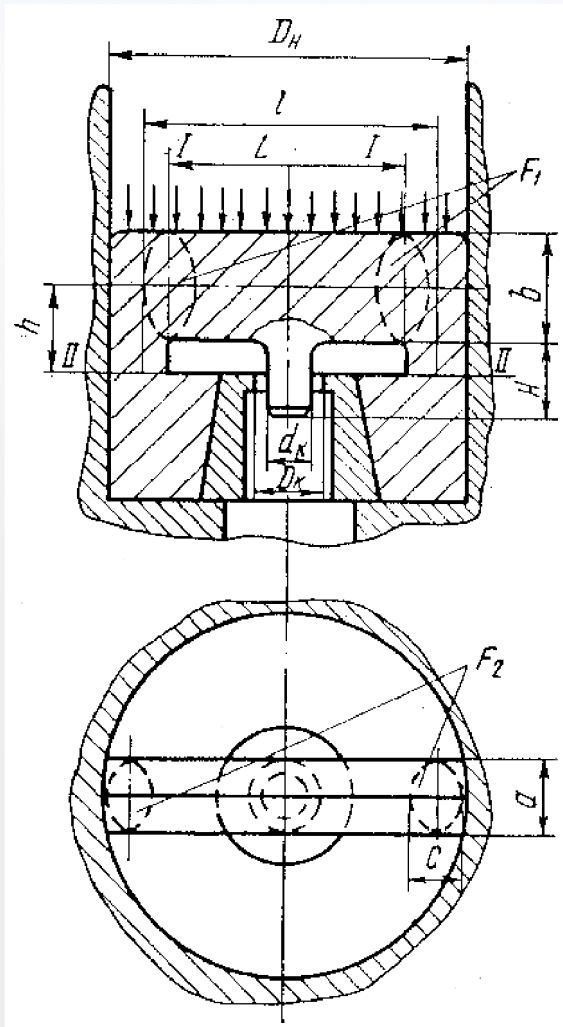
W_3 - объем треугольной призмы ACE;

$$W = 0,07D_H^2(D_H + 2D_K) + 0,03D_K^2(D_H - 2D_K)$$

РАЗМЕРЫ СВАРОЧНОЙ КАМЕРЫ

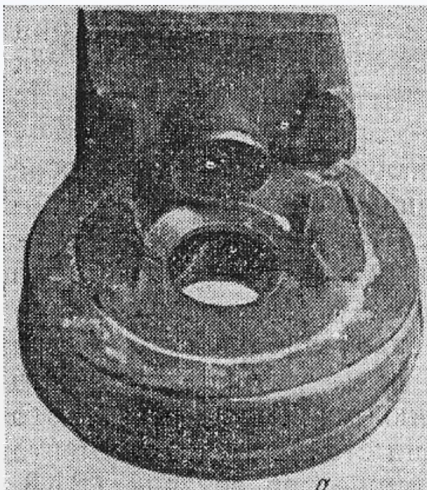


РАЗМЕРЫ МАТРИЦЫ НА ПРОЧНОСТЬ

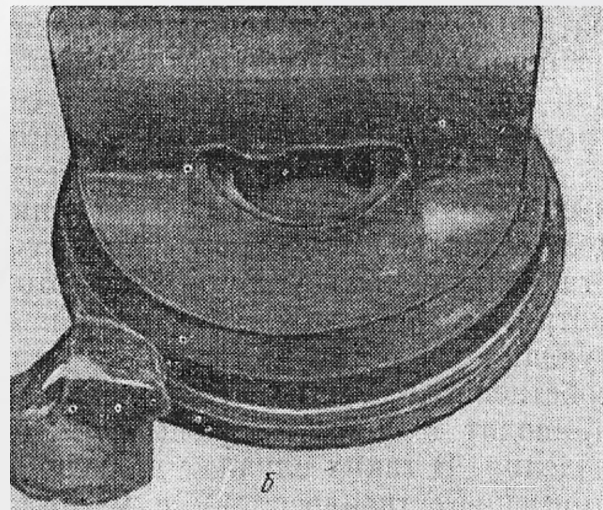


1. Расчет рассекателя на срез, $\tau = \frac{P_p}{2F_p} \leq [\tau]_{cp}$
2. Расчет рассекателя на изгиб, $\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} \leq [\sigma]_{изг}$
3. Расчет опор рассекателя на отрыв, $\sigma_{изг} = \frac{P_{omp}}{2F_{on}} \leq [\sigma]_{omp}$
4. Расчет иглы на отрыв, $\sigma_{omp} = \frac{P_{omp}}{f_{изг}} \leq [\sigma]_{omp}$

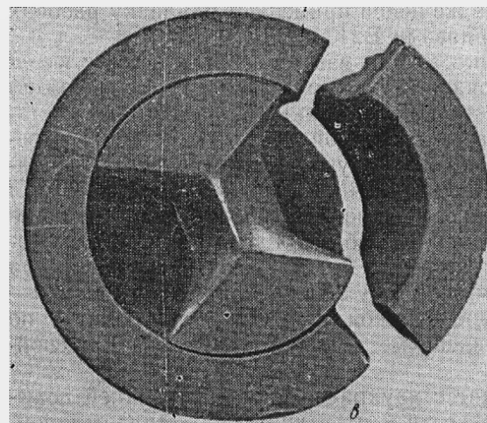
ХАРАКТЕРНЫЕ ВИДЫ РАЗРУШЕНИЯ МАТРИЦ



Отрыв опор



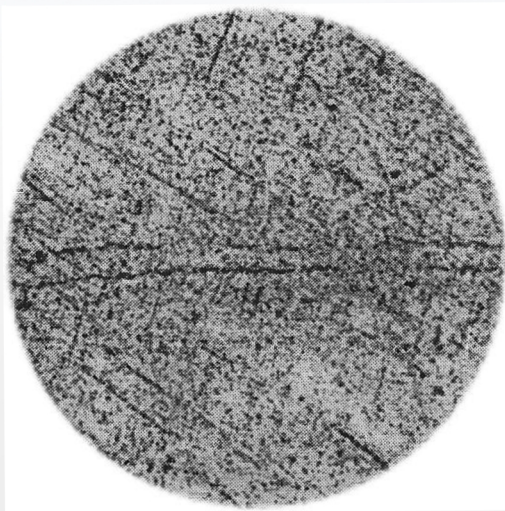
Отрыв иглы



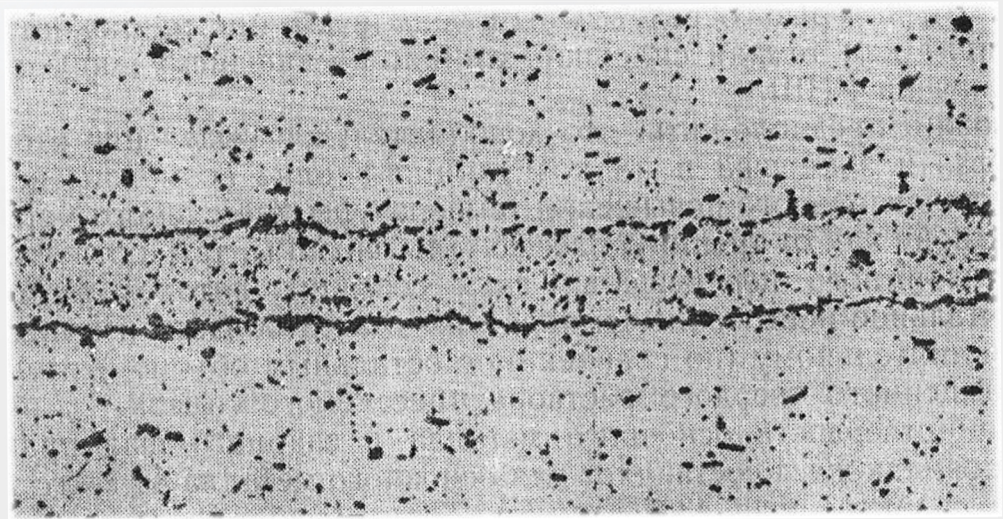
Разрыв корпуса консольной матрицы

МИКРОСТРУКТУРА СВАРНОГО ШВА

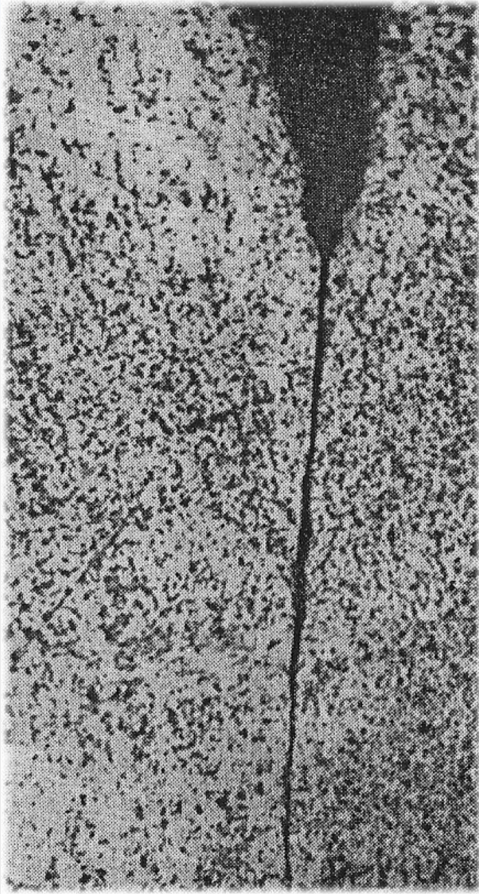
Труба АД1 (X150)



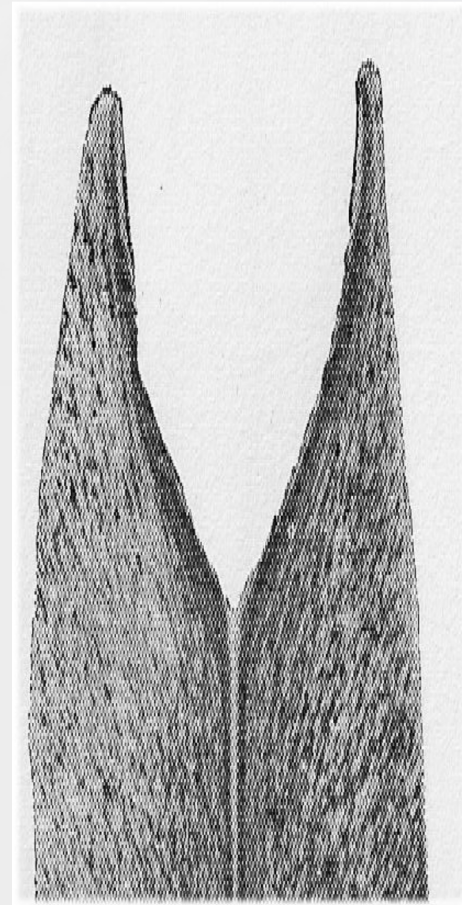
Вертолетный профиль АВ (X600)



СВАРНАЯ ЗОНА

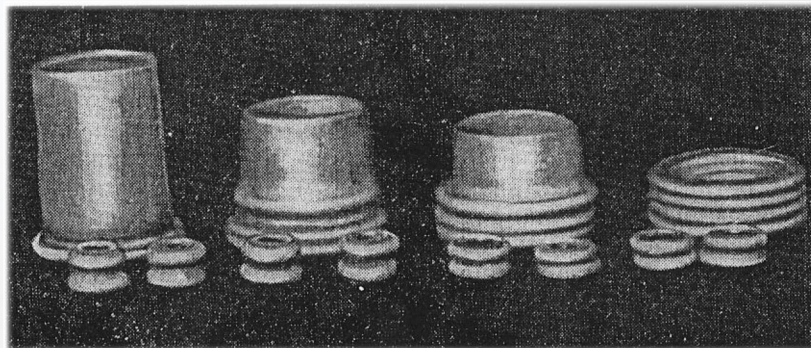


Микроструктура

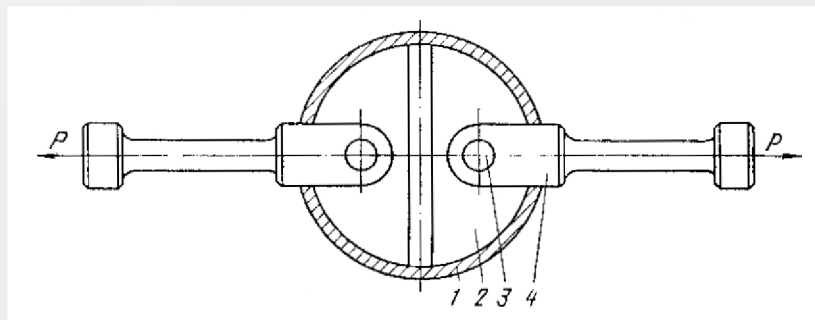


Макроструктура

Испытание труб на осевое сжатие



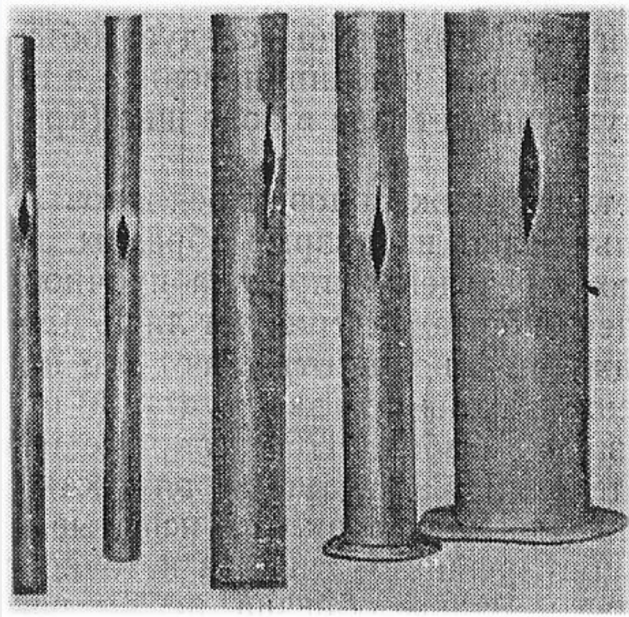
Испытание продольного шва в трубах



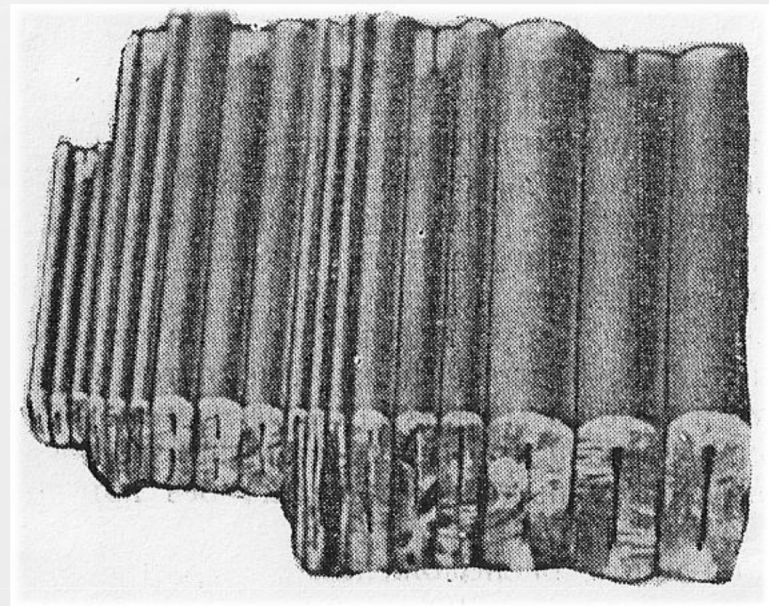
1- труба; 2 – вкладыши, 3 – ось, 4 – тяга.

ИСПЫТАНИЕ СВАРНЫХ ТРУБ

Гидравлические

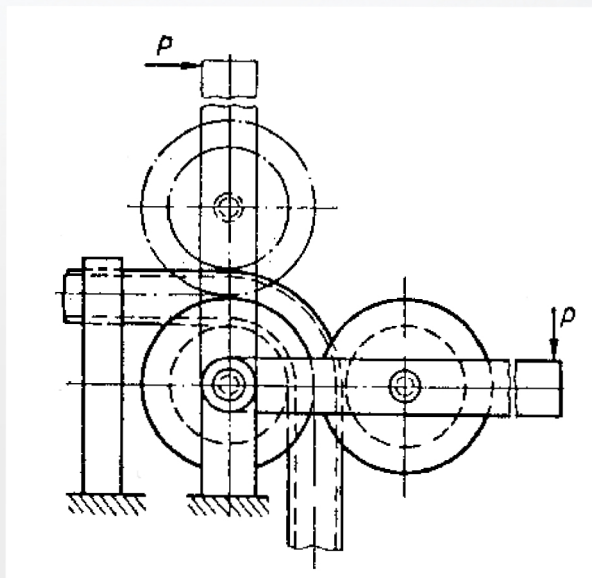


На сплющивание

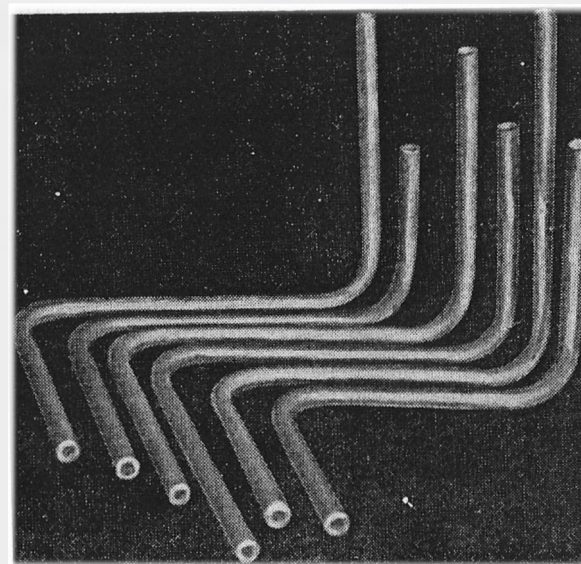


ИСПЫТАНИЕ СВАРНЫХ ТРУБ НА ИЗГИБ

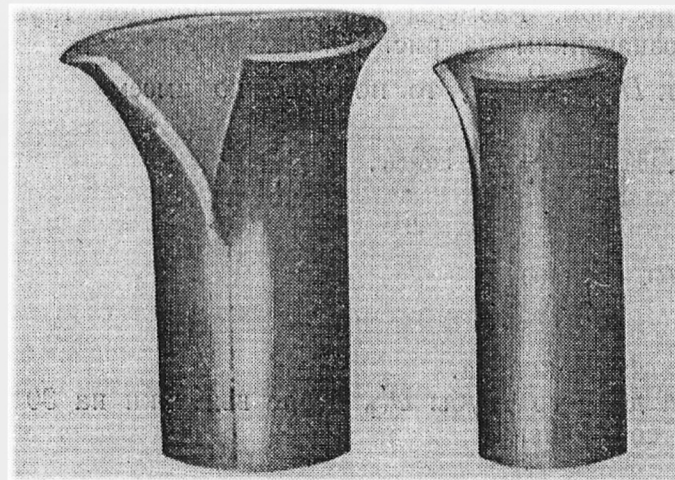
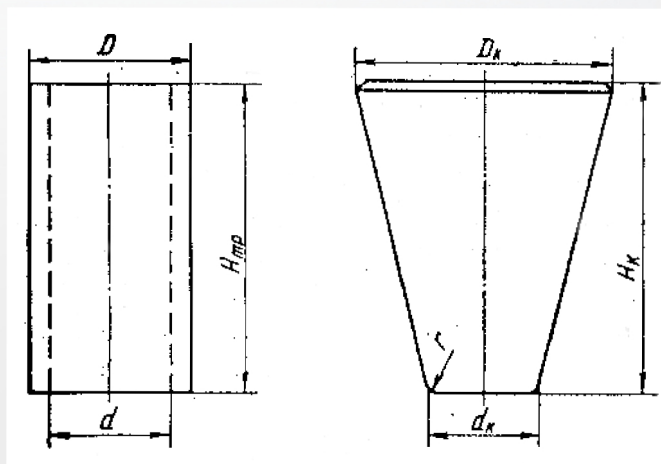
Устройство



Внешний вид



ИСПЫТАНИЕ СВАРНЫХ ТРУБ НА РАЗДАЧУ



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Алгоритм расчета прессования со сваркой труб

Выбор температуры прессования, $T > 350^\circ\text{C}$

Задание общего коэффициента вытяжки, $\lambda = 40-80$

Выбор горизонтального гидропресса, создающего давление 500-800 Мпа. Уточнение диаметра контейнера.

Определение диаметра сварочной камеры $D_{св.к} = \sqrt{\frac{4}{\pi}(\lambda_{св.к} f_{изд} + \frac{\pi d_{из}^2}{4})}$

Расчет времени сварки $\tau_{св} = W_{св.к} / (V_{ист} f_{изд}), \tau_{св} \geq 0,5 \text{сек}$

Определение давления сварки, $p \geq 200-500 \text{МПа}$

Расчет элементов матрицы на прочность

Выполнение рабочего чертежа матрицы

ЛЕКЦИЯ

ВОЛОЧЕНИЕ ПРОВОЛОКИ И ПРУКТКОВ

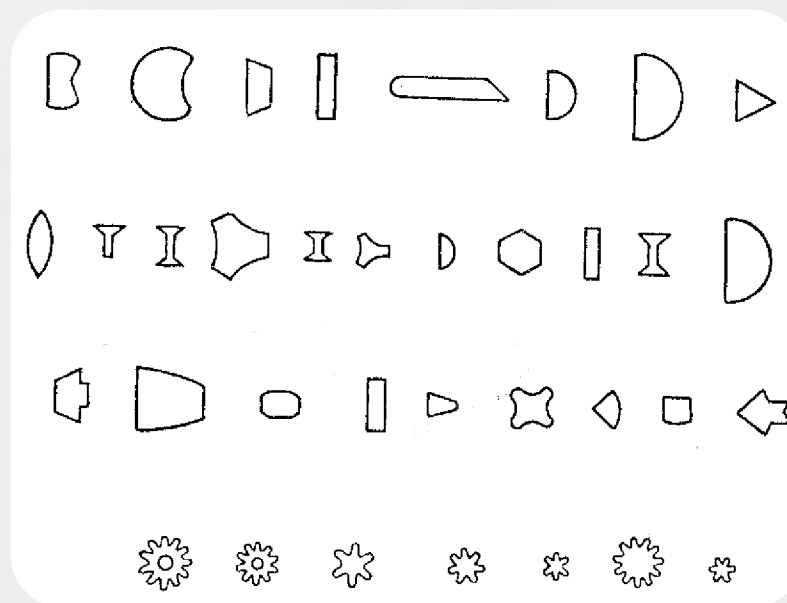
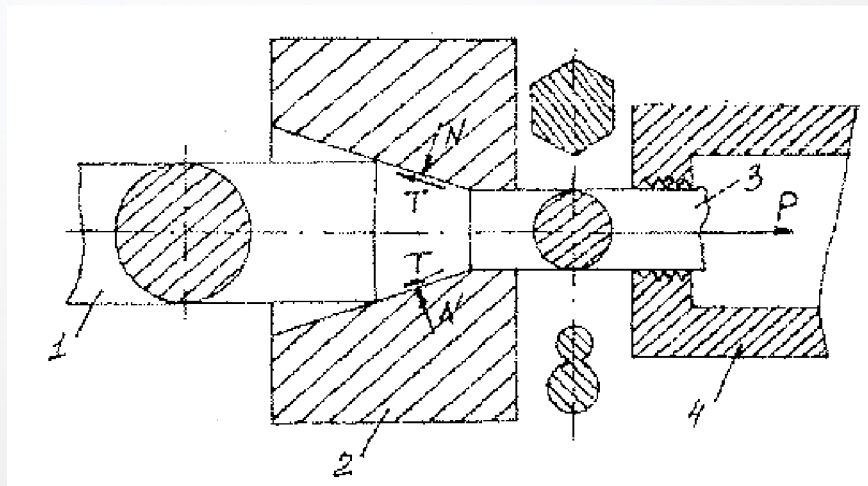


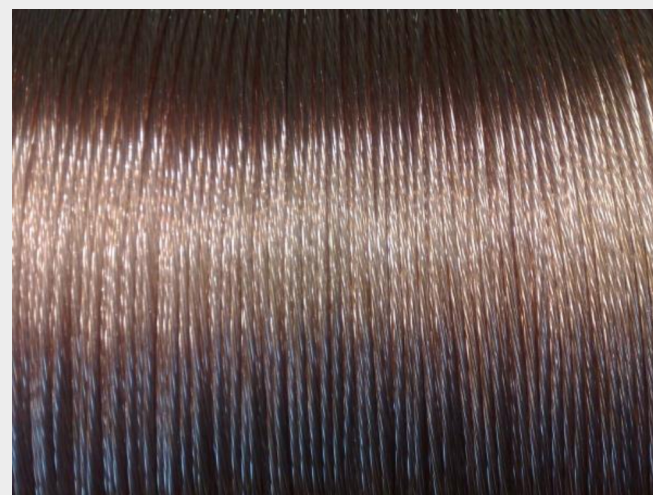
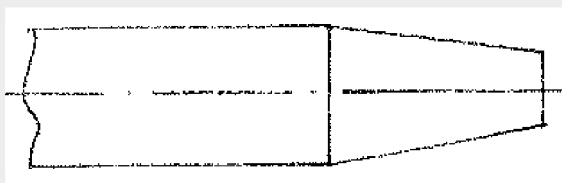
СХЕМА ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ ПРУТКОВ



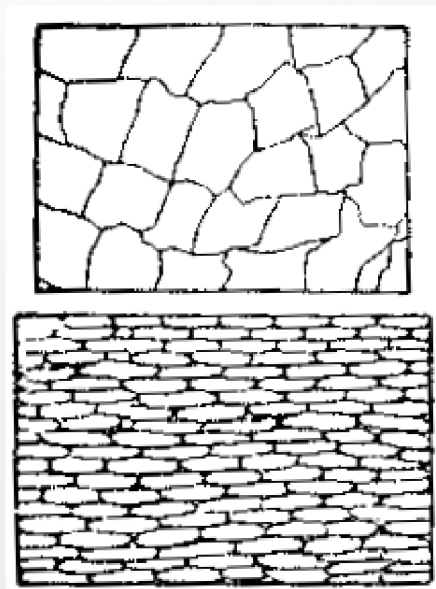
1- заготовка; 2 – волока; 3 – изделие; 4 – захват
тянущего устройства.

P – усилие волочения; N – реактивные силы;

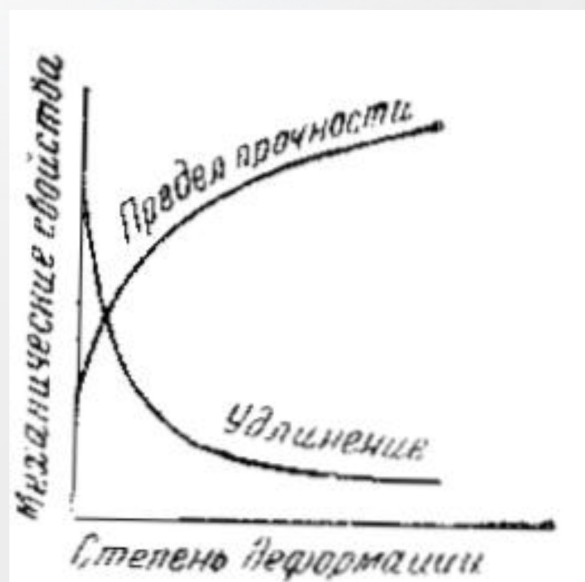
T – силы трения, $T=fN$ заострения



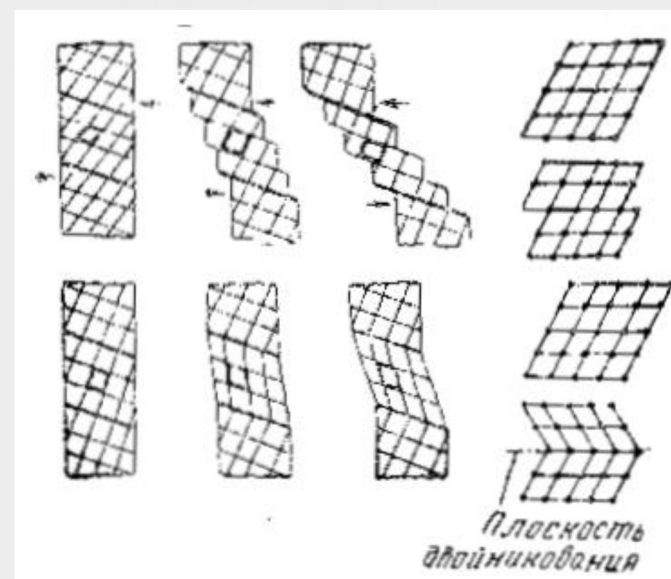
Структура



Свойства



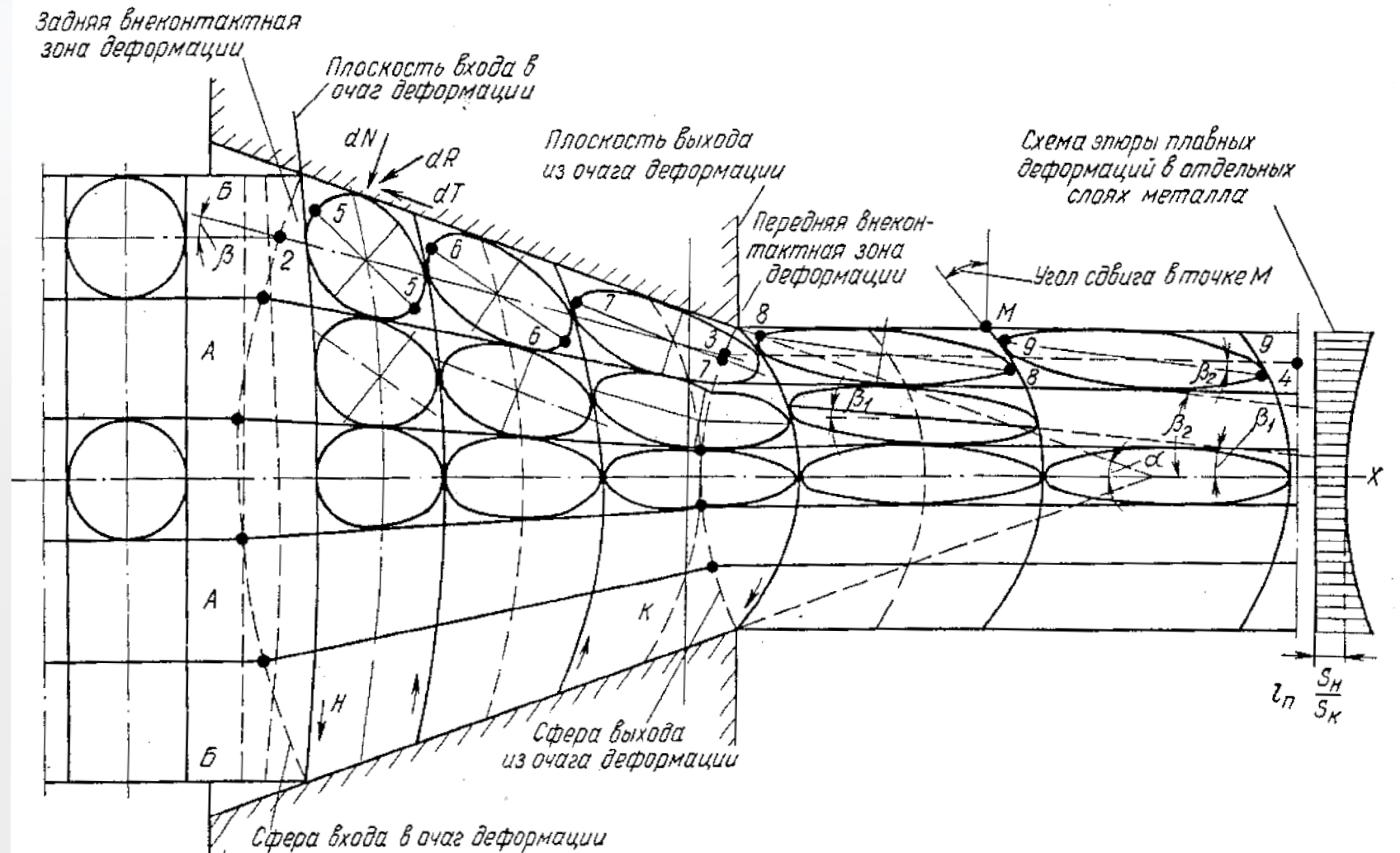
Деформация



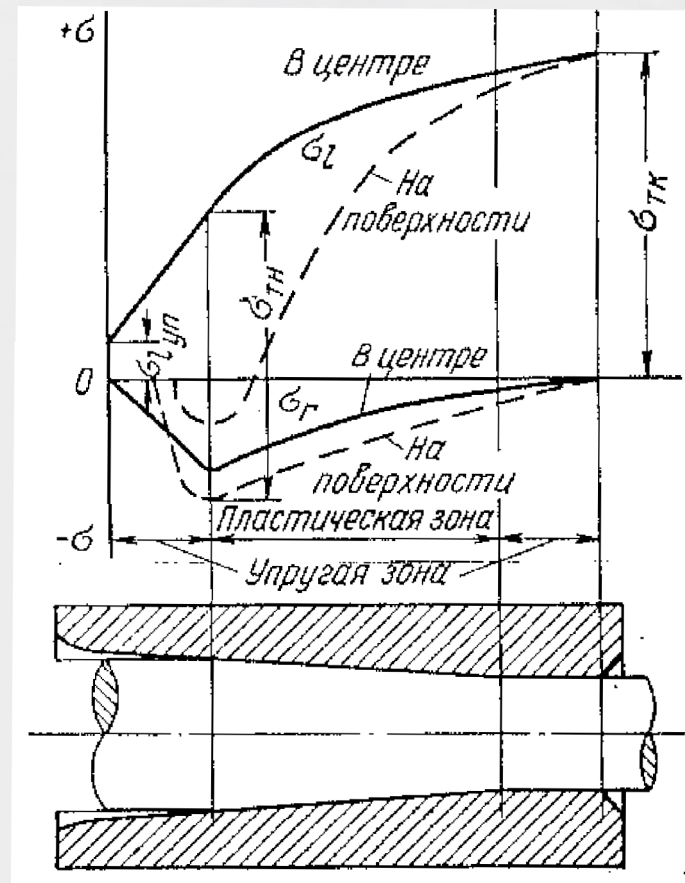
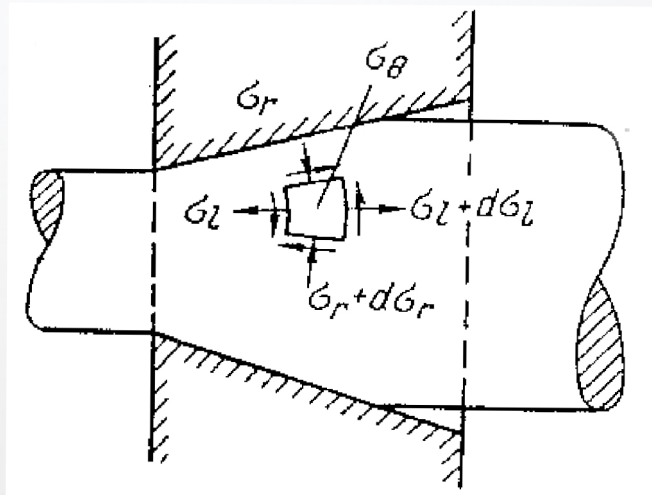
ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕФОРМАЦИИ

Показатель	Обозначение показателя	Величина показателя, выраженная через:						
		диаметры круглого профиля d_0 и d_K	сечений S_0 и S_K	длины l_0 и l_K	вытяжку μ	обжатие δ	удлинение λ	коэффициент уменьшения сечения, ε
Вытяжка	μ	$\frac{d_0^2}{d_K^2}$	$\frac{S_0}{S_K}$	$\frac{l_K}{l_0}$	μ	$\frac{1}{1-\delta}$	$1+\lambda$	$\frac{1}{\varepsilon}$
Обжатие	δ	$\frac{d_0^2 - d_K^2}{d_0^2}$	$\frac{S_0 - S_K}{S_0}$	$\frac{l_K - l_0}{l_K}$	$\frac{\mu - 1}{\mu}$	δ	$\frac{\lambda}{1+\lambda}$	$1-\varepsilon$
Удлинение	λ	$\frac{d_0^2 - d_K^2}{d_K^2}$	$\frac{S_0 - S_K}{S_K}$	$\frac{l_K - l_0}{l_0}$	$\mu - 1$	$\frac{\delta}{1-\delta}$	λ	$\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}$
Коэффициент уменьшения сечения	ε	$\frac{d_K^2}{d_0^2}$	$\frac{S_K}{S_0}$	$\frac{l_0}{l_K}$	$\frac{1}{\mu}$	$1-\delta$	$\frac{1}{1+\lambda}$	ε

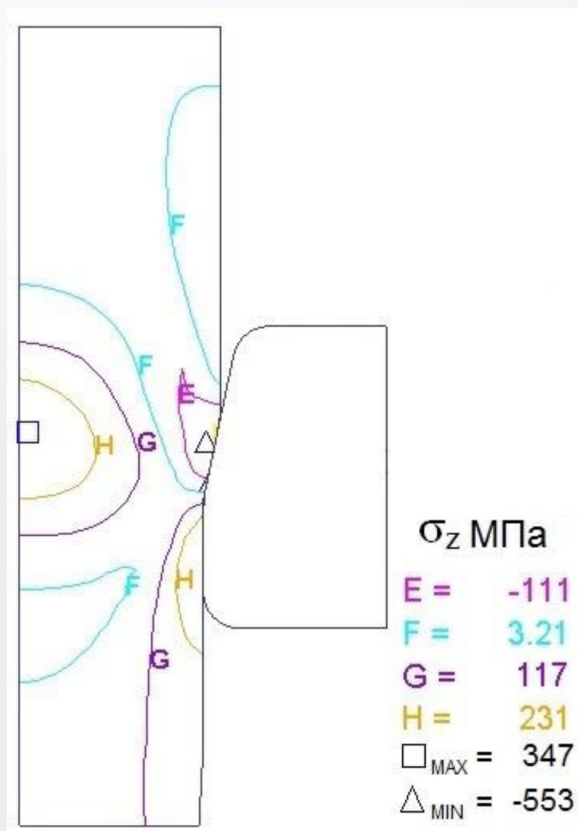
ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ



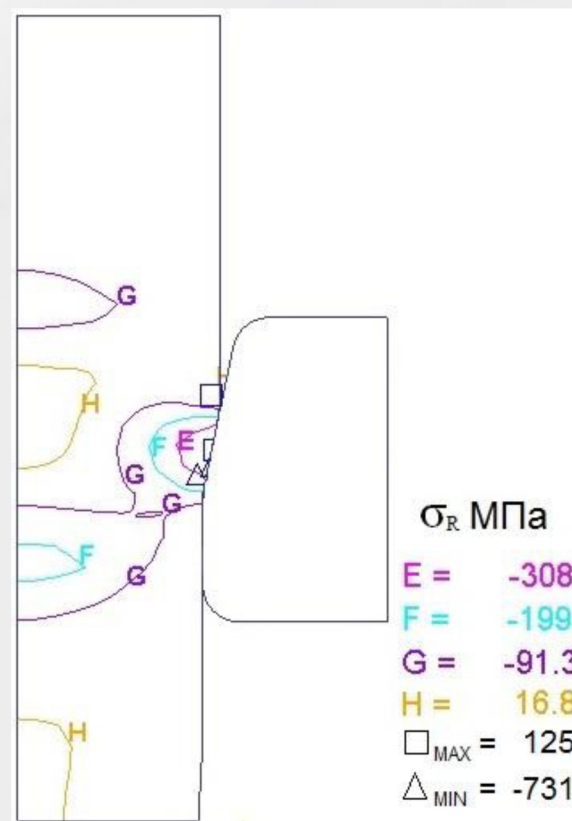
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ



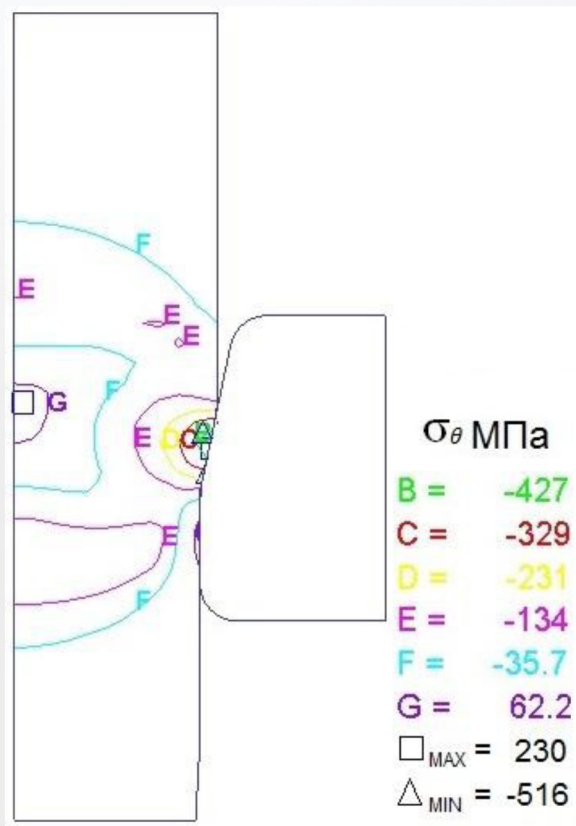
Осевые



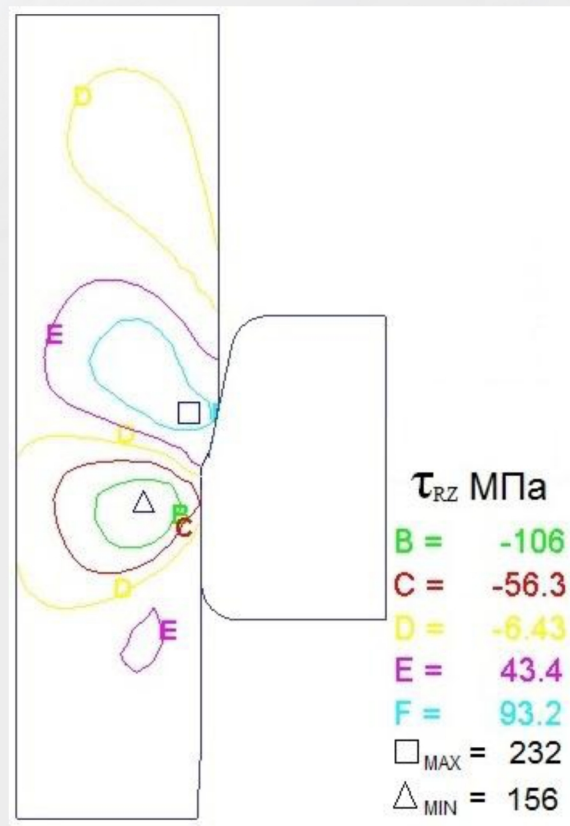
Радиальные



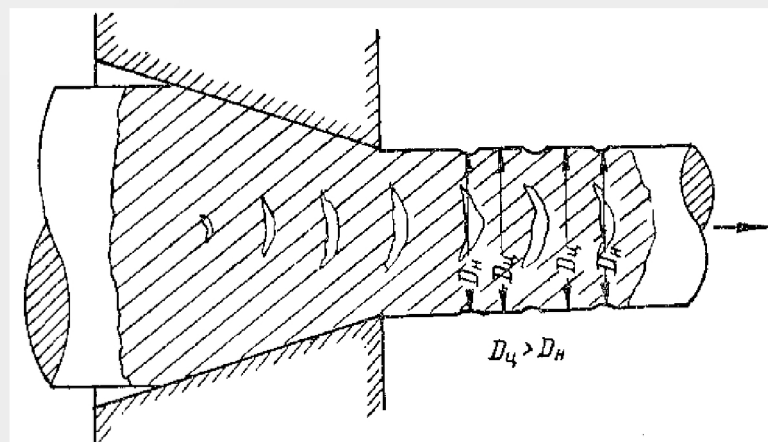
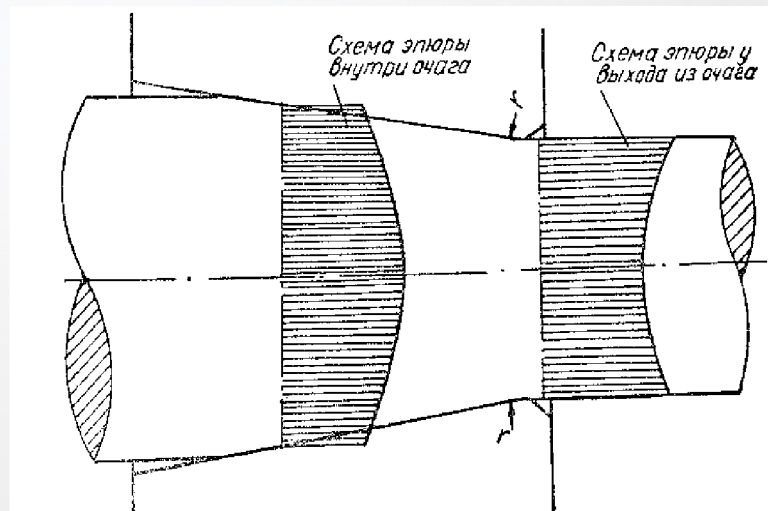
Окружные



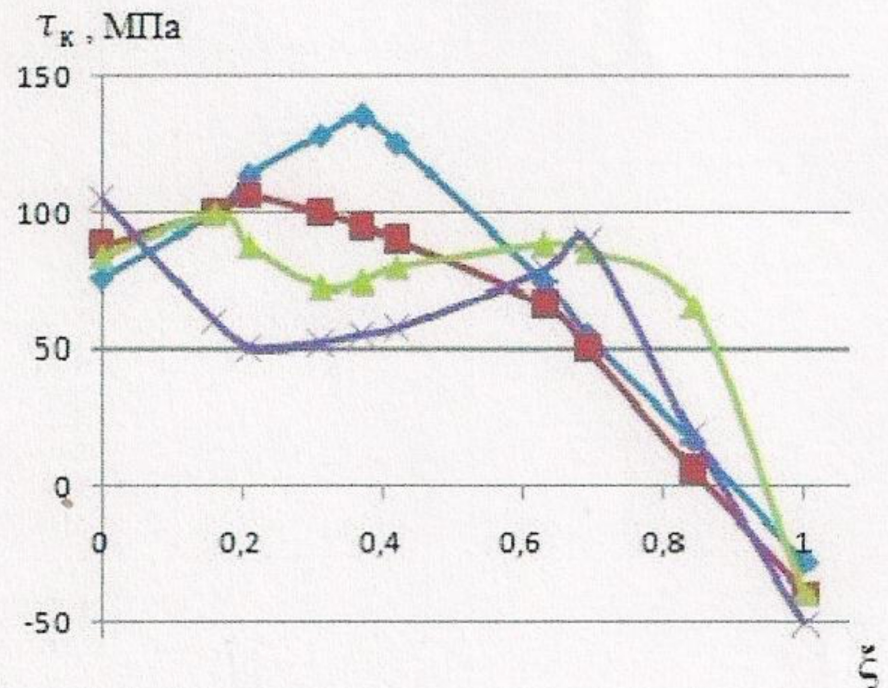
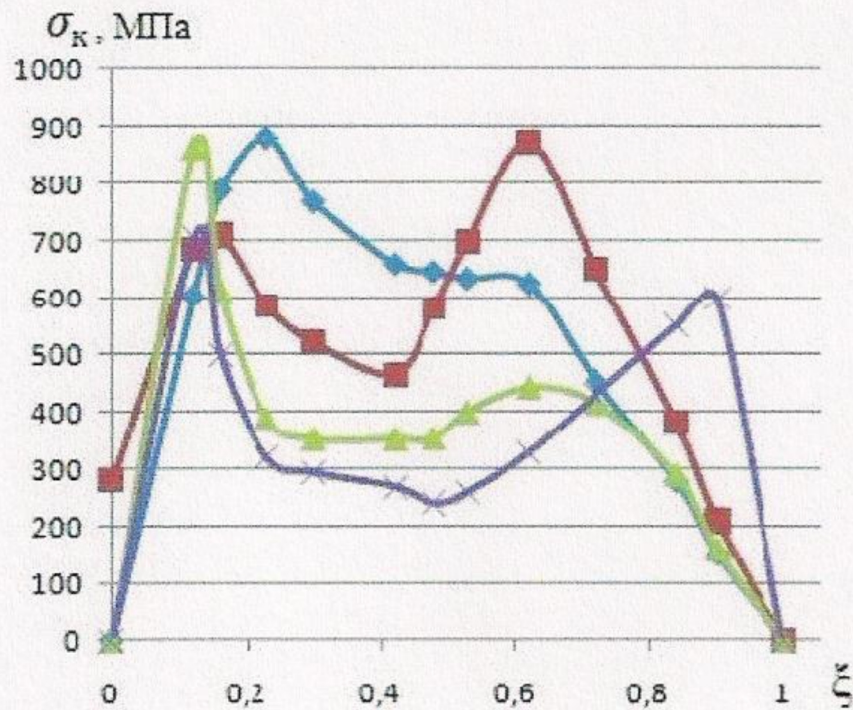
Касательные



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

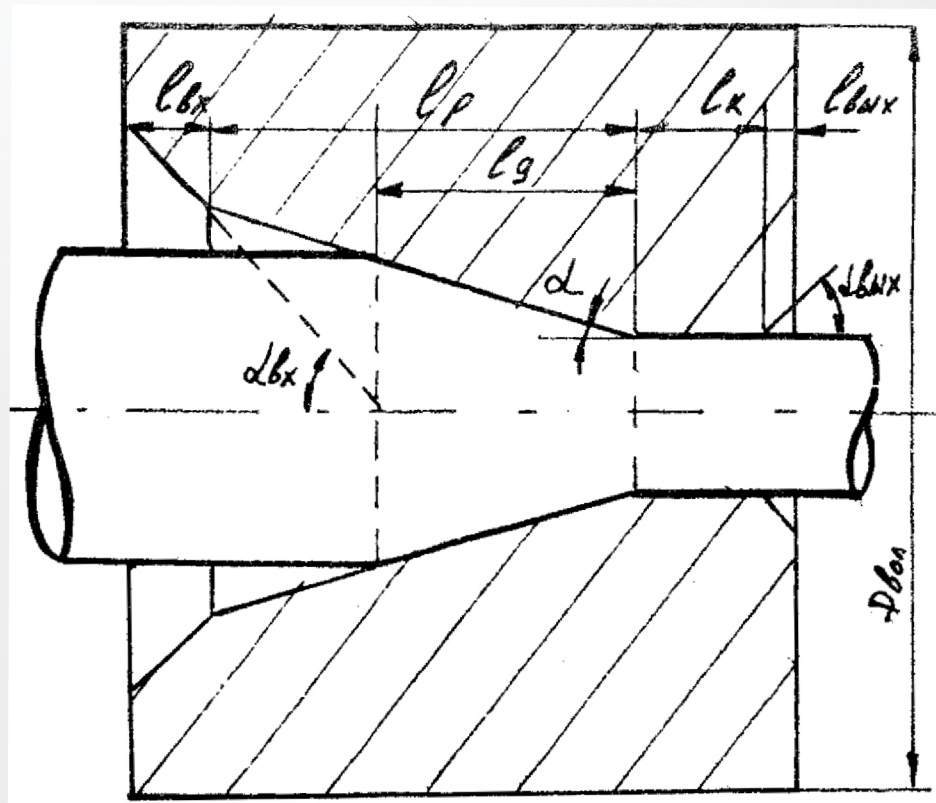


НАПРЯЖЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ ВОЛОКА-ЗАГОТОВКА

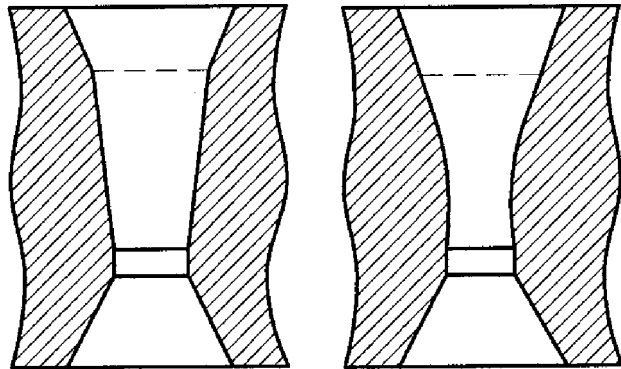


Этюра распределения нормального давления σ_k и касательного напряжения τ_k на границе заготовки – волокна в зависимости от коэффициента вытяжки, $\alpha=12^\circ$, $\mu=0,12$;
 (—♦— $\lambda=1,05$; —■— $\lambda=1,15$; —▲— $\lambda=1,2$; —×— $\lambda=1,35$)

ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА ВОЛОКИ

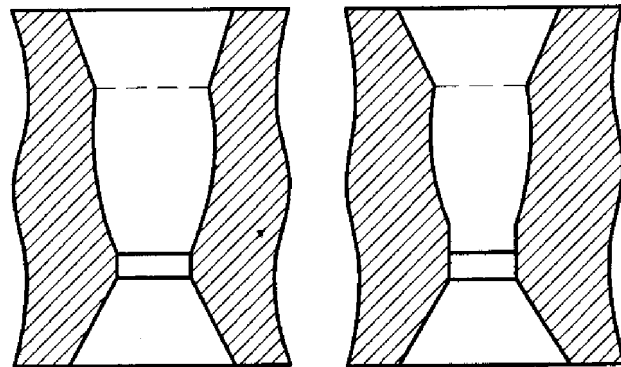


ФОРМА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ КАНАЛА ВОЛОКИ



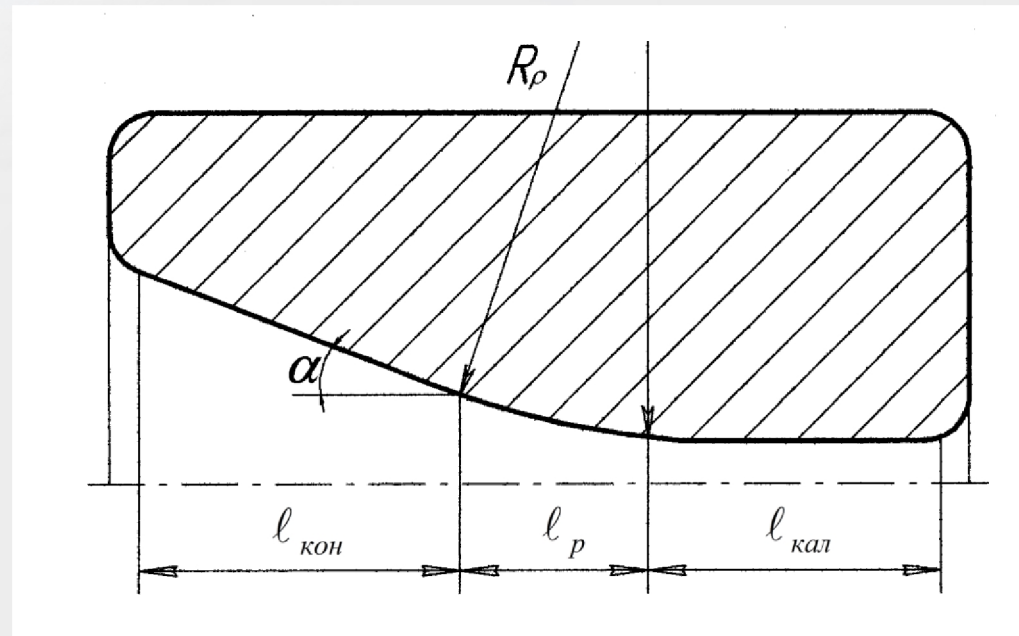
a

б



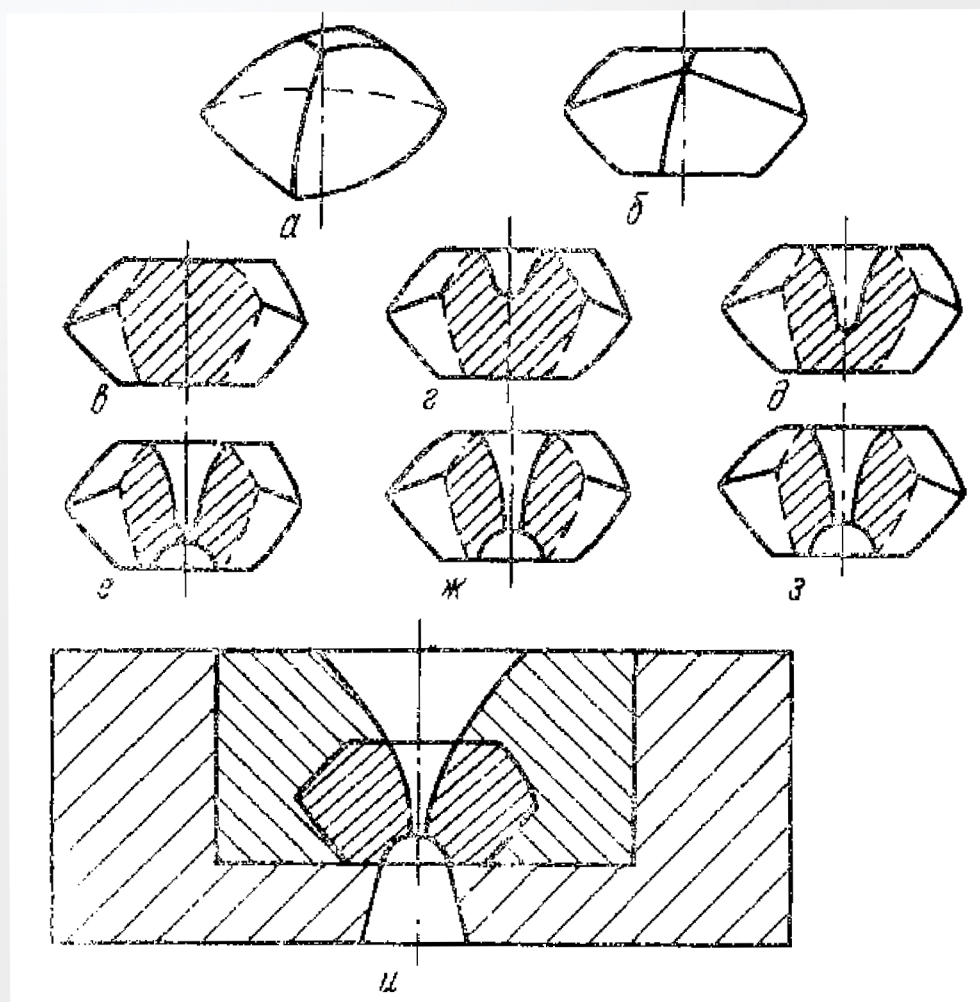
в

г



а – коническая, б – радиальная,
в – вогнутая, г - сигмоидальная

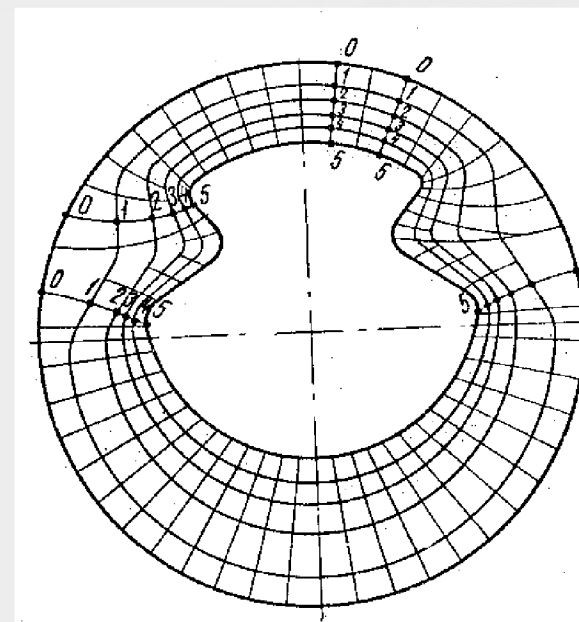
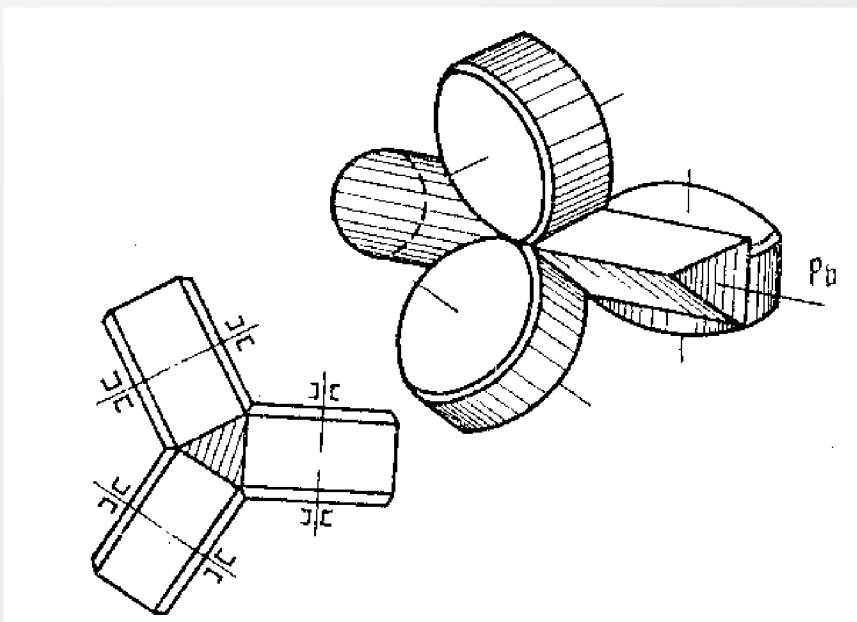
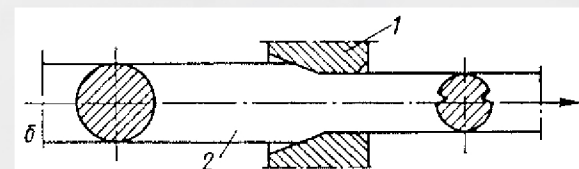
АЛМАЗНЫЕ ВОЛОКИ ДЛЯ ПРОВОЛОКИ



АЛМАЗНЫЕ ВОЛОКИ ДЛЯ ПРОВОЛОКИ



ВОЛОЧЕНИЕ НЕКРУГЛЫХ ПРУТКОВ

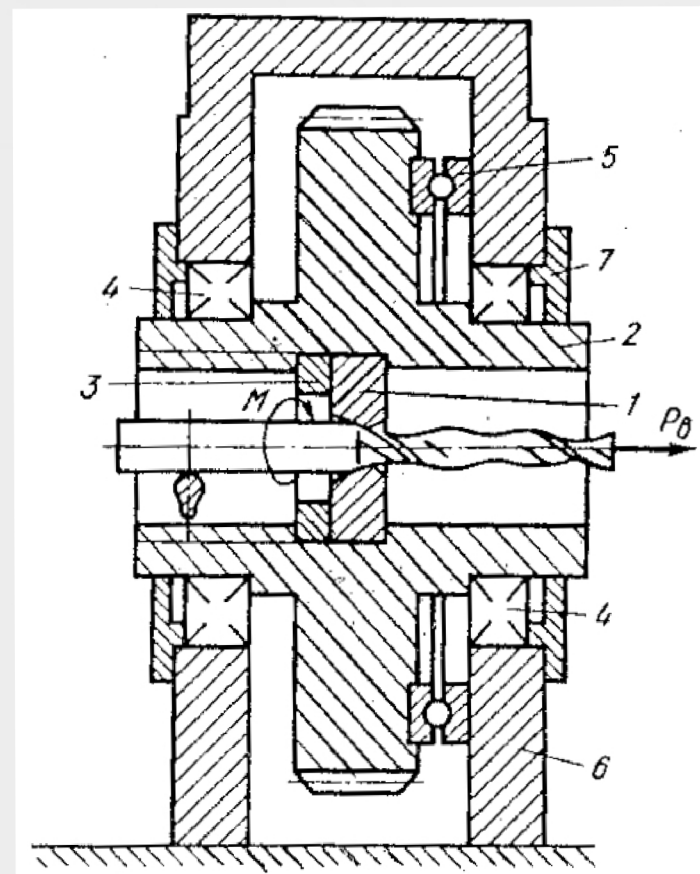
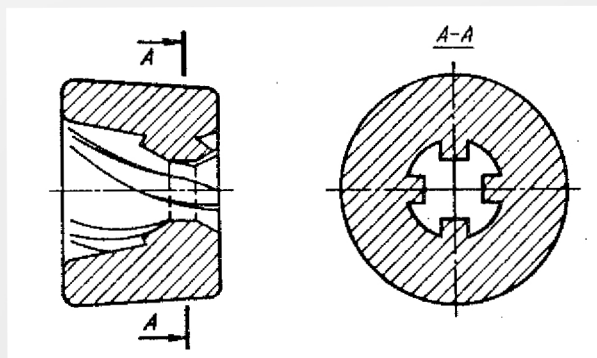


ВОЛОЧЕНИЕ ПРУТКОВ С ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

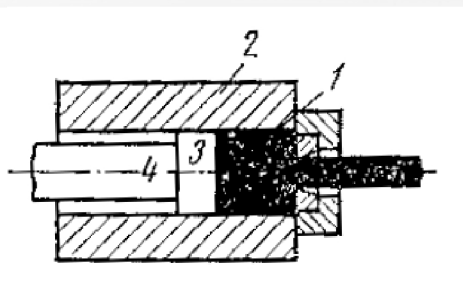
ВОЛОКА

Вращаемая

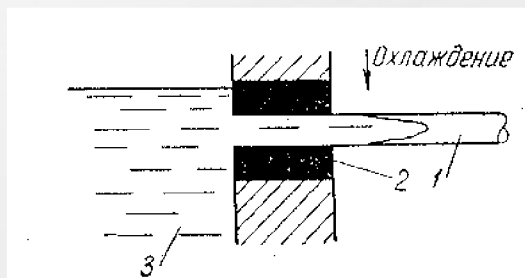
Неподвижная



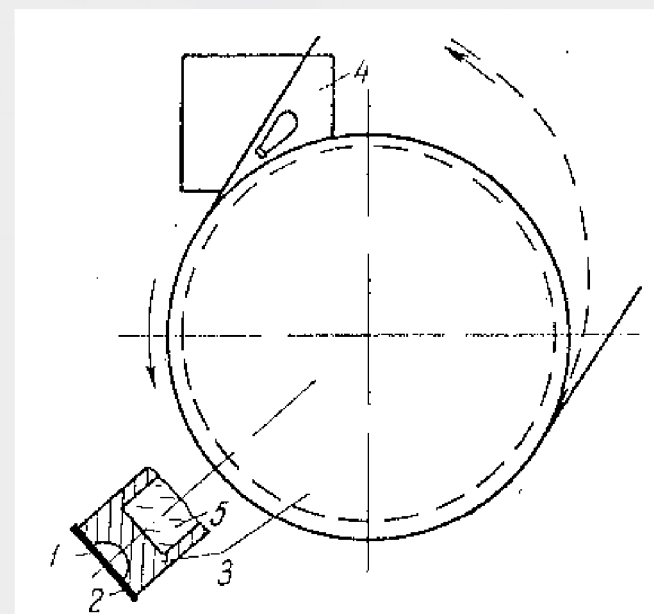
ЗАГОТОВКА ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ И ПРУТКОВ



- 1 – заготовка;
- 2 – контейнер;
- 3 – прессшайба;
- 4 – прессштемпель.

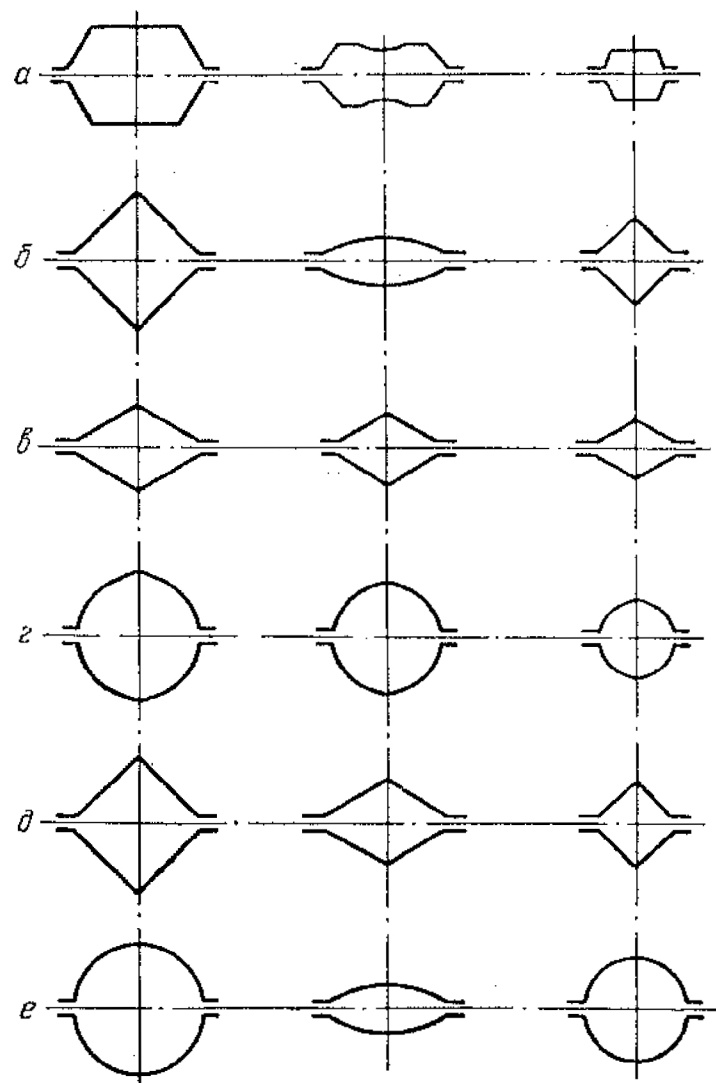


- 1 – проволочная заготовка после рекристаллизации;
- 2 – угольная матрица;
- 3 – расплав.



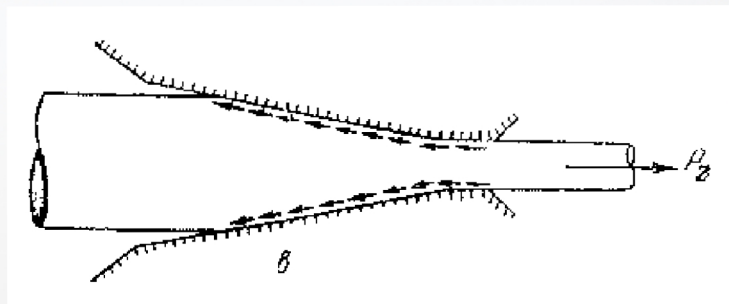
- 1 – металл, кристаллизующийся в канавке;
- 2 – натяжная лента;
- 3 – литейное колесо;
- 4 – дозатор и металлоприемник;
- 5 – вода.

КАЛИБРОВКИ ПРИ СОРТОВОЙ ПРОКАТКЕ ПРОВОЛОЧНОЙ И ПРУТКОВОЙ ЗАГОТОВКИ

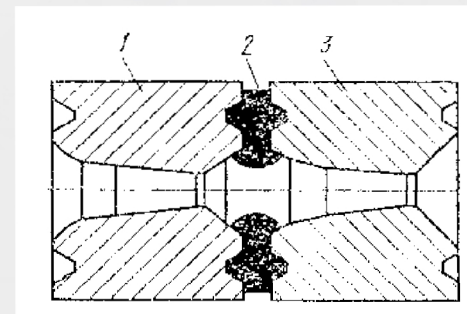


СХЕМЫ ВОЛОЧЕНИЯ

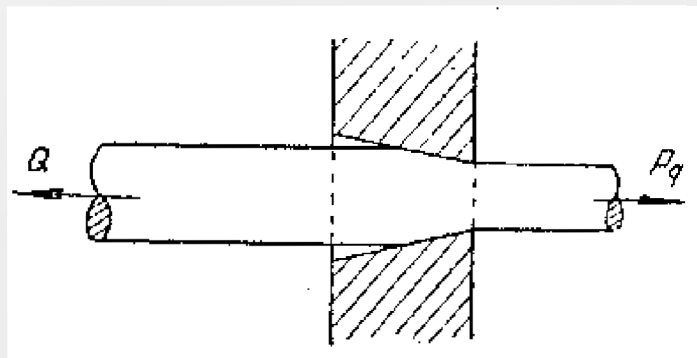
Традиционная



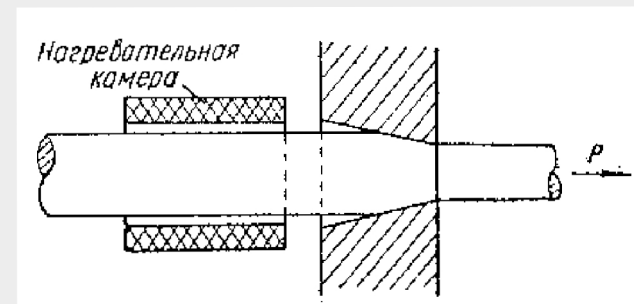
Гидродинамическая



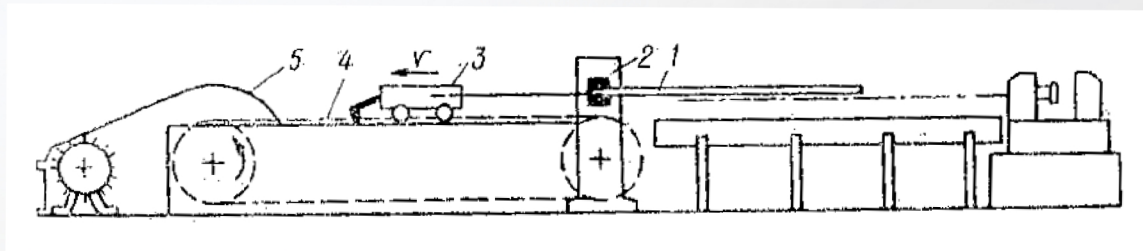
С противонапряжением



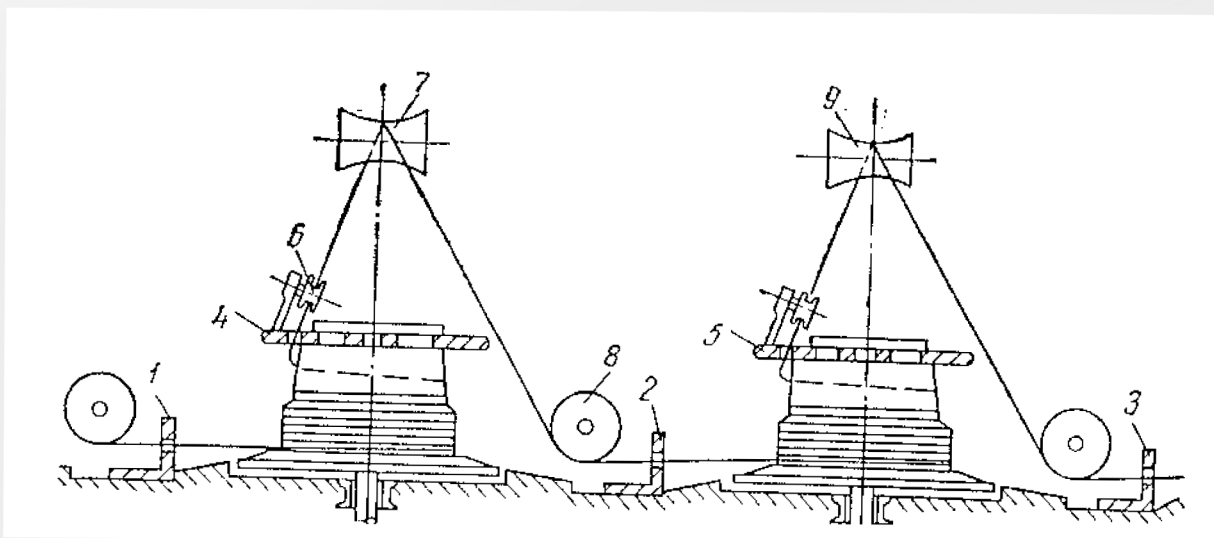
С нагревом



ЦЕПНОЙ СТАН ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ ПРУТКОВ

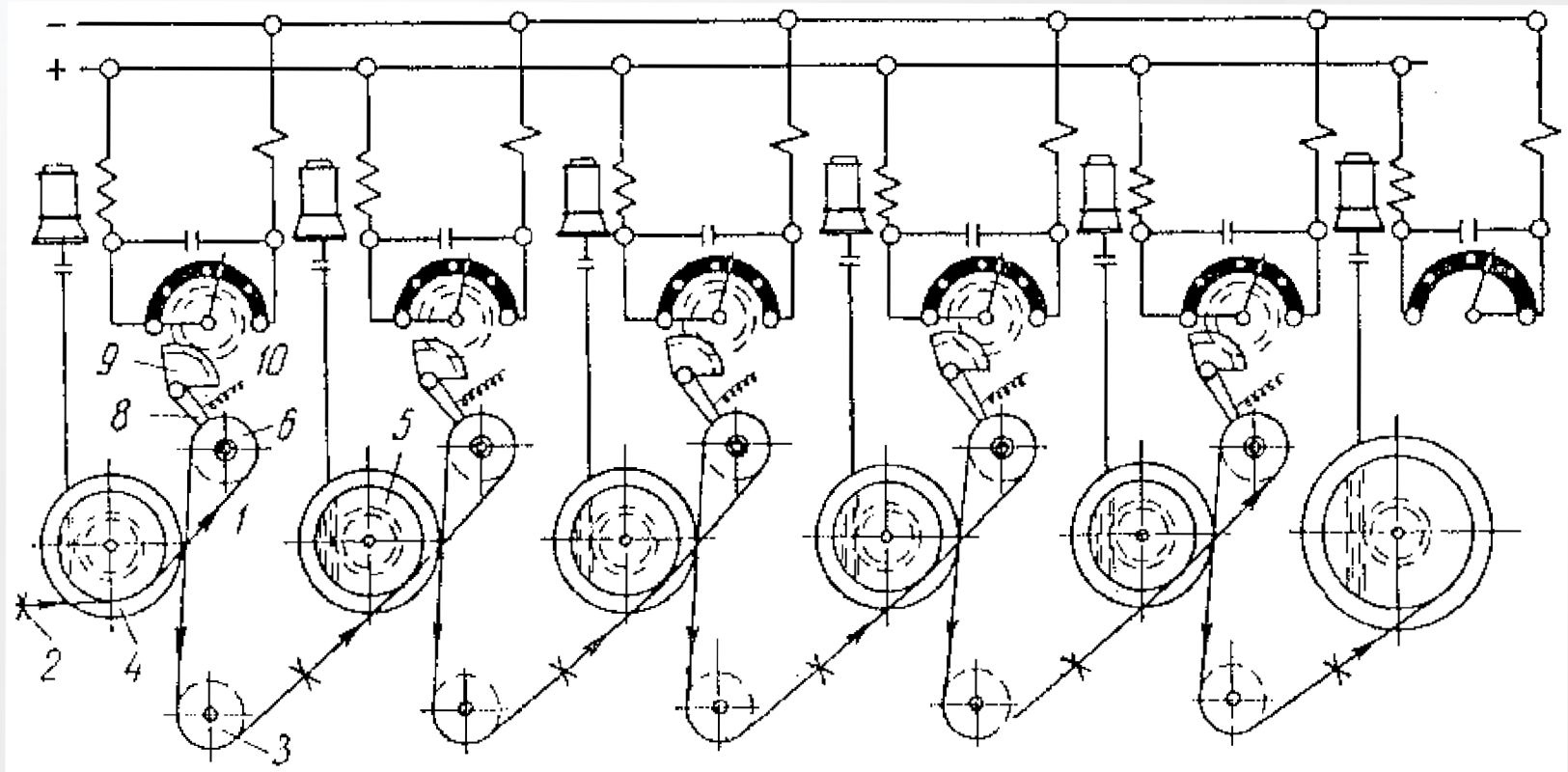


Машина магазинного типа для волочения проволоки без скольжения



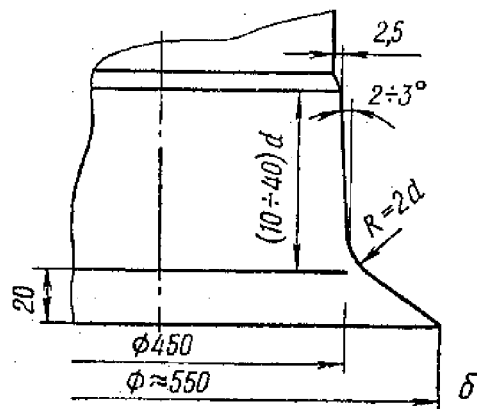
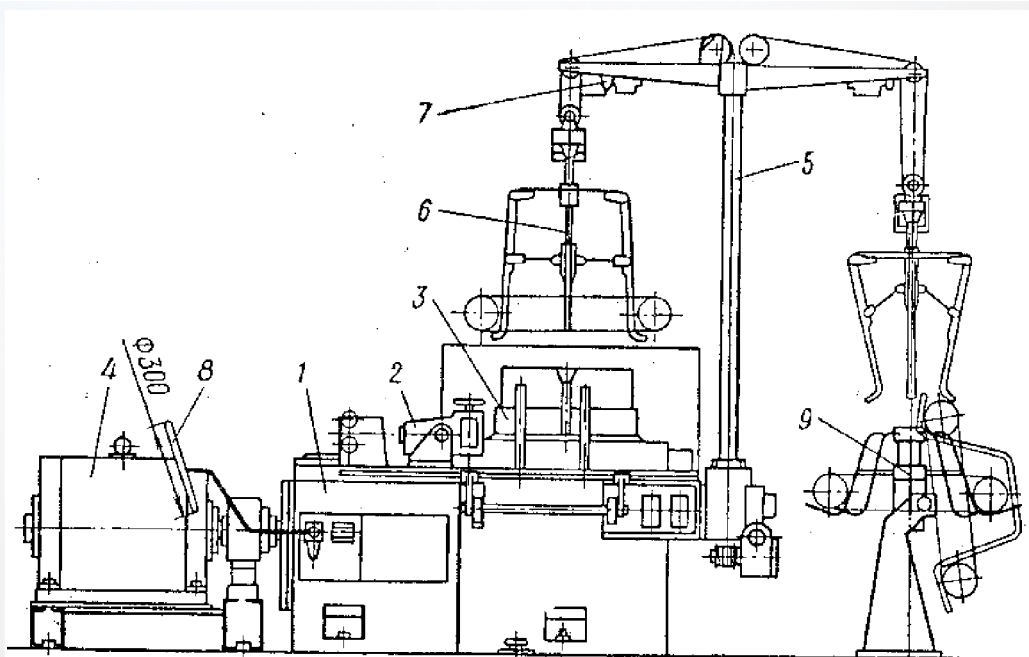
1 – 3 – волокни; 4,5 – кольцо с прорезью; 6-9 – ролики.

Схема машины непрерывно-петлевого типа для волочения проволоки со скольжением.



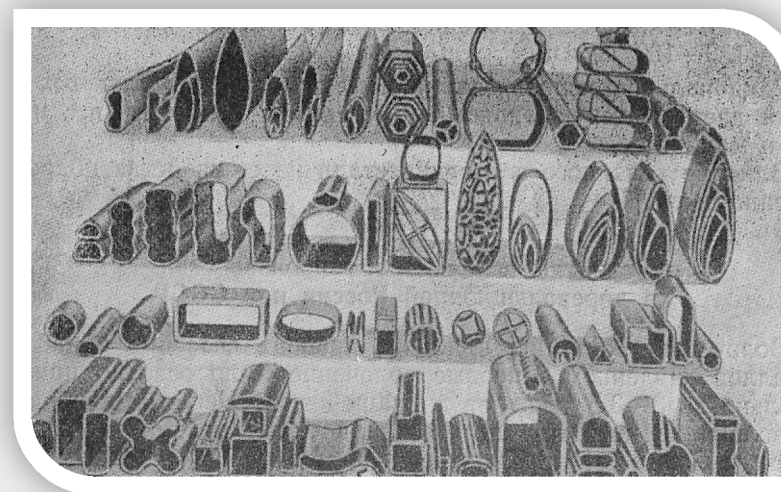
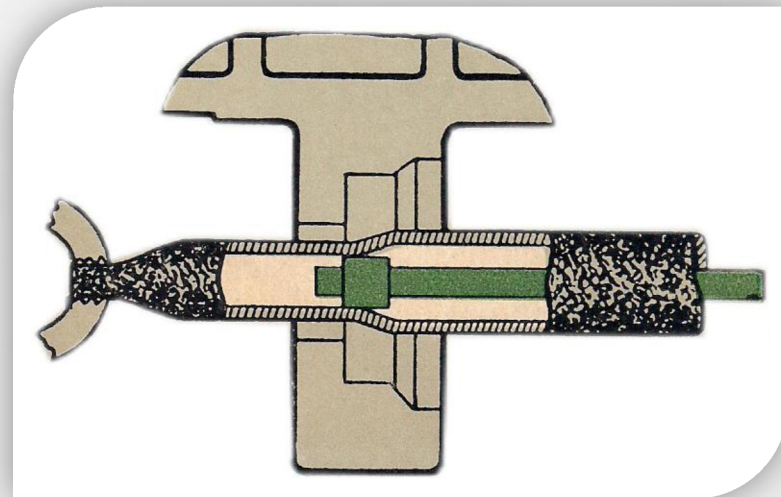
1 – проволока; 2 – первая волока; 3 – вторая волока; 4 – первая тяговая шайба;
5 – вторая тяговая шайба; 6 – подвижный натяжной ролик; 7 – неподвижный натяжной
ролик, 8 – уравнивательный рычаг, 9 – зубчатый сектор, 10 – пружина.

ОДНОКРАТНАЯ МАШИНА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ



1 – станина; 2 – волокодержатель с
мельницей, 3 – приемный барабан;
4 – электродвигатель, 5 – съемник
с электролебедкой; 6 – грейфер, 7
– концевой выключатель, 8 –
петлевой выключатель, 9 –
опрокидывающийся столик для
увязки мотков; б – профиль
барабана.

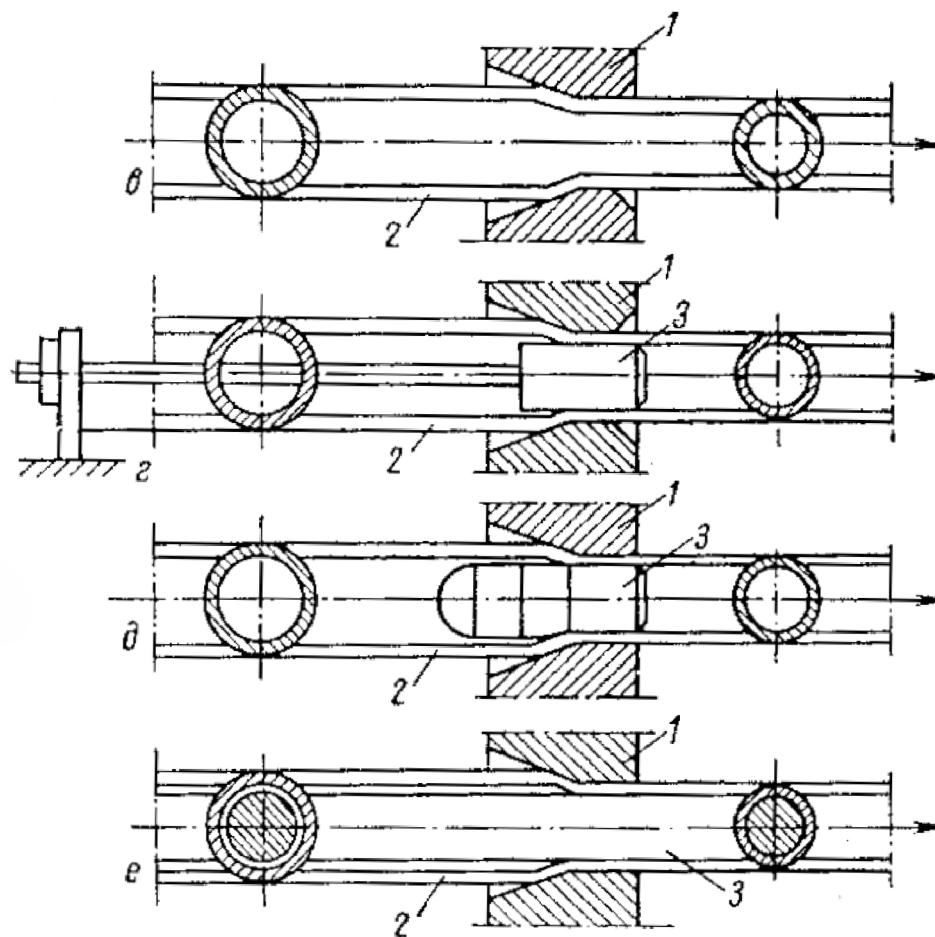
ЛЕКЦИЯ
ВОЛОЧЕНИЕ ТРУБ



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

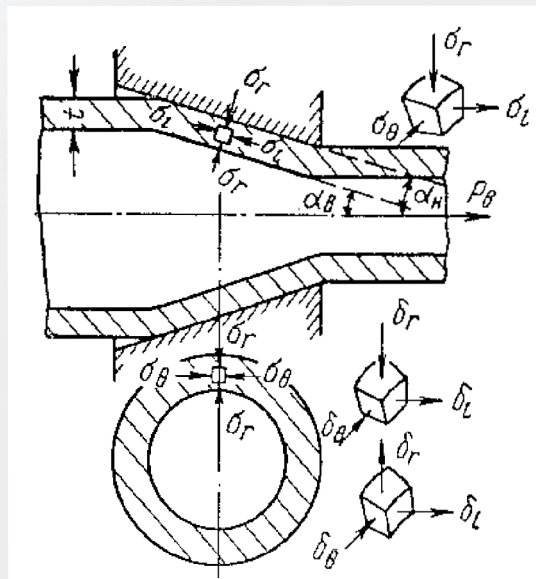
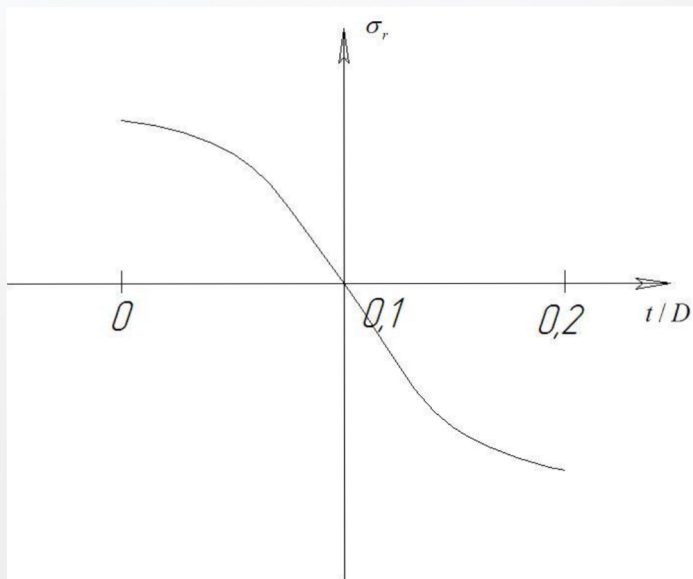


СХЕМА ВОЛОЧЕНИЯ ТРУБ



1- волока; 2 – заготовка; 3 – оправка.

БЕЗОПРАВОВОЧНОЕ ВОЛОЧЕНИЕ



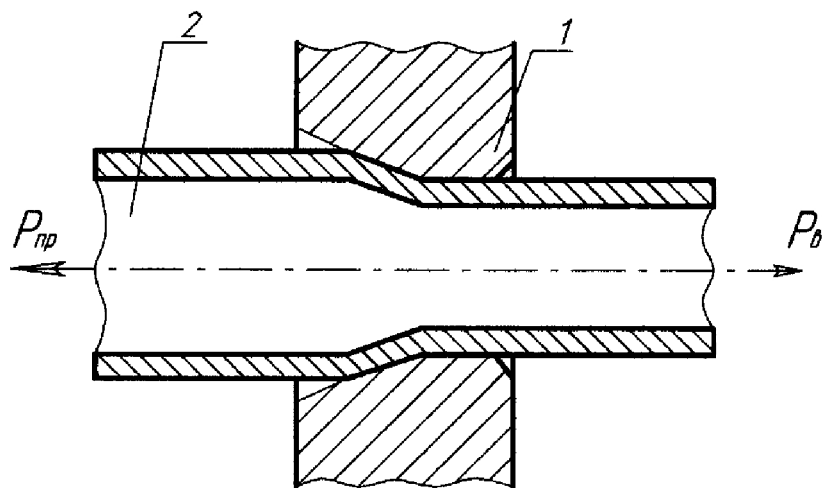
$$\mu = \frac{F_H}{F_K} = \mu_D \mu_t$$

$$\mu_D = \frac{D_{cp.H}}{D_{cp.K}} \quad \mu_t = \frac{t_H}{t_K}$$

$$\sigma_e + \sigma_\theta = \beta \sigma_T$$

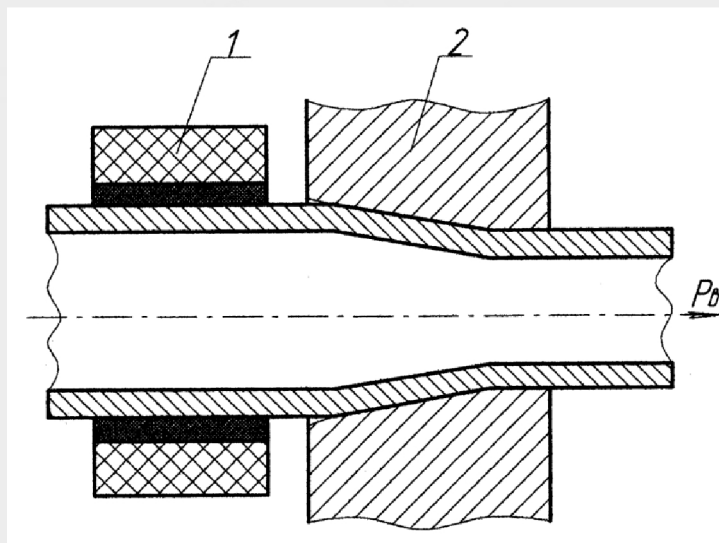
Волочение

С противонапряжением



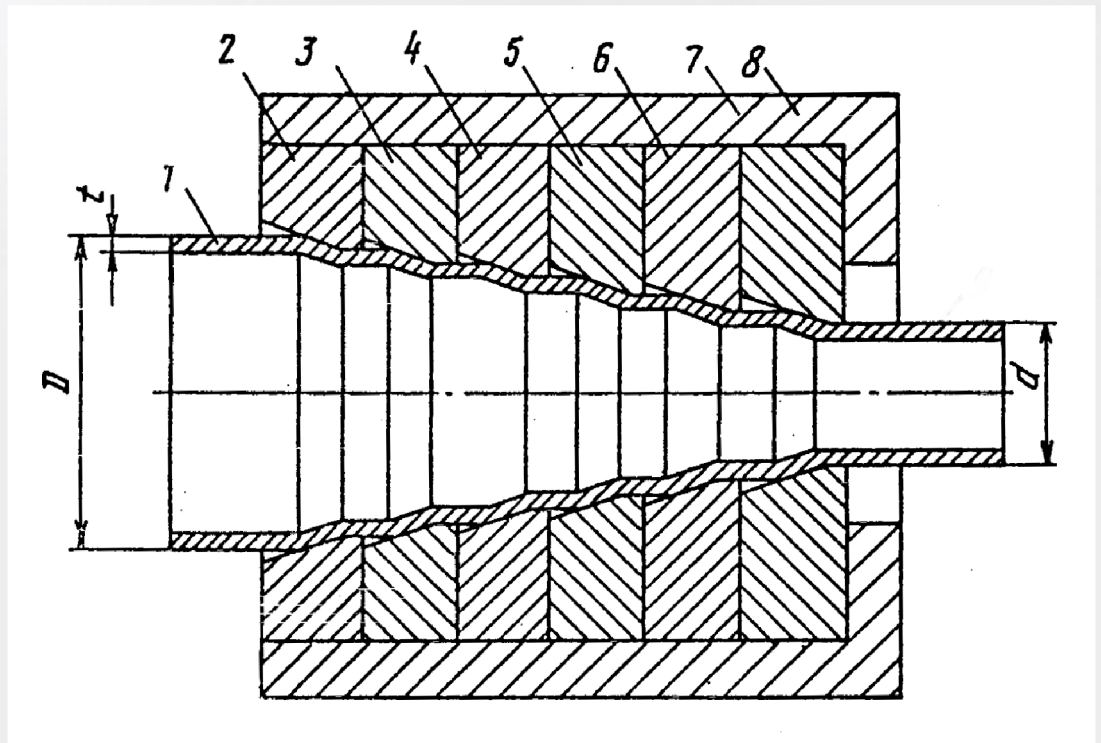
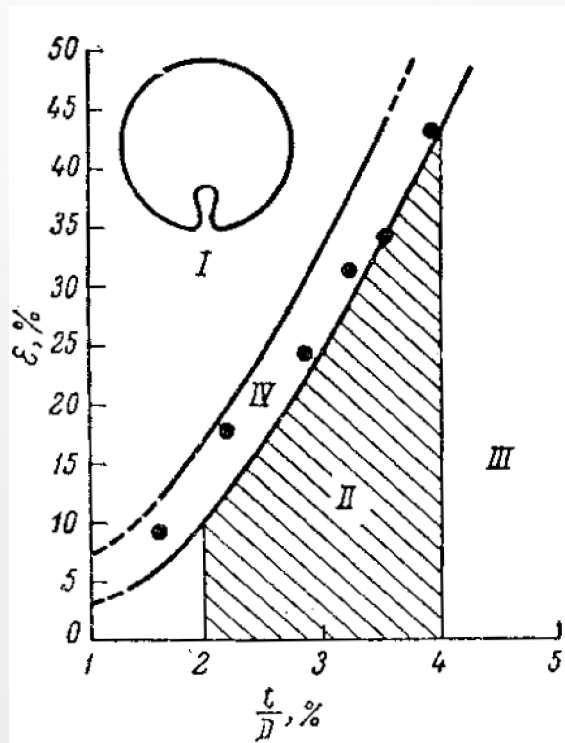
1- волока; 2 –заготовка

С нагревом



1 – нагревательный элемент; 2 - волока

ВОЛОЧЕНИЕ ОСОБО ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ

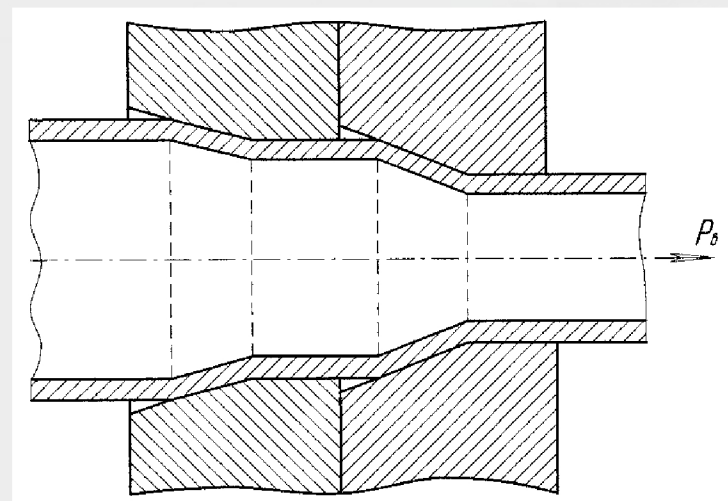
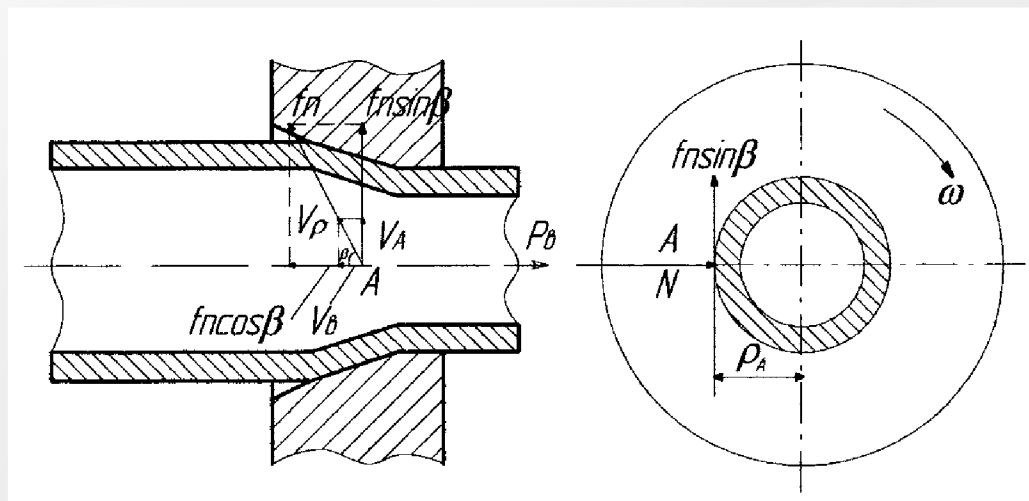


1 – заготовка, 2 - 7 – волокна, 8 – волокодержатель

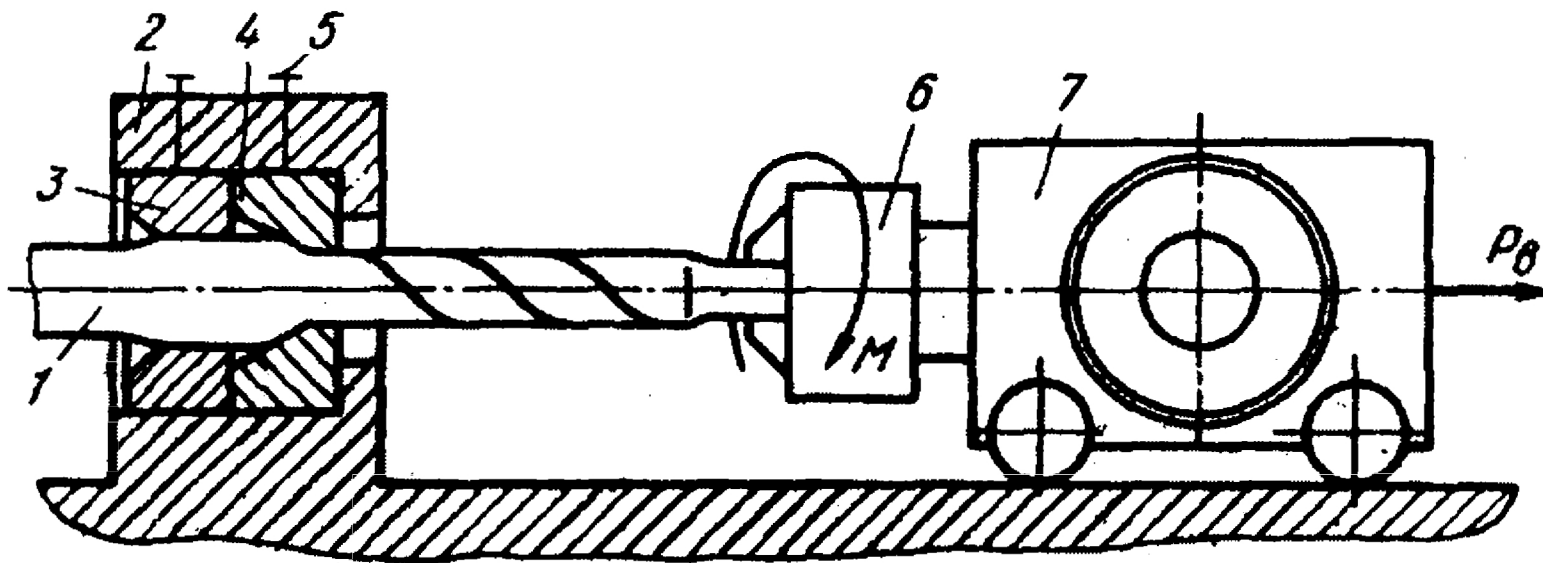
Волочение

С кручением

В две волокна

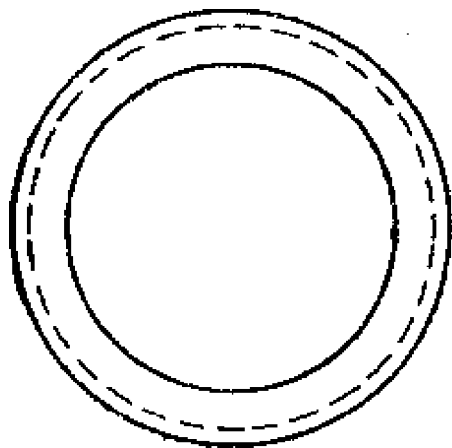


ВОЛОЧЕНИЕ ОСОБО ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ

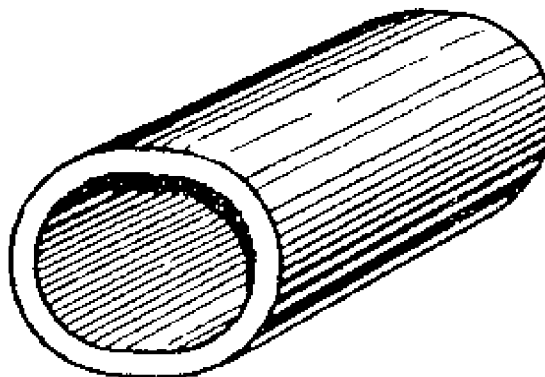


1 – трубная заготовка; 2 – волокодержатель; 3, 4 – волокни; 5 – прижимные болты;
6 – вращающийся захват; 7 – тележка

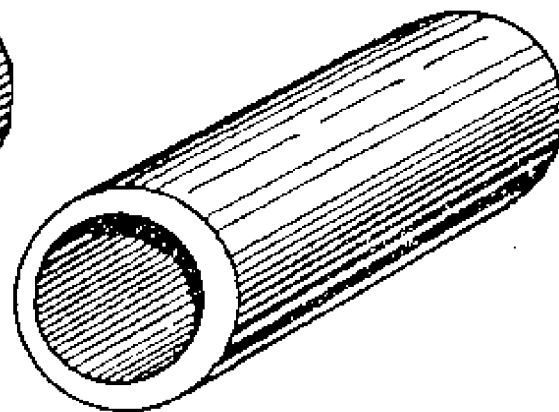
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ДЕФЕКТЫ ТРУБ



Нарушение геометрии

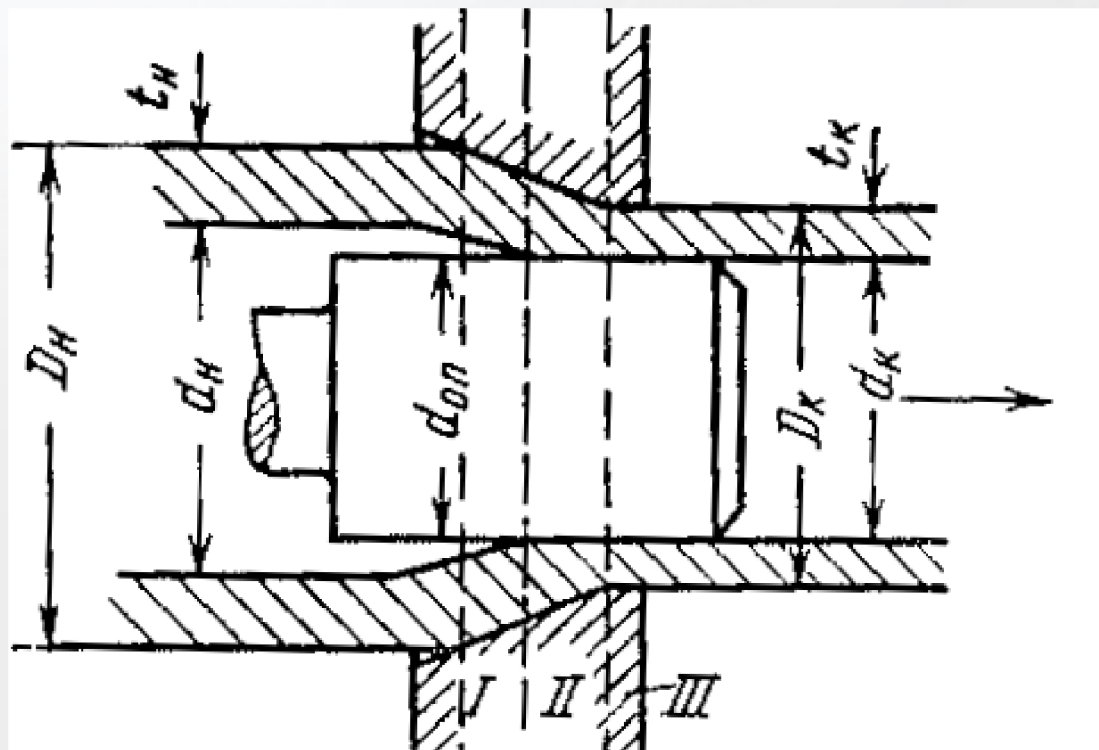


Овальность

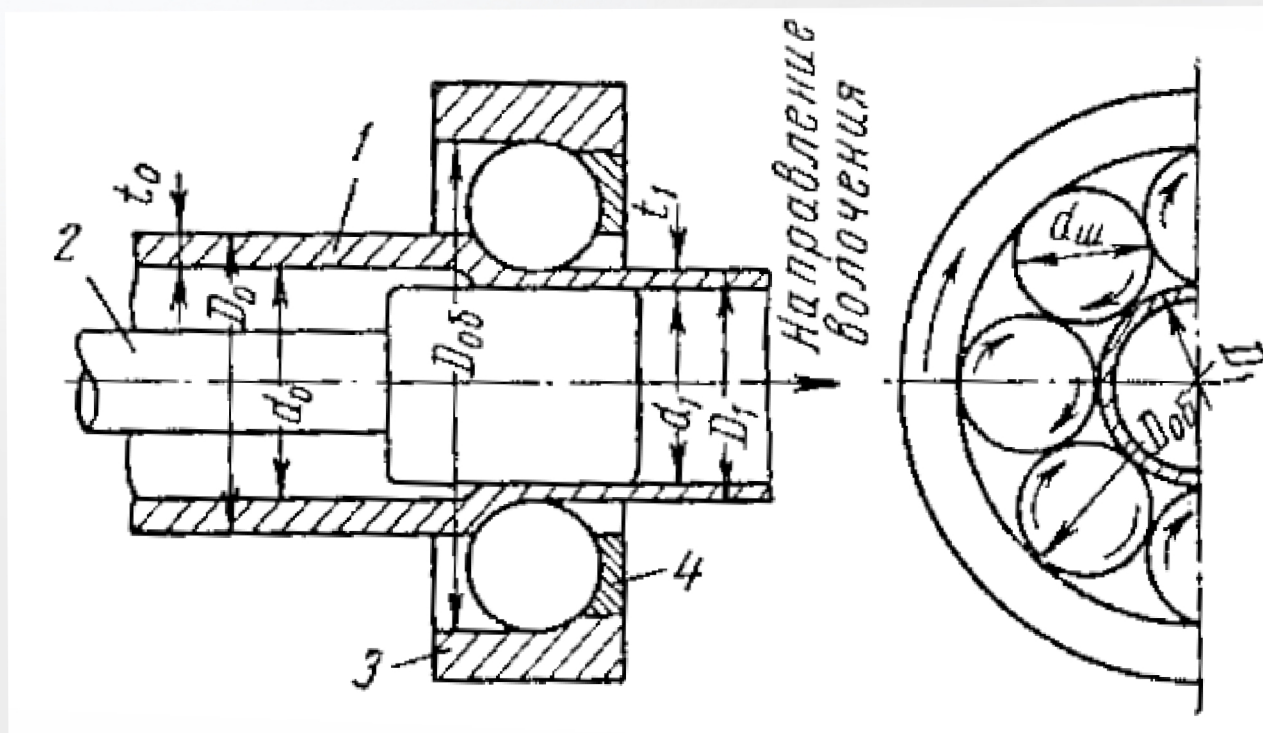


Разностенность

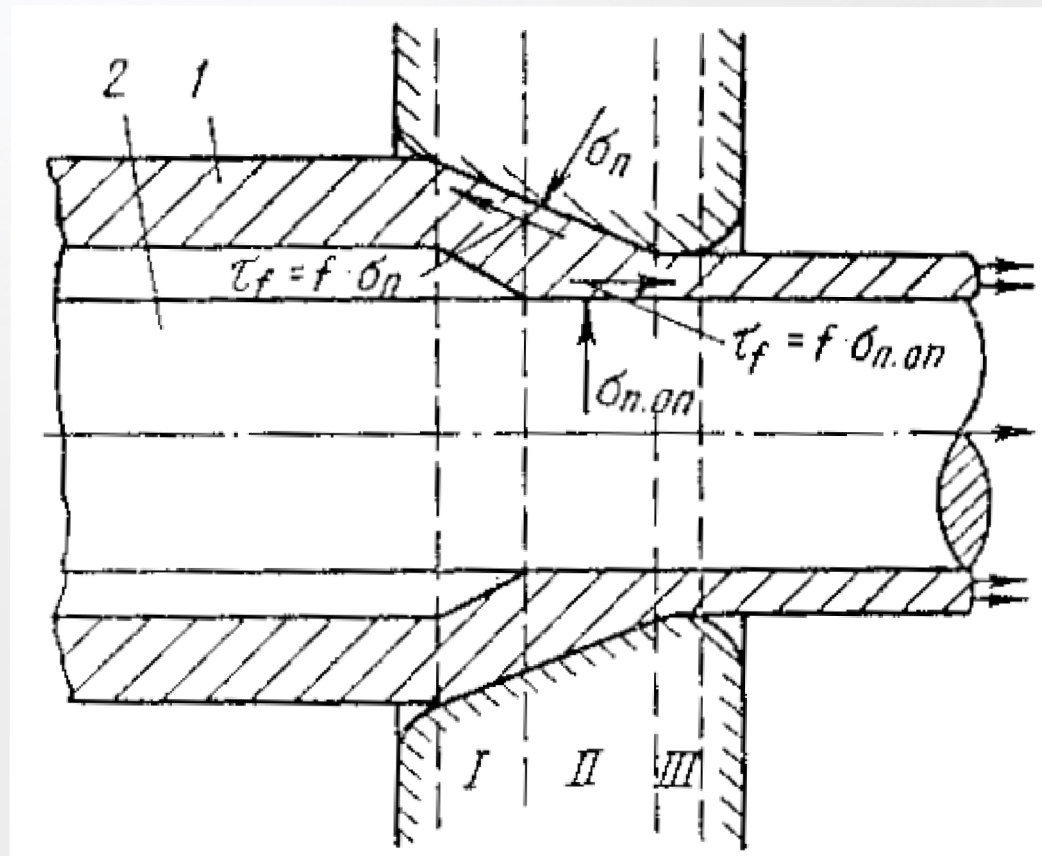
ВОЛОЧЕНИЕ НА КОРОТКОЙ ЗАКРЕПЛЕННОЙ ОПРАВКЕ



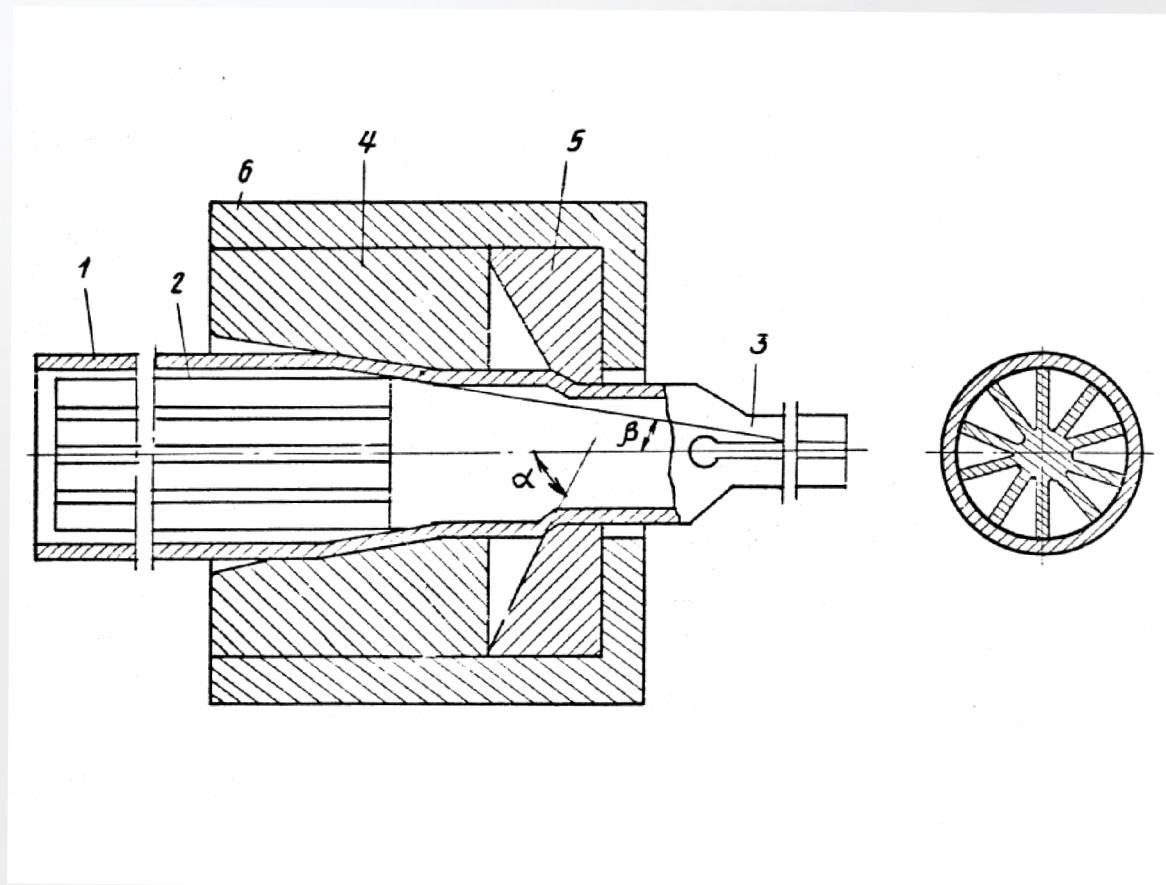
ВОЛОЧЕНИЕ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ШАРИКОВОЙ ВОЛОКЕ



ВОЛОЧЕНИЕ НА ДВИЖУЩЕЙСЯ ОПРАВКЕ

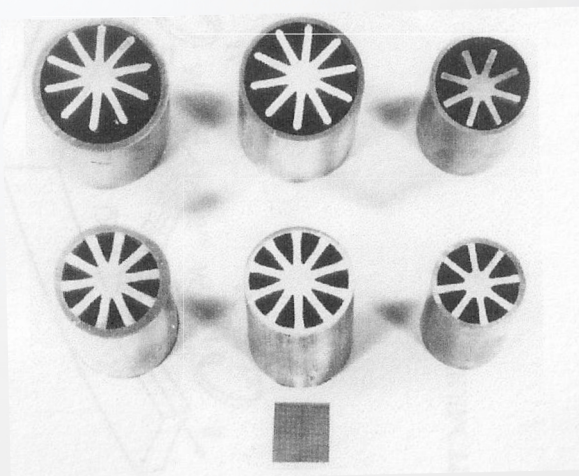


СБОРКА ВОЛОЧЕНИЕМ

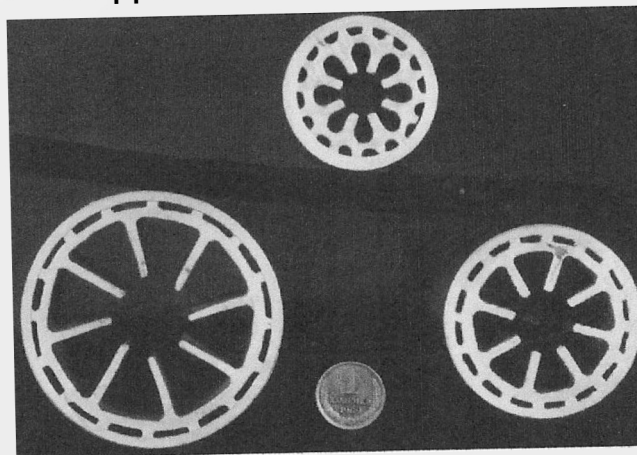


1 – труба; 2 – сердечник; 3 – заострение; 4,5 – волокна; 6 – волокодержатель

ВОЛОЧЕНИЕ СОСТАВНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТРУБ

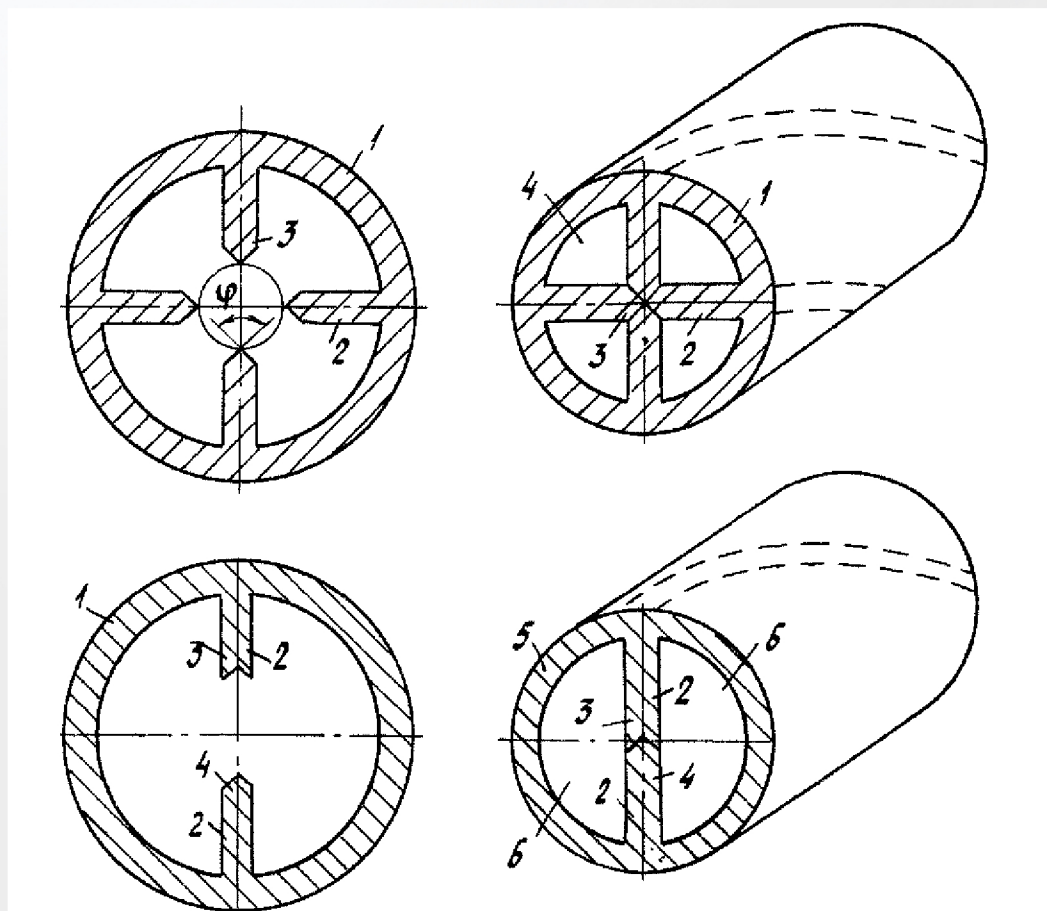


Трубы медно-алюминиевые $\varnothing(12-55)$ мм

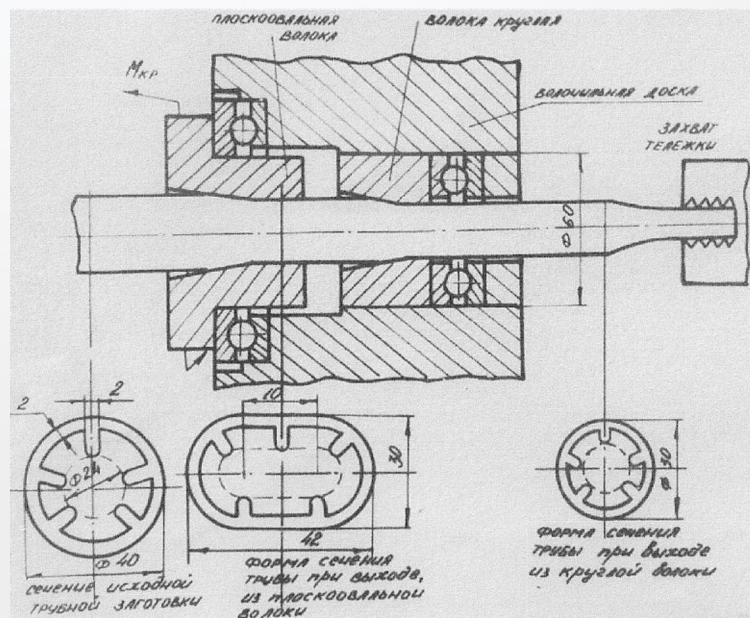


Трубы двухстенные $\varnothing(20-200)$ мм

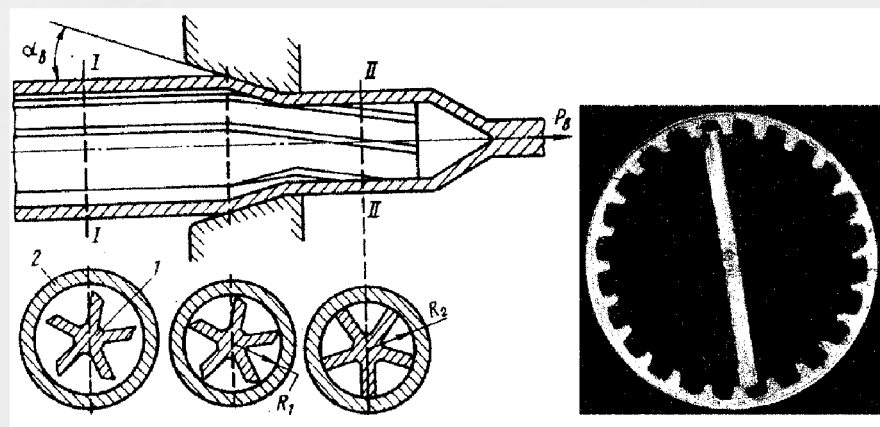
СПОСОБЫ ВОЛОЧЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТРУБ



ВОЛОЧЕНИЕ ТРУБ С ВИНТОВЫМ ОРЕБРЕНИЕМ

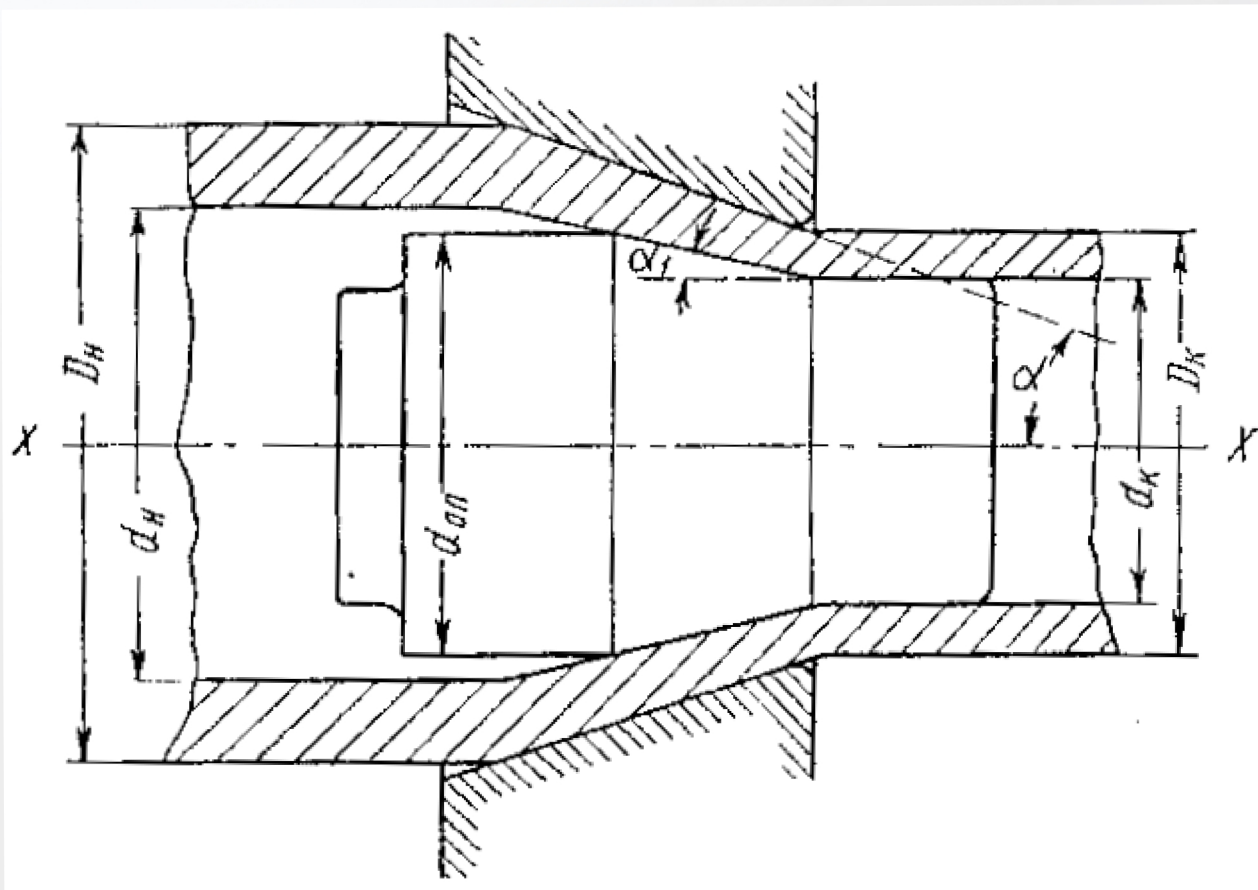


Труба с внутренним спиральным оребрением

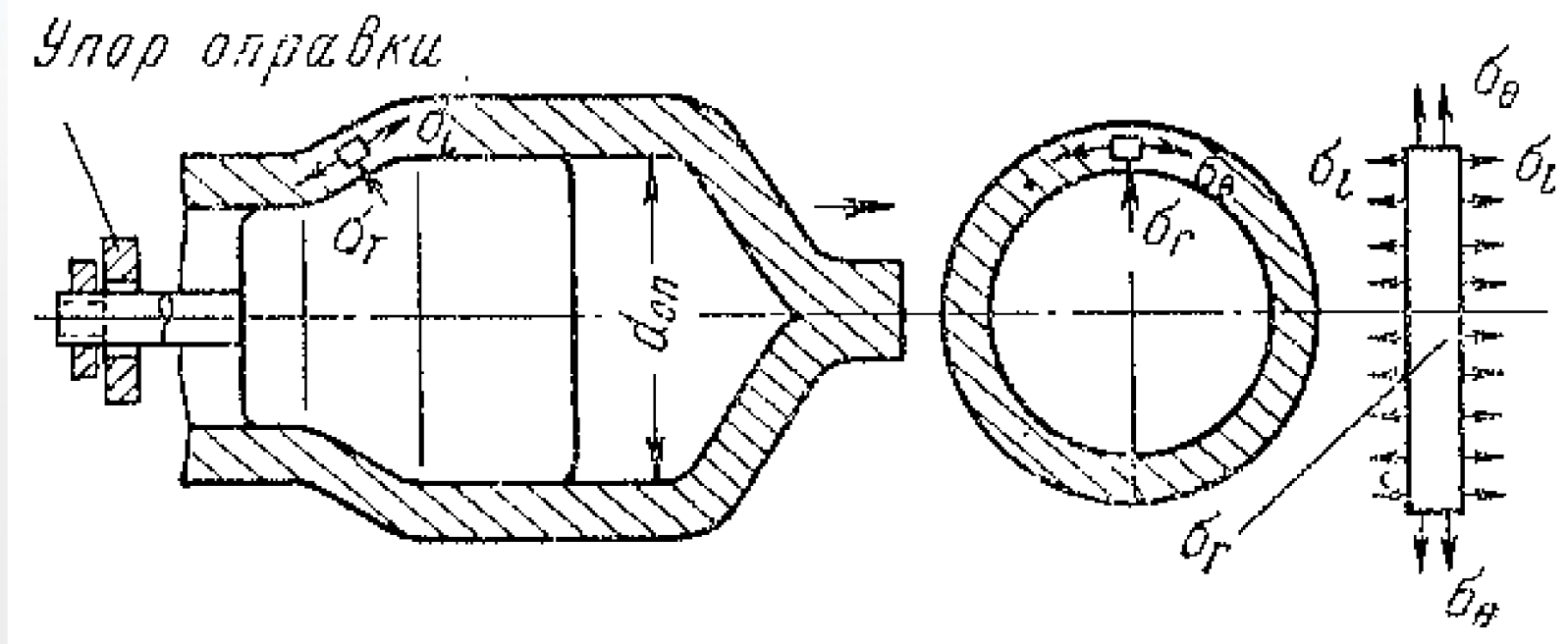


Труба со спиральными каналами

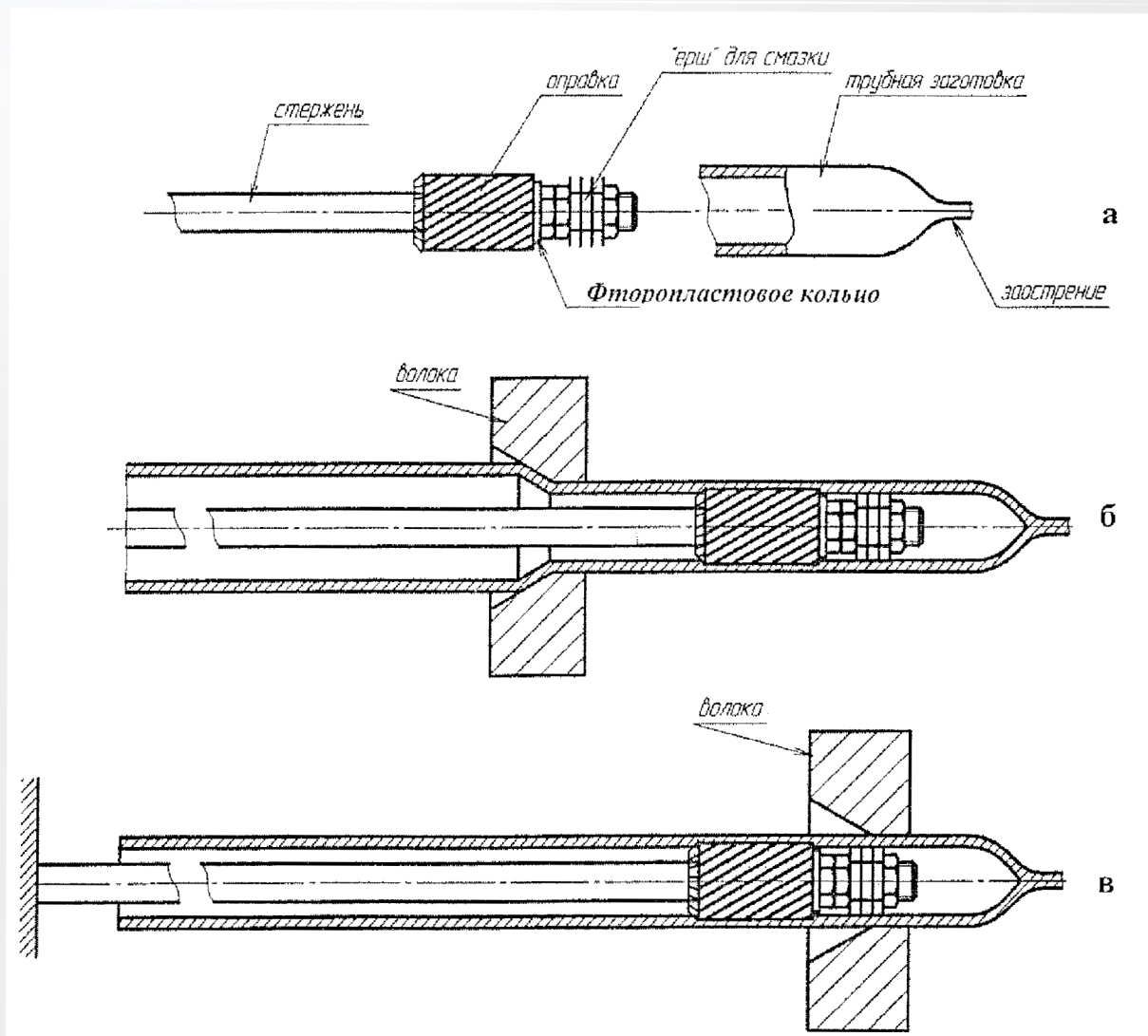
ВОЛОЧЕНИЕ НА ПЛАВАЮЩЕЙ ОПРАВКЕ



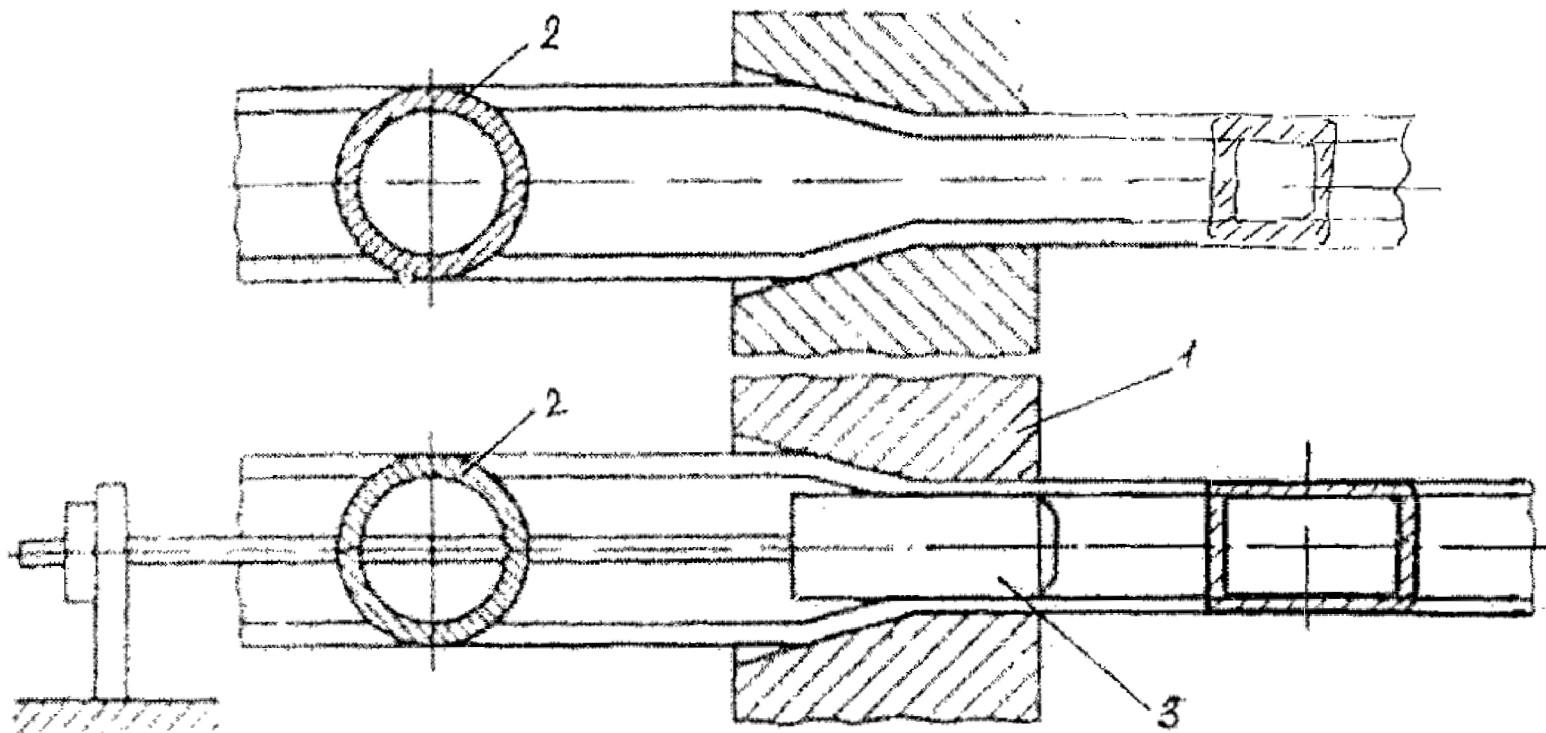
ВОЛОЧЕНИЕ НА ПЛАВАЮЩЕЙ ОПРАВКЕ



ВОЛОЧЕНИЕ ТРУБ С ВНУТРЕННИМИ ВИНТОВЫМИ КАНАВКАМИ

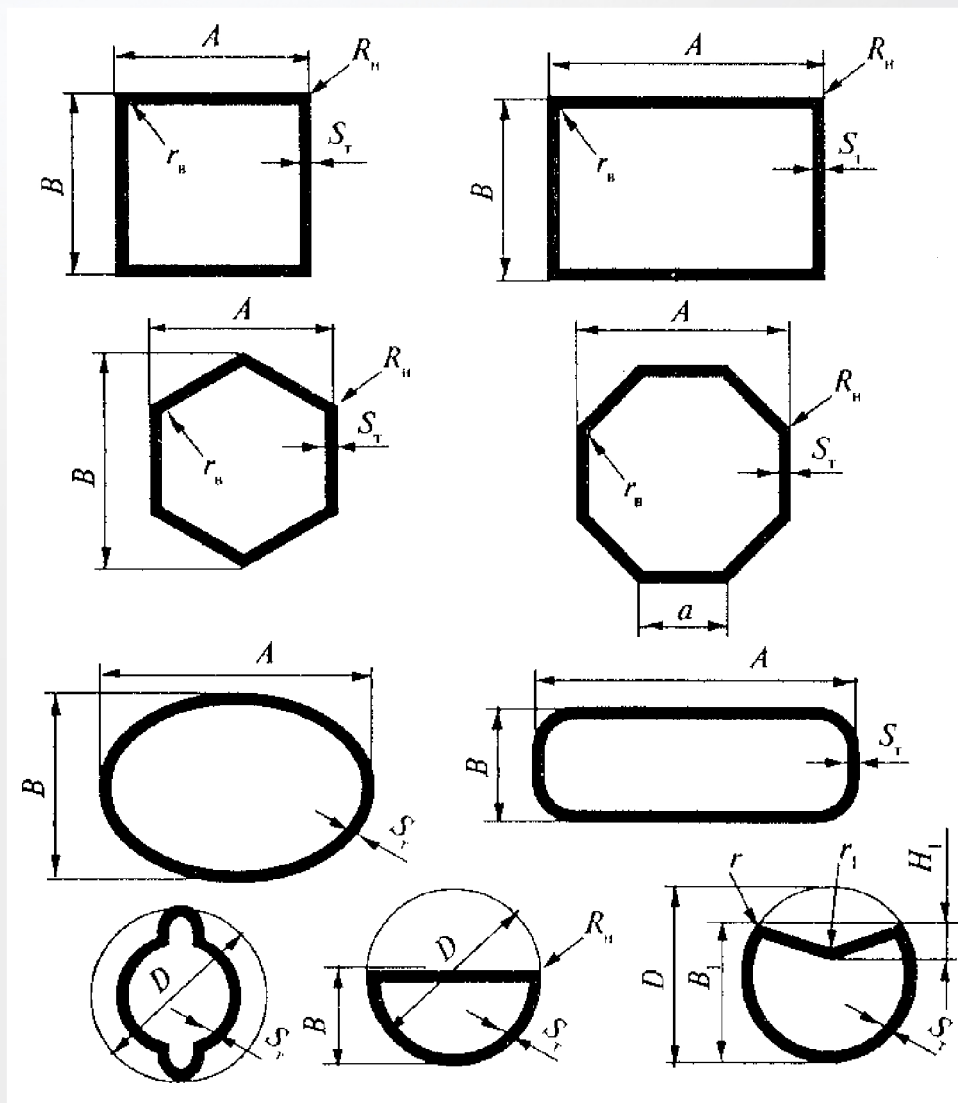


ПРОФИЛИРОВАНИЕ ТРУБ ВОЛОЧЕНИЕМ

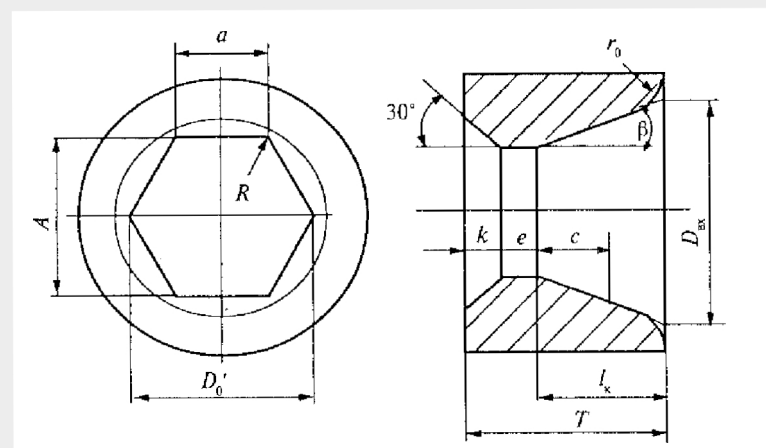
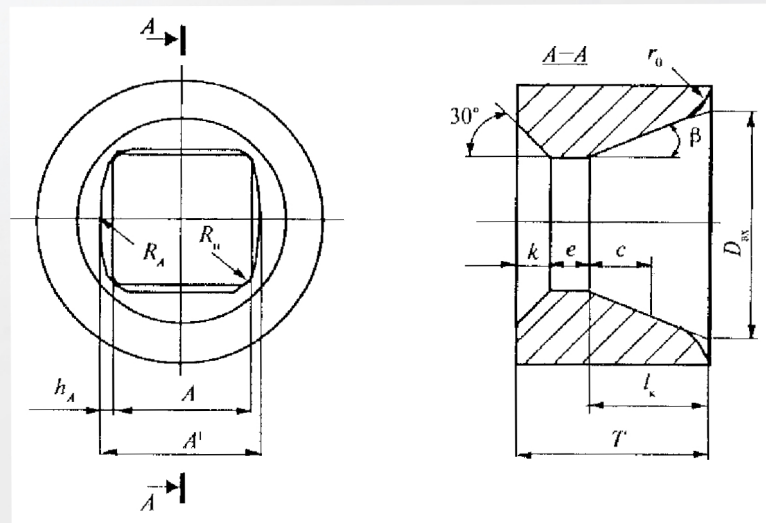
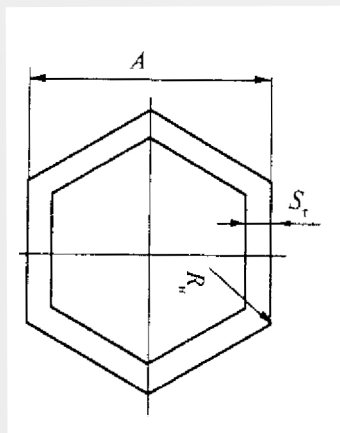
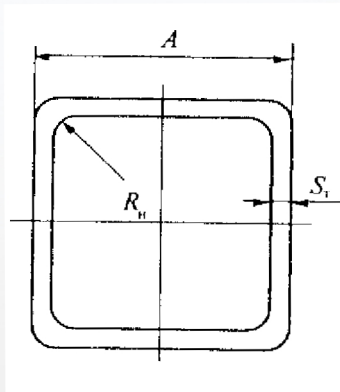


1 – фасонная волока; 2 – заготовка; 3 - оправка $\Pi_{заг} > \Pi_{изд}$

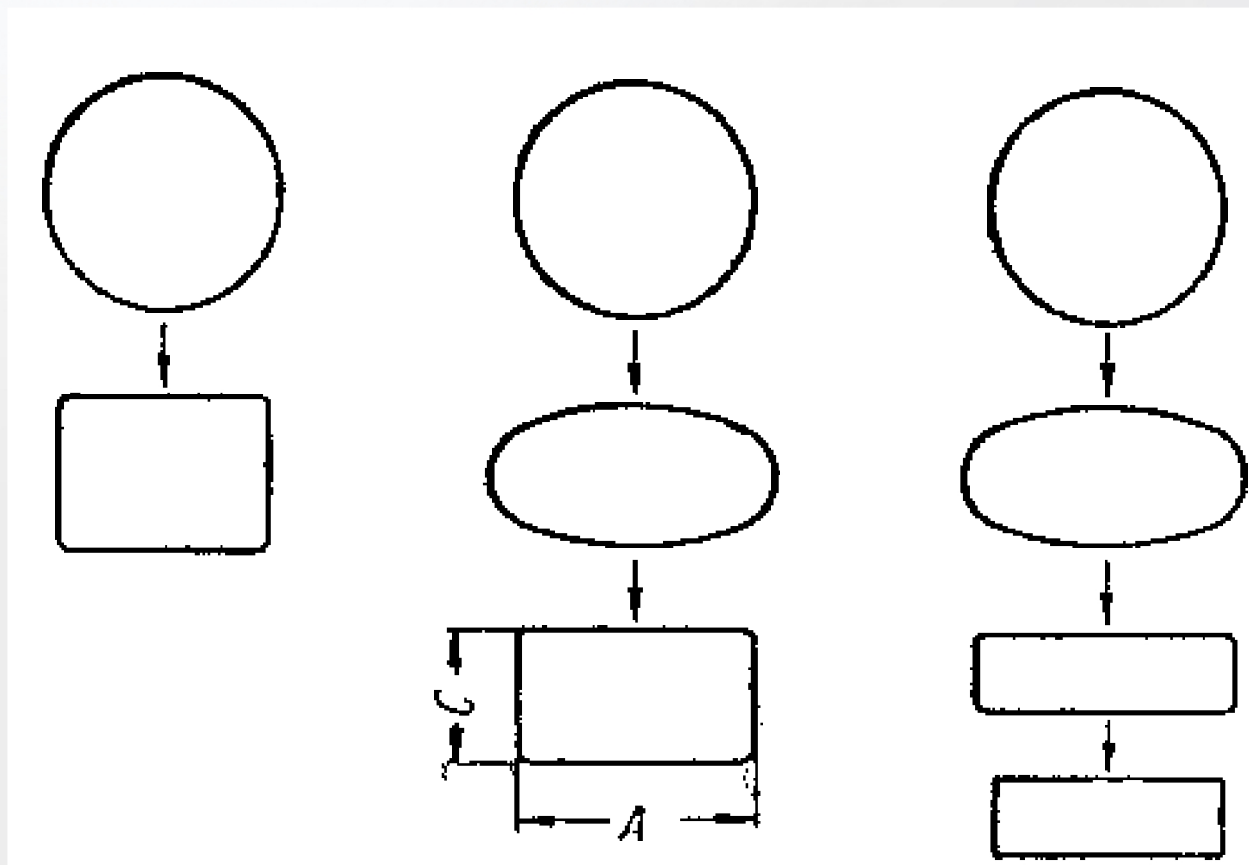
ТРУБЫ ПРОФИЛЬНЫЕ



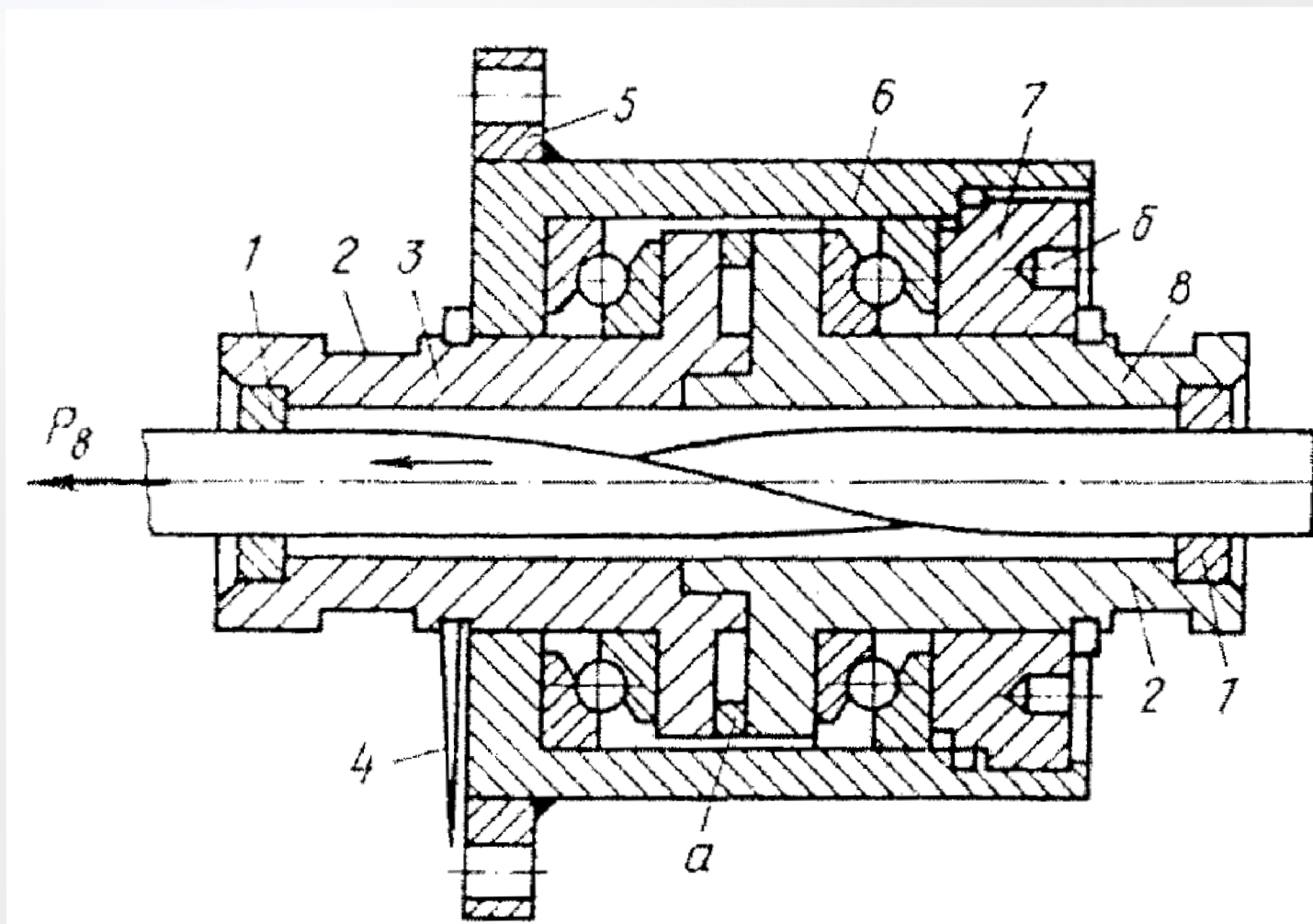
КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦ



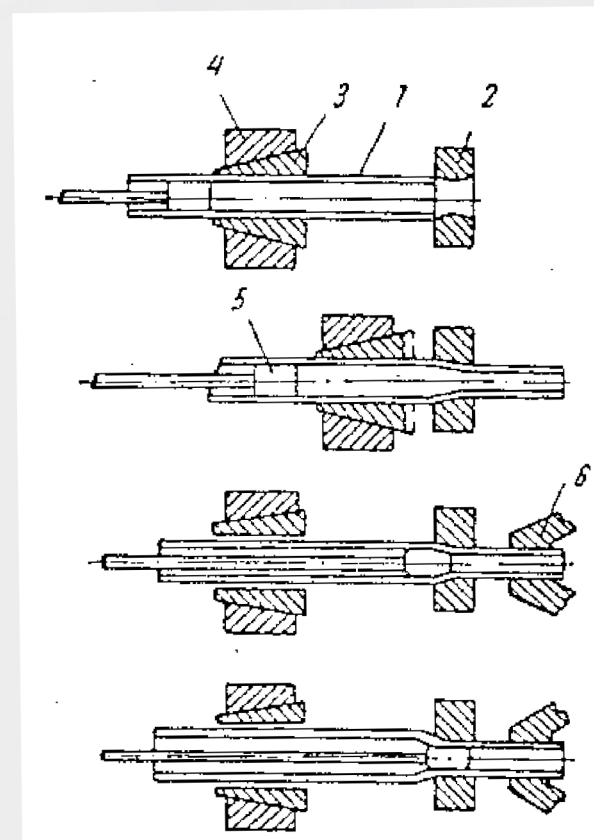
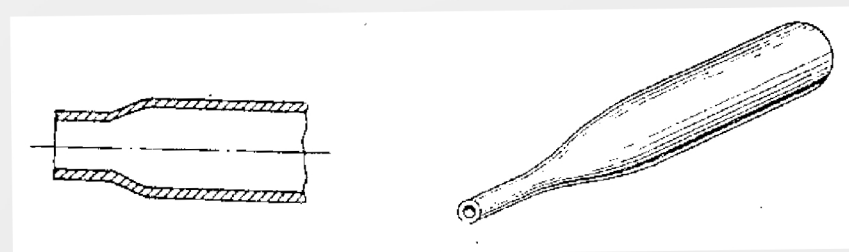
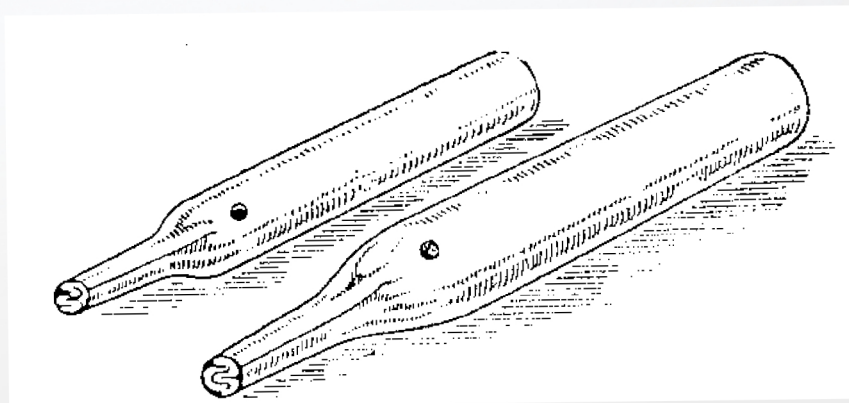
СПОСОБЫ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ТРУБ БЕЗОПРАВОЧНЫМ ВОЛОЧЕНИЕМ



УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ ВИНТОВЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ТРУБ

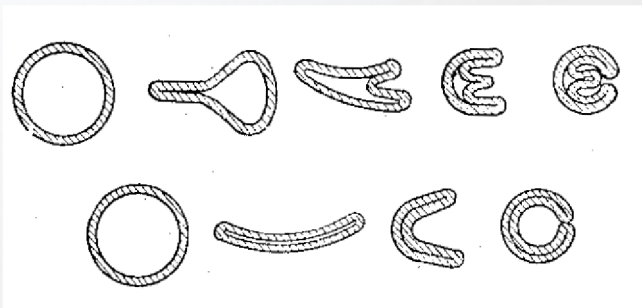


ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАОСТРЕНИЙ НА КОНЦАХ ТРУБ

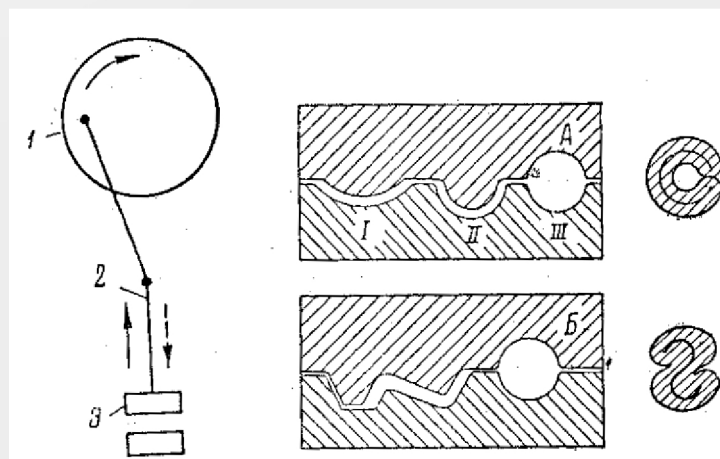


ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАОСТРЕНИЙ НА КОНЦАХ ТРУБ

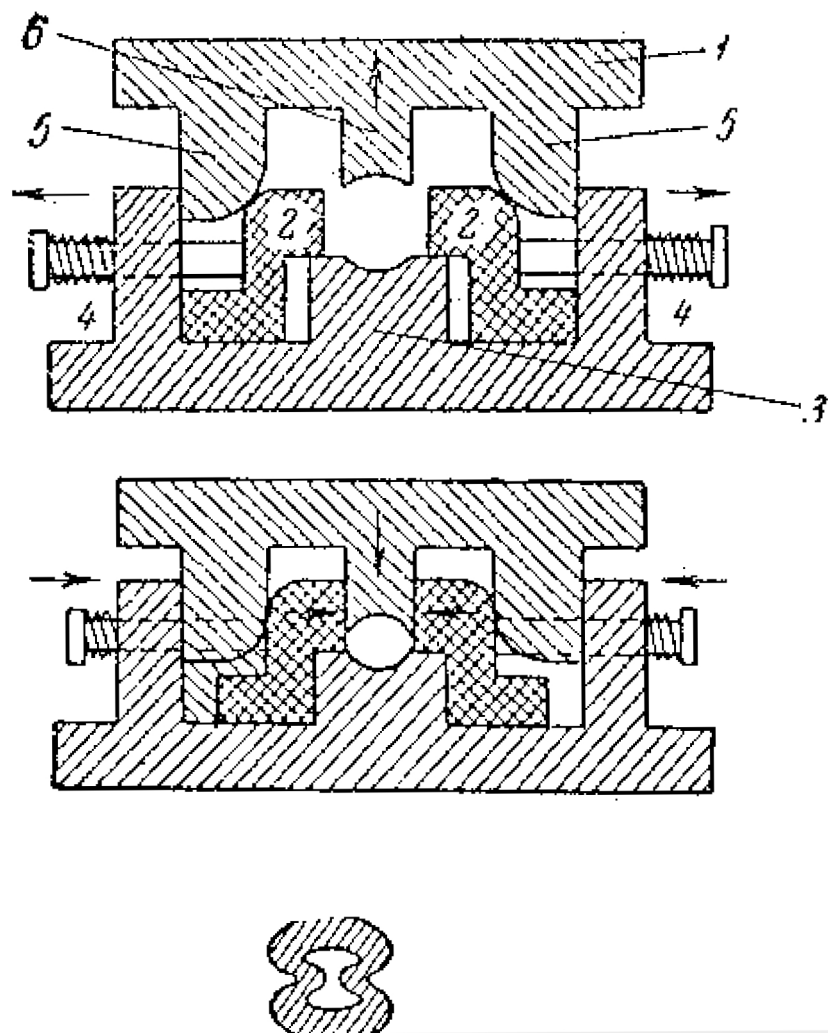
На молотах



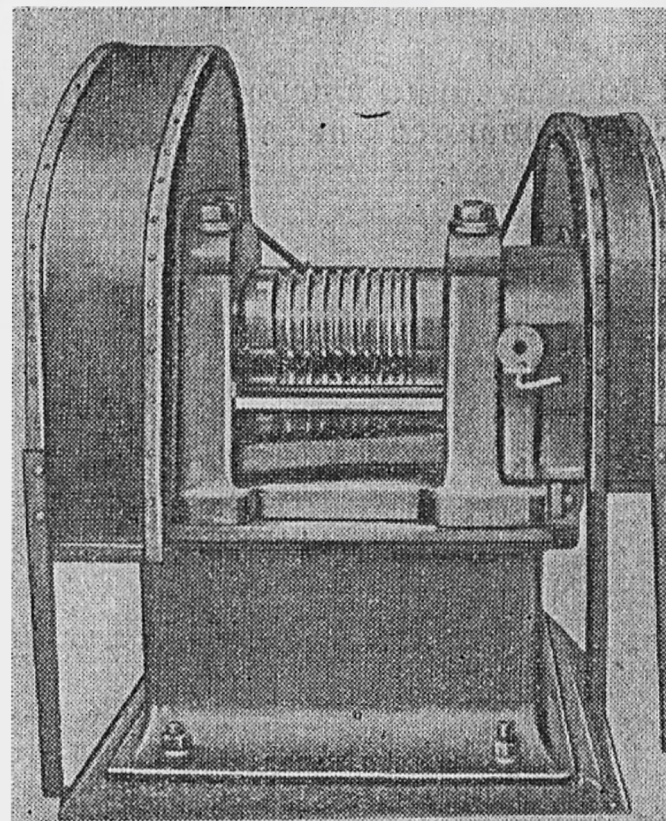
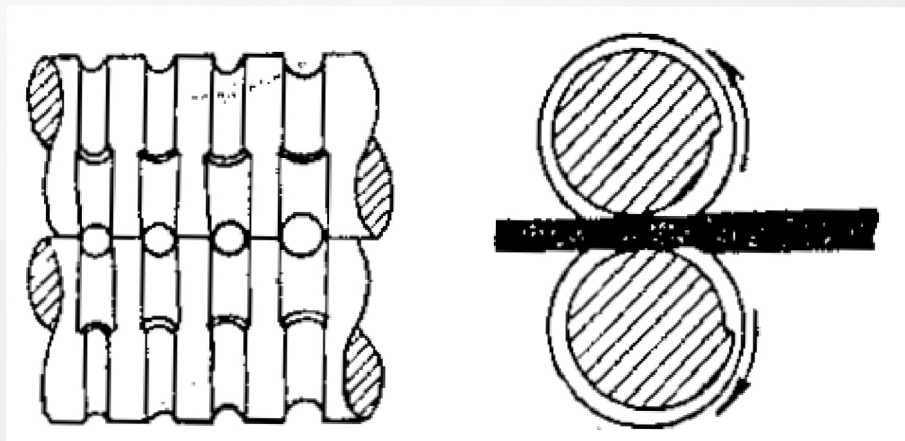
На эксцентриковых прессах



ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАОСТРЕНИЙ НА КОНЦАХ ТРУБ В ШТАМПАХ

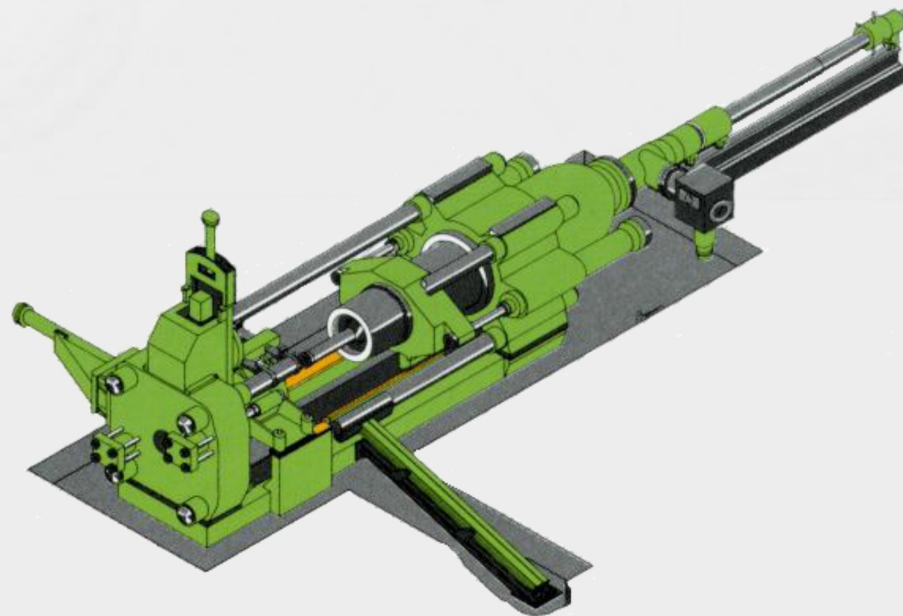


ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАОСТРЕНИЙ НА КОНЦАХ ТРУБ НА ВАЛЬЦАХ



Тема лекции

ПРЕССОВАНИЕ ТРУБ



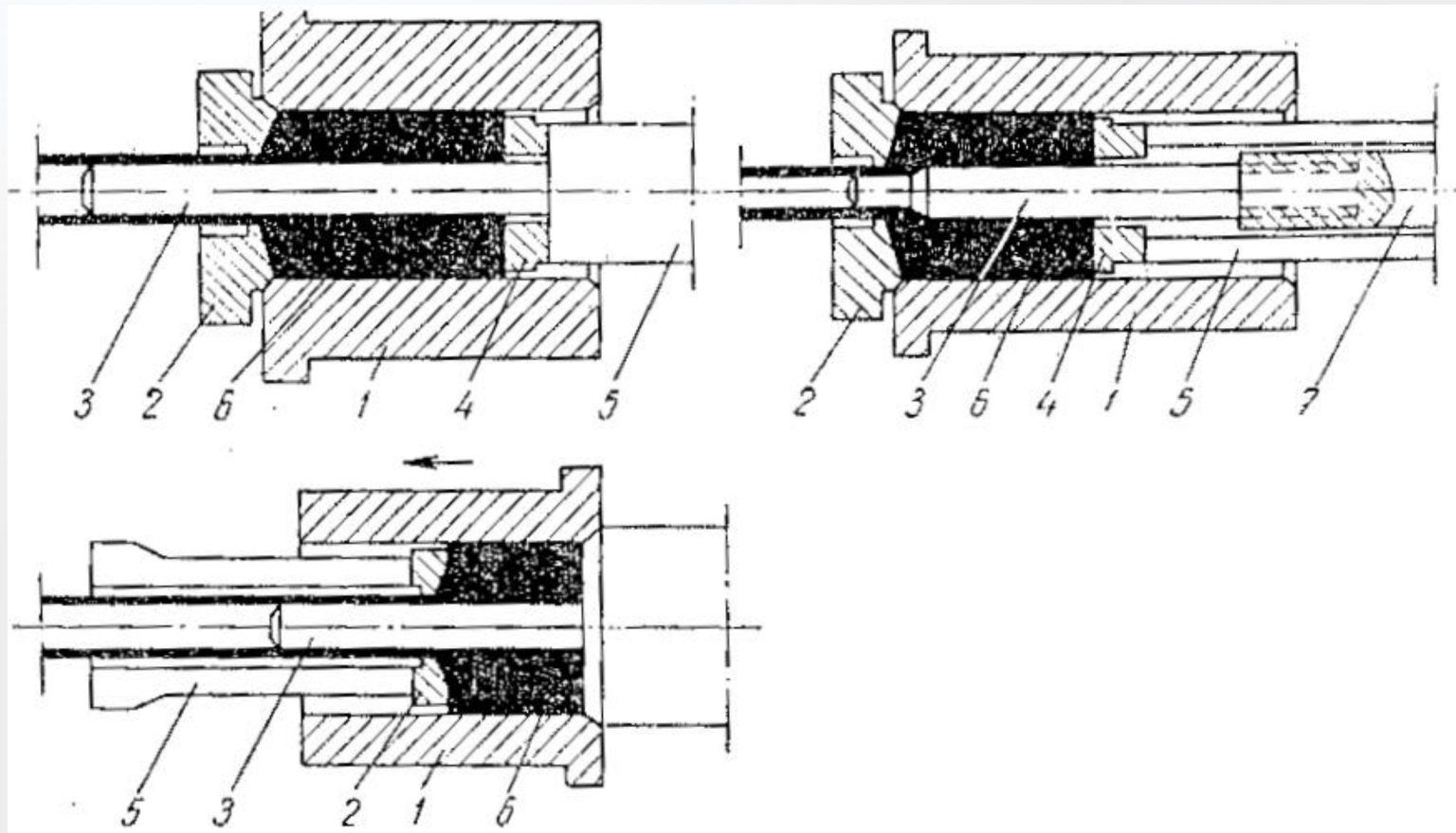
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



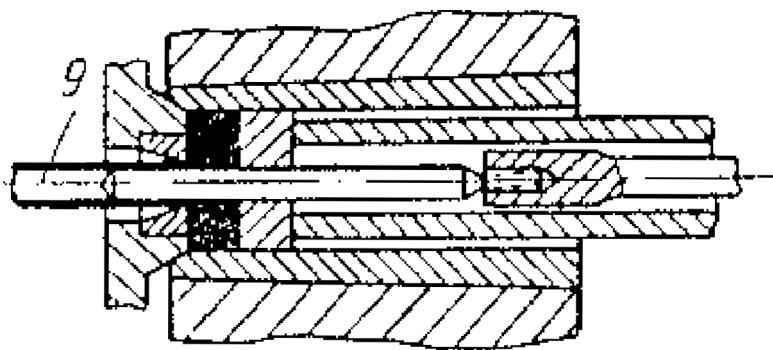
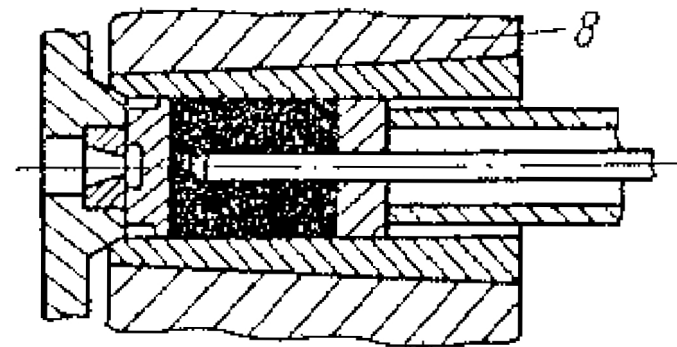
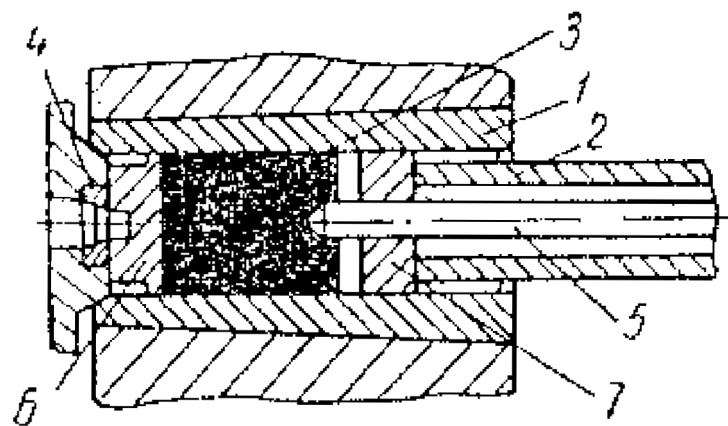
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)



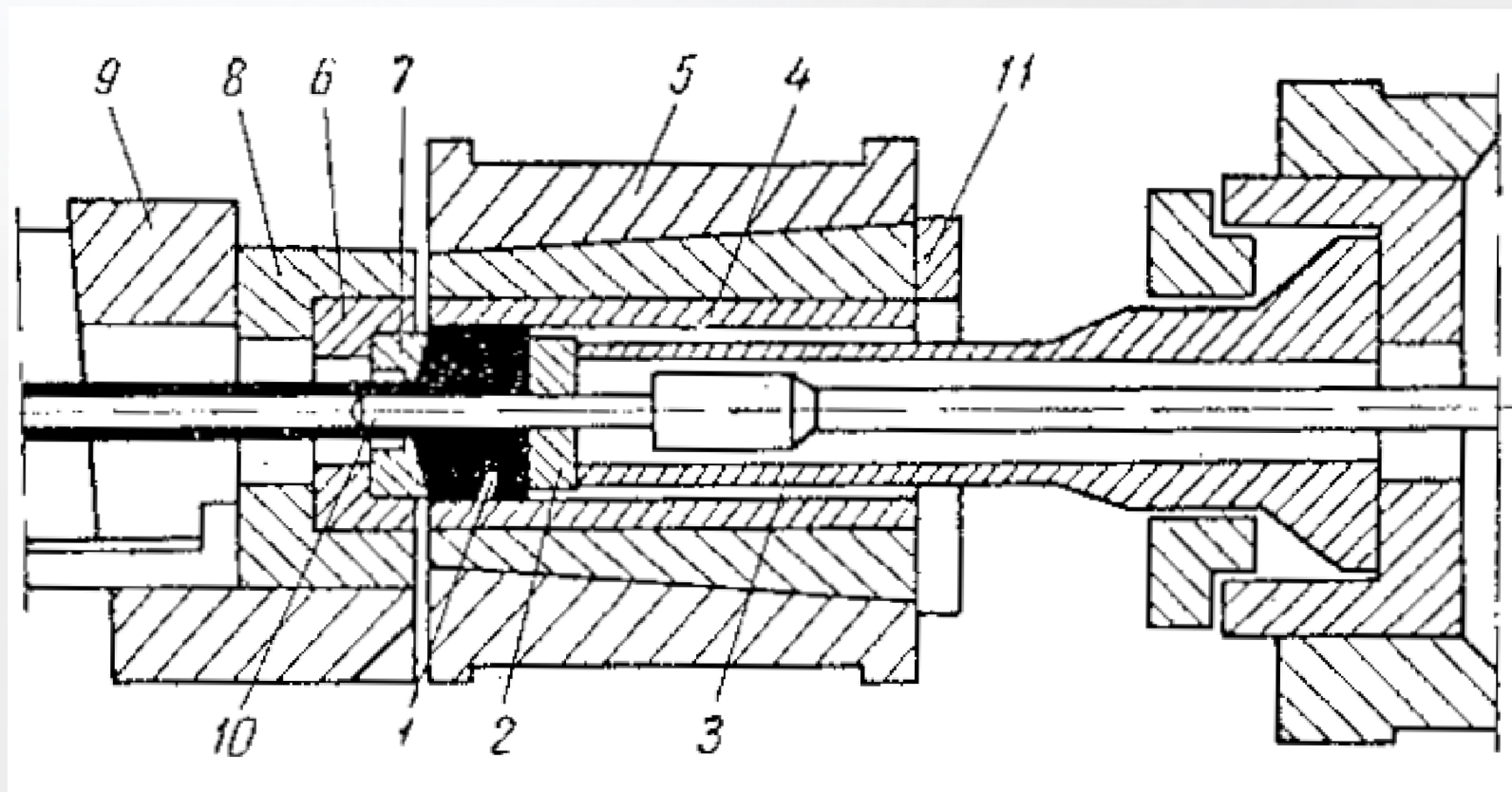
СПОСОБЫ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

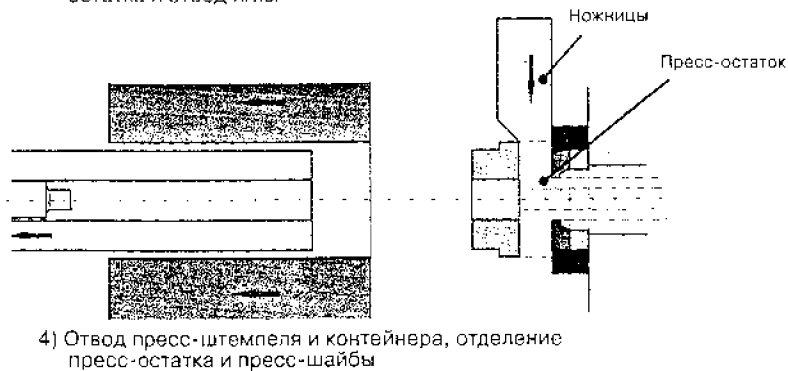
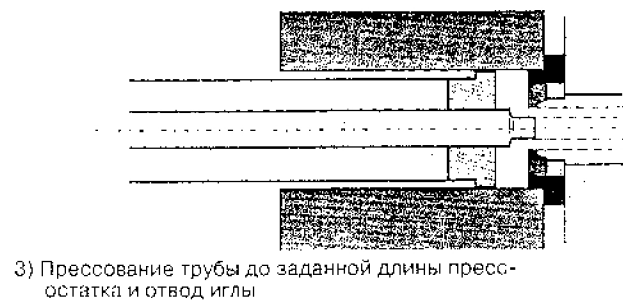
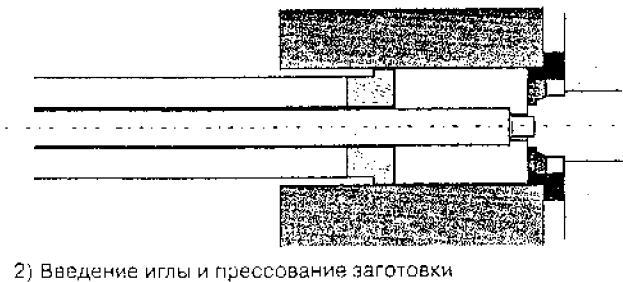
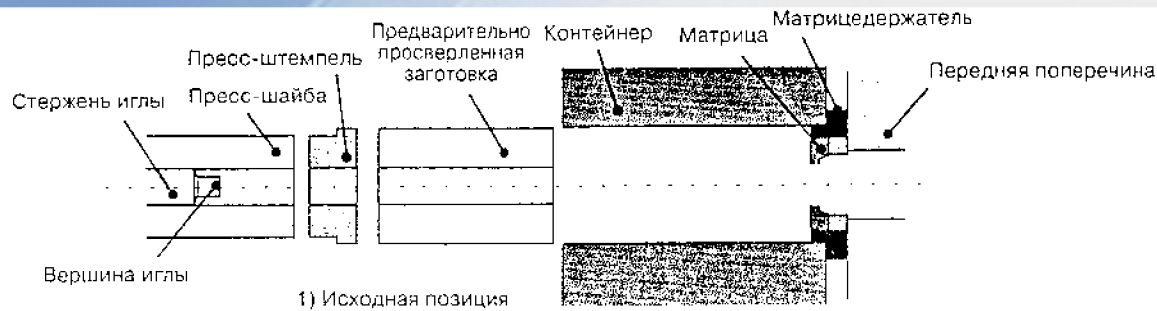


СОВМЕЩЕНИЕ ПРОШИВКИ И ПРЕССОВАНИЯ

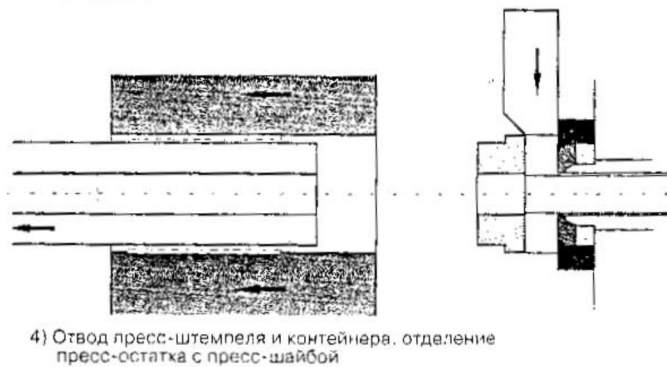


НАЛАДКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

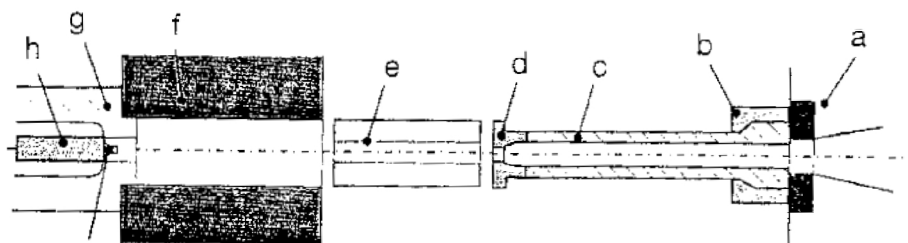




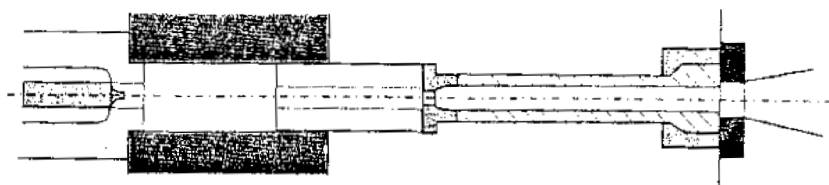
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ БЕЗ РУБАШКИ И С ПОДВИЖНОЙ ИГЛОЙ



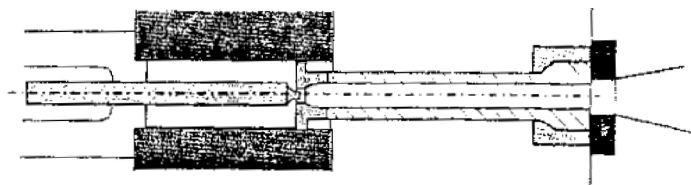
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ
ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ
ТРУБ В ГОРЯЧЕМ
СОСТОЯНИИ С РУБАШКОЙ
И С ПОДВИЖНОЙ ИГЛОЙ



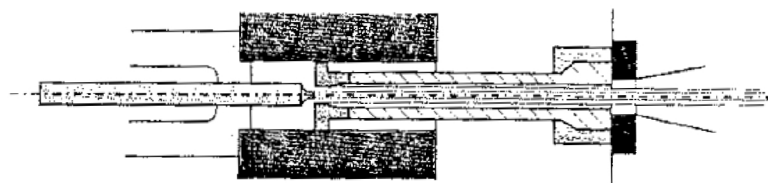
(1) Исходная позиция



(2) Загрузка заготовки

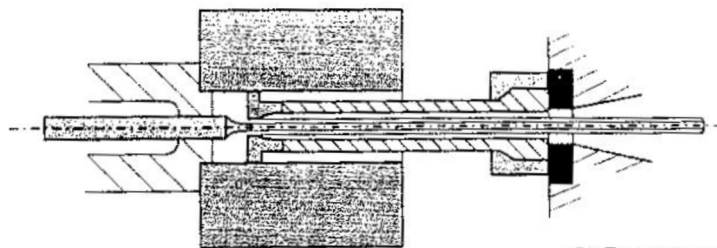


(3) Введение иглы и распрессовка заготовки в контейнере

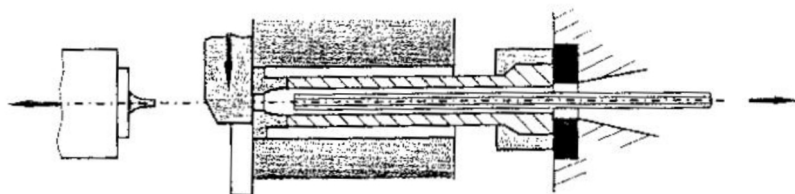


(4) Прессование трубы

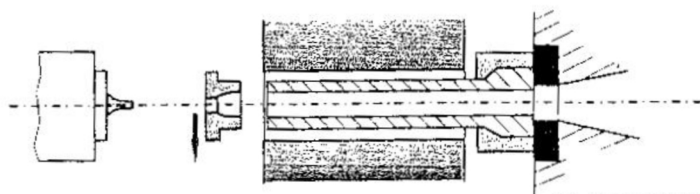
ОБРАТНОЕ ПРЕССОВАНИЕ ТРУБ С НЕПОДВИЖНОЙ ИГЛОЙ



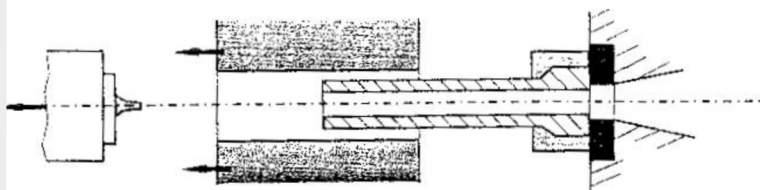
(5) Прессование до заданной длины
пресс-остатка, отвод иглы
и затворного пресс-штемеля



(6) Отделение пресс-остатка



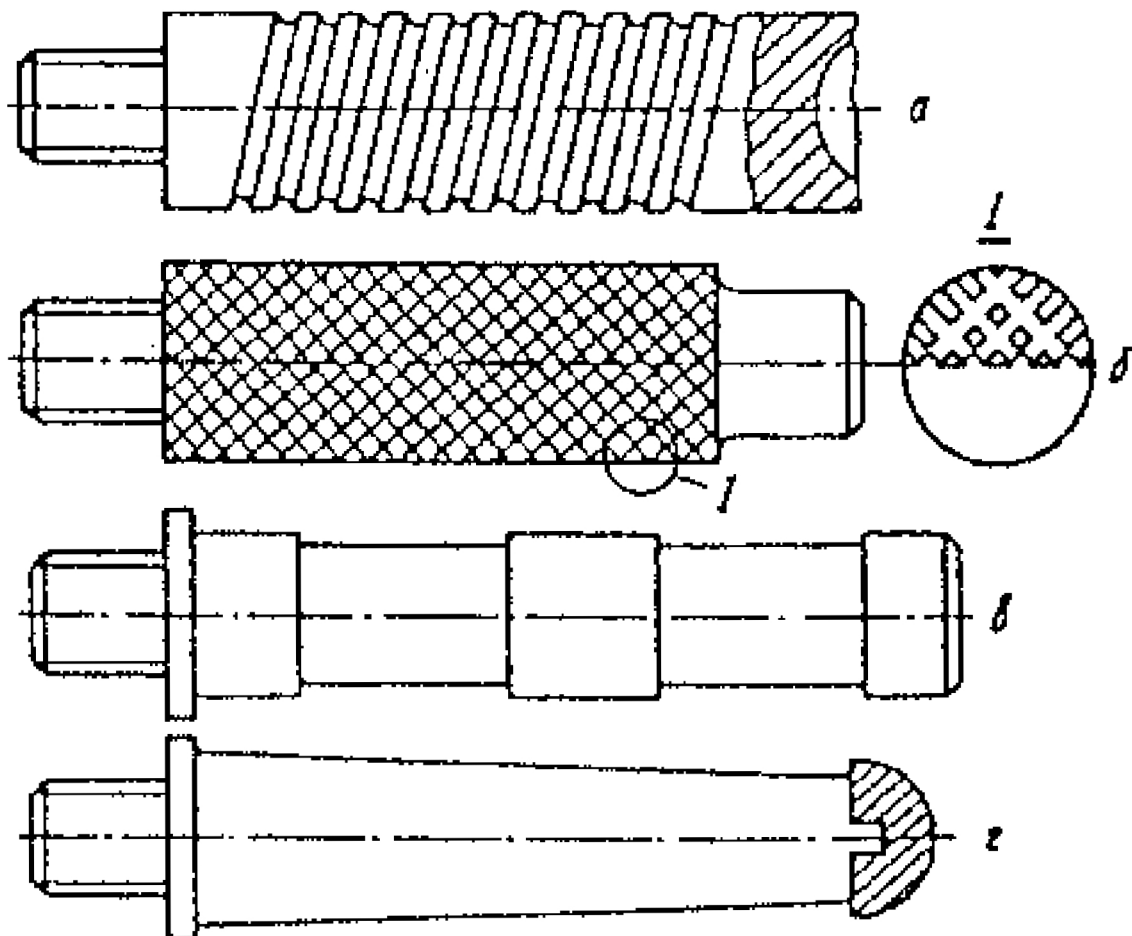
(7) Выталкивание матрицы



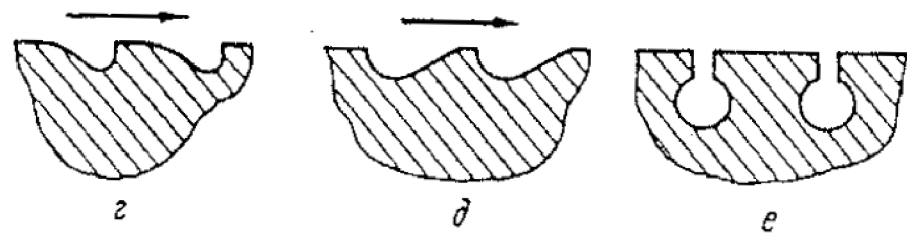
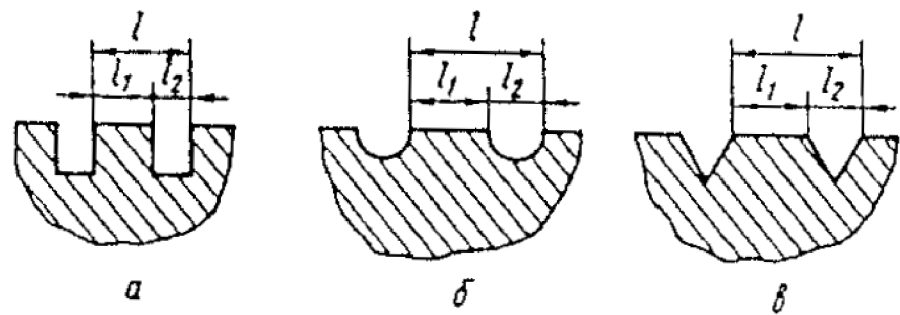
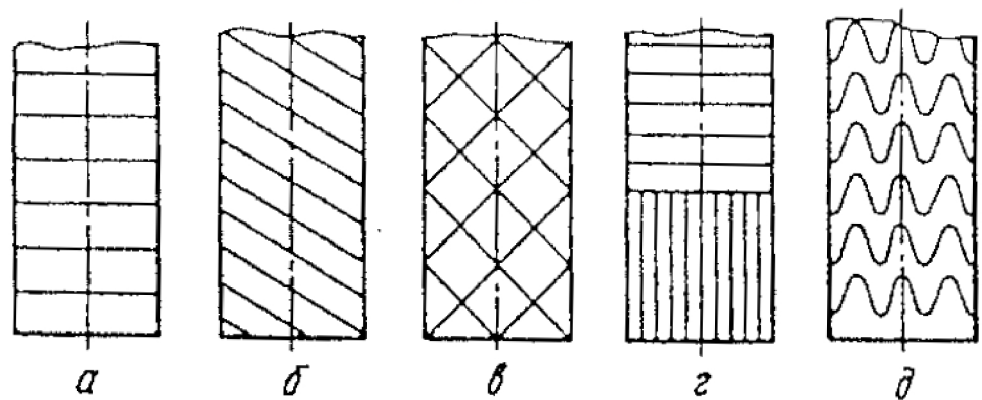
(8) Возврат в исходную позицию

ОБРАТНОЕ ПРЕССОВАНИЕ ТРУБ С НЕПОДВИЖНОЙ ИГЛОЙ

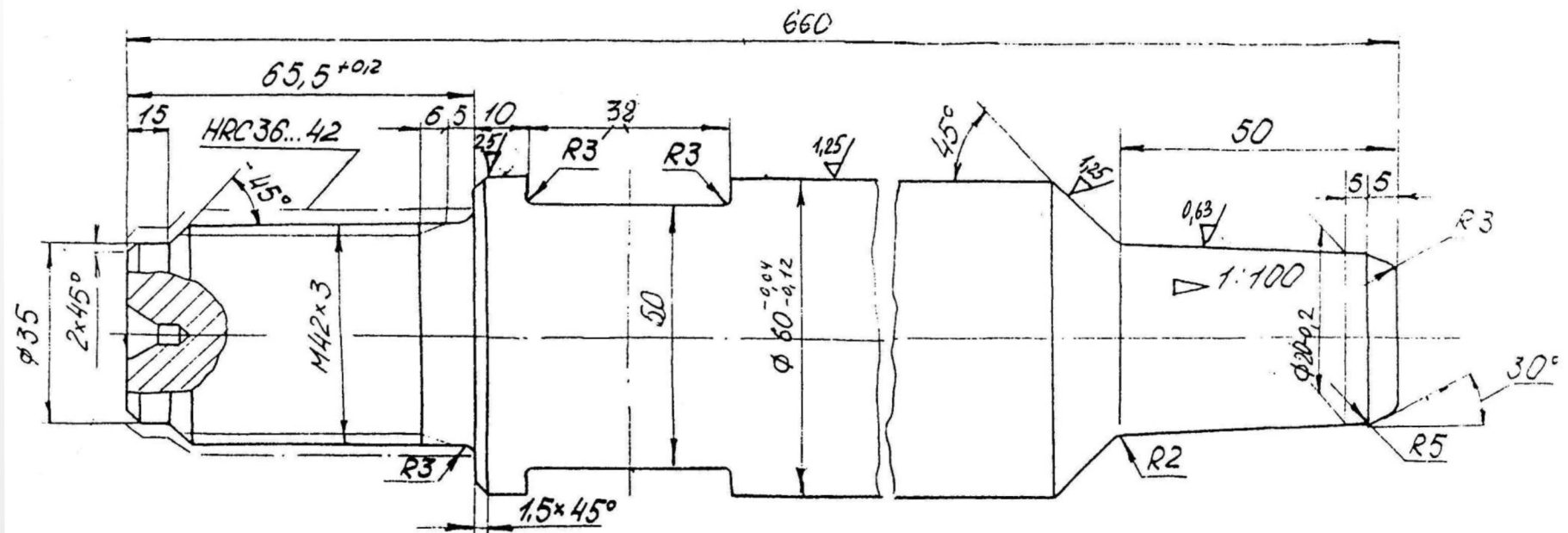
КОНСТРУКЦИЯ ИГЛ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ СМАЗКИ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ТРУБ



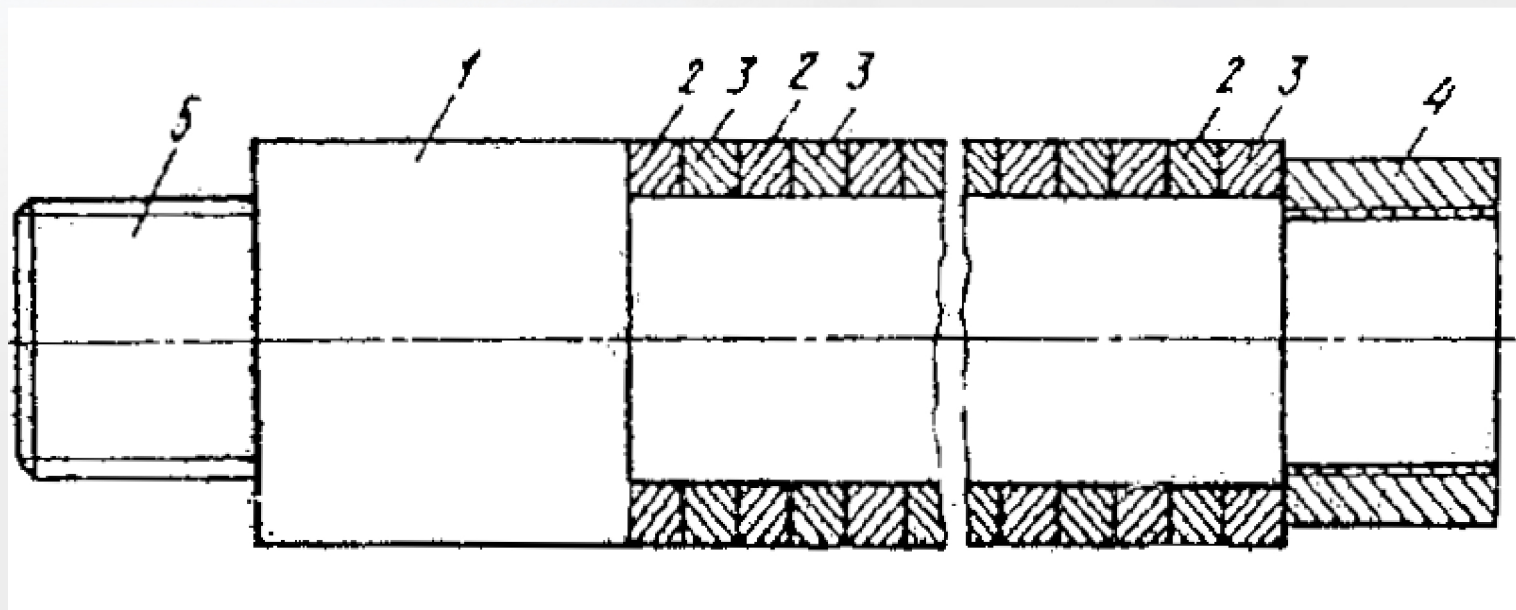
РАСПОЛОЖЕНИЕ КАРМНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ИГЛ



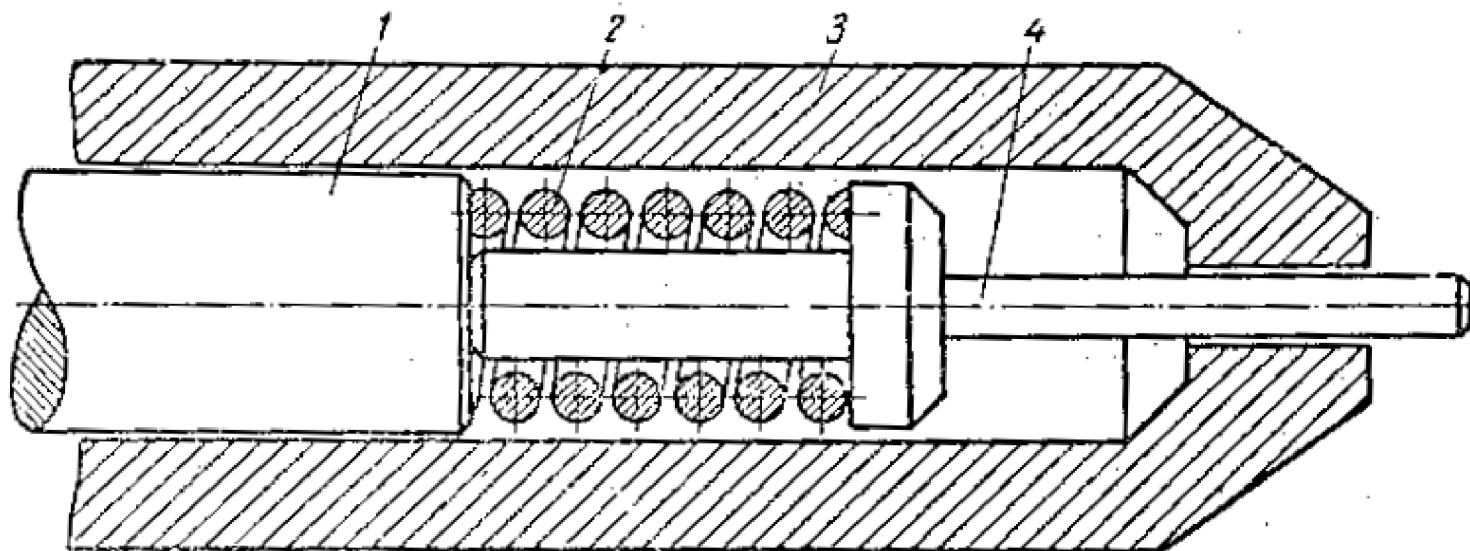
КОНСТРУКЦИЯ НЕПОДВИЖНОЙ ИГЛЫ (ПРЕСС 15 Мн)



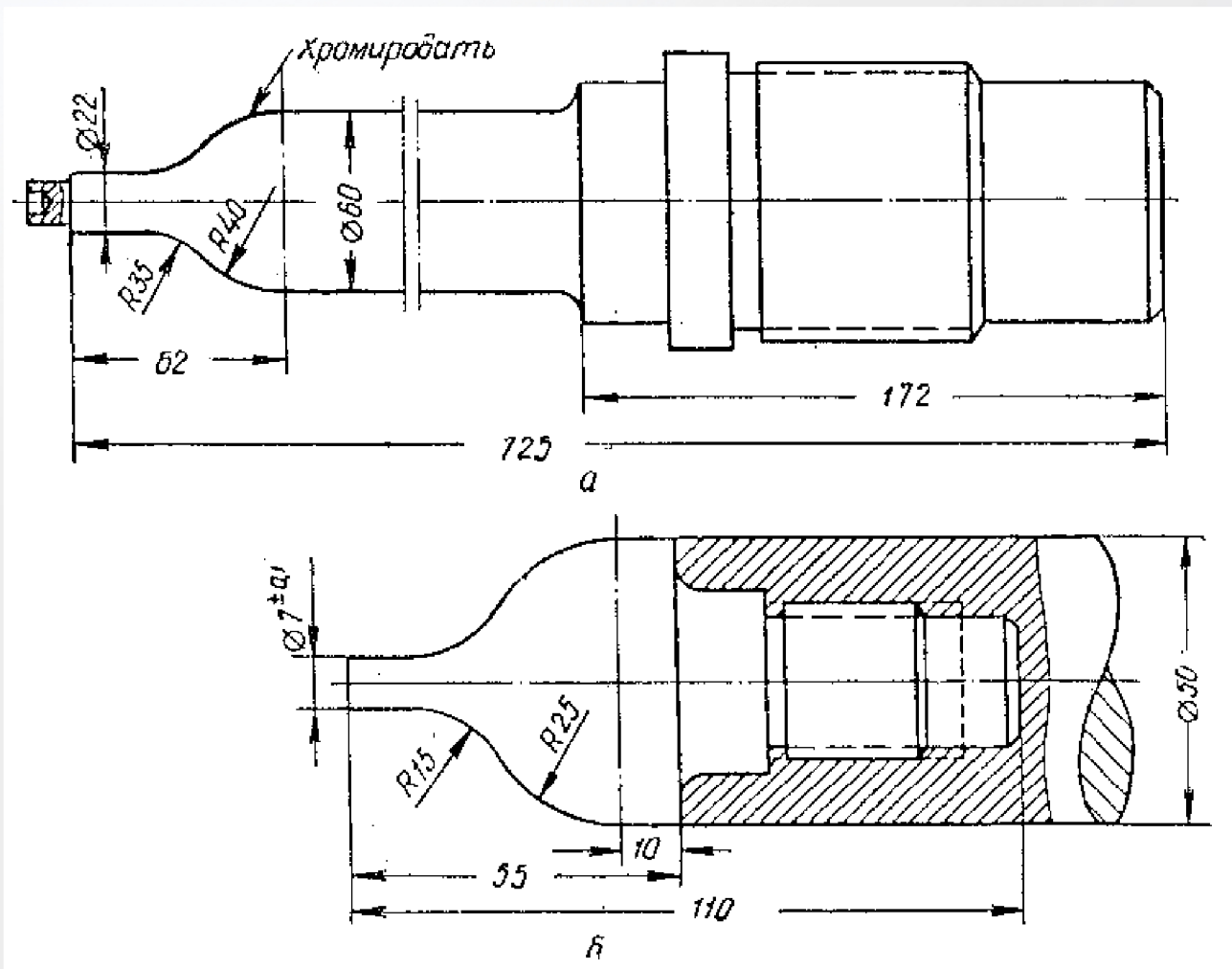
ИГЛА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ БЕЗ СМАЗКИ



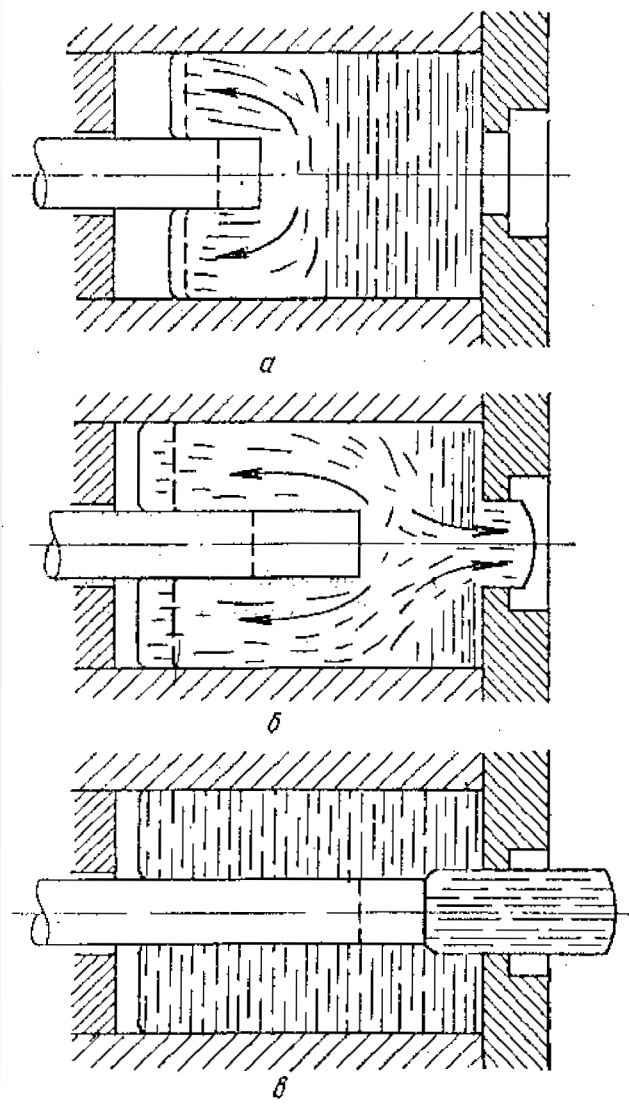
ИГЛА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ БЕЗ СМАЗКИ



БУТЫЛОЧНЫЕ ИГЛЫ



ПРОШИВКА ЗАГОТОВКИ



ТЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛА

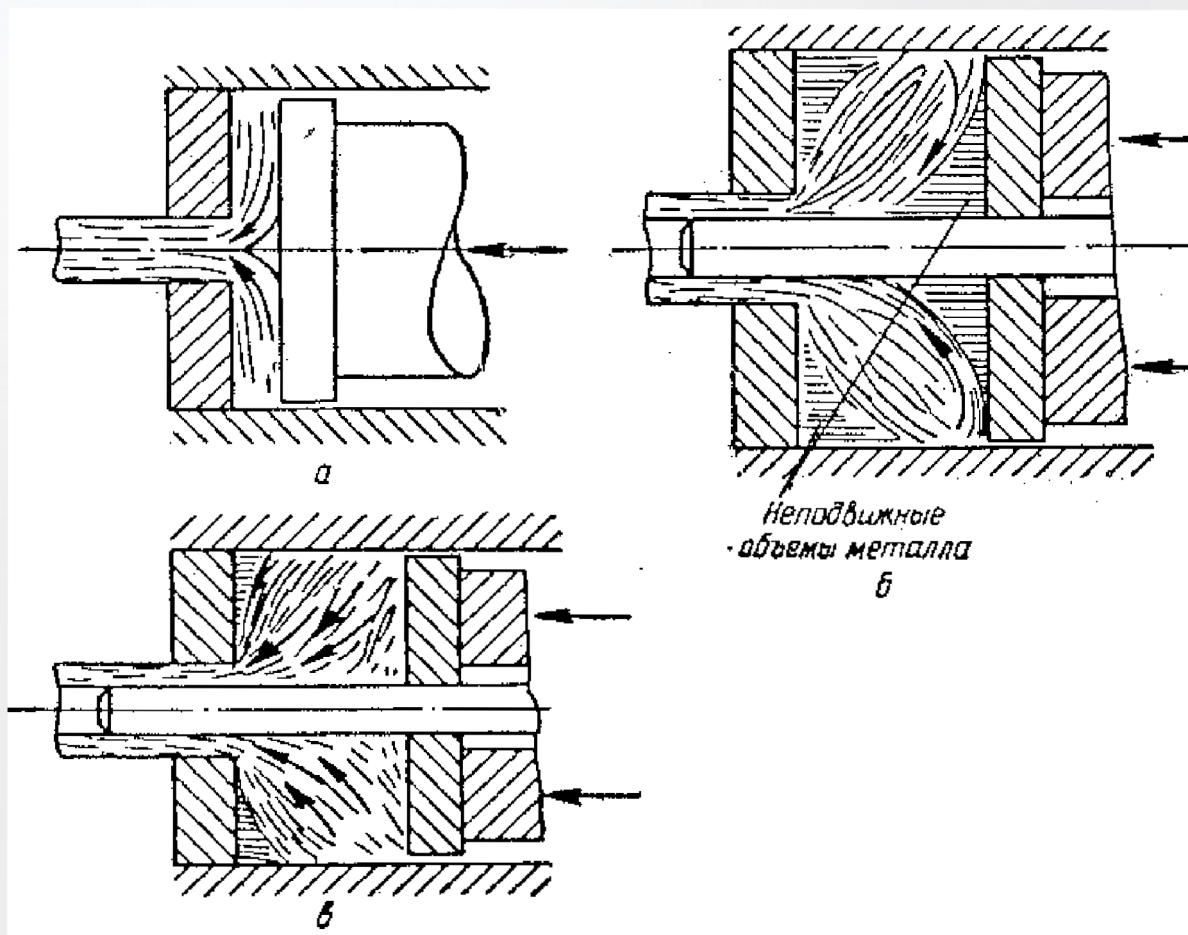
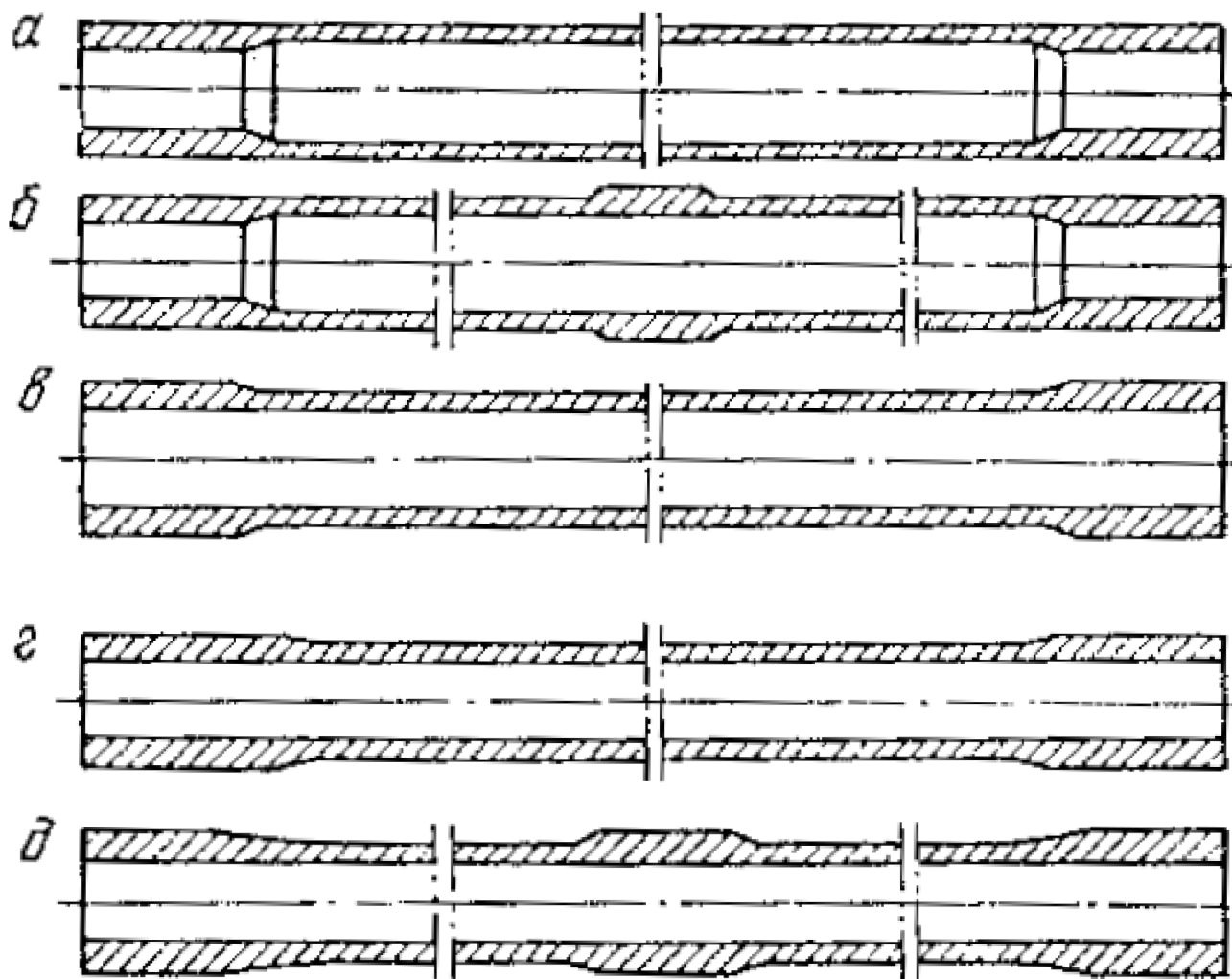
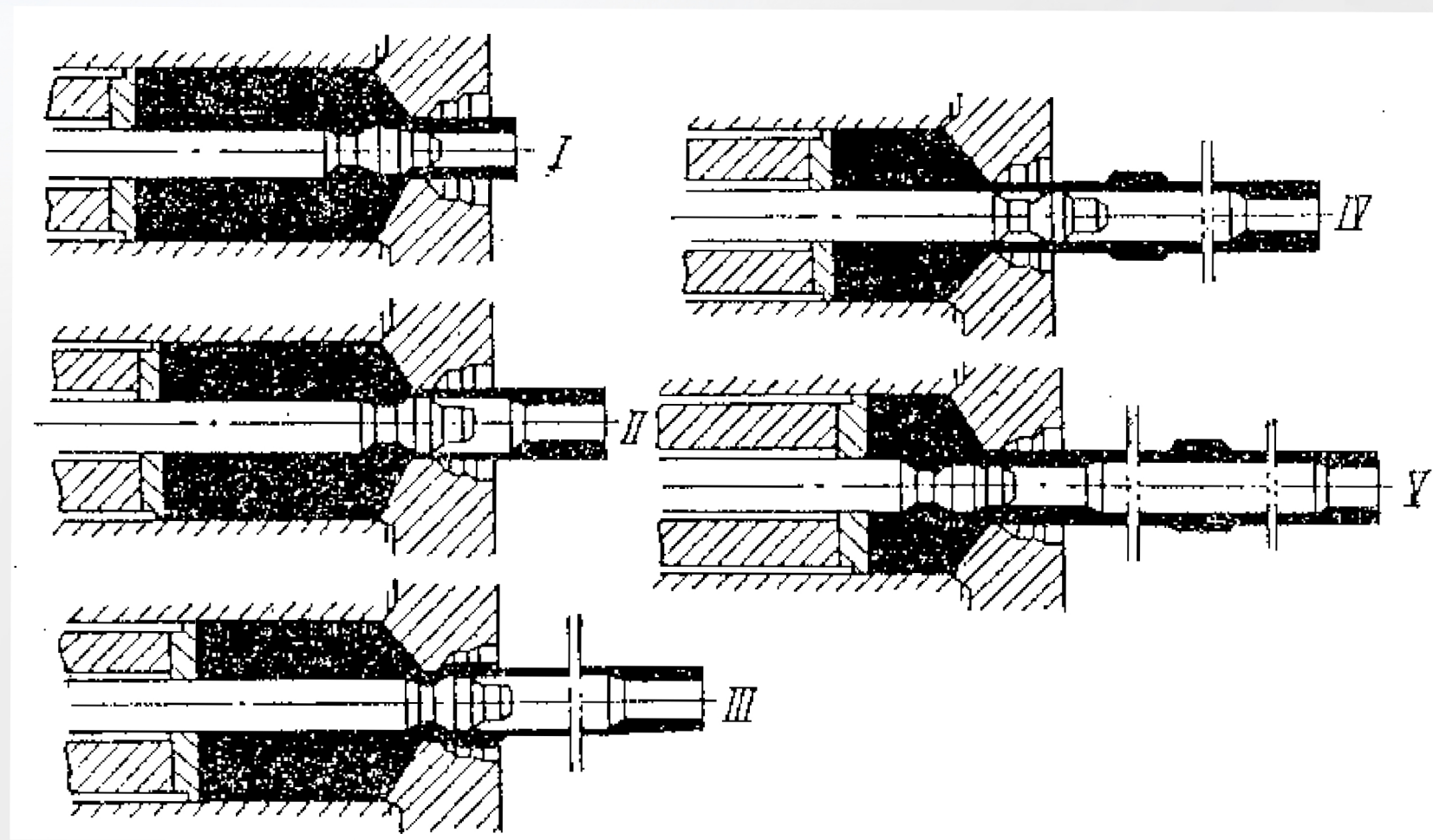


Схема течения металла при прессовании: а – образование пресс-утяжины; б – объемное течение; воронкообразное течение.

БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ

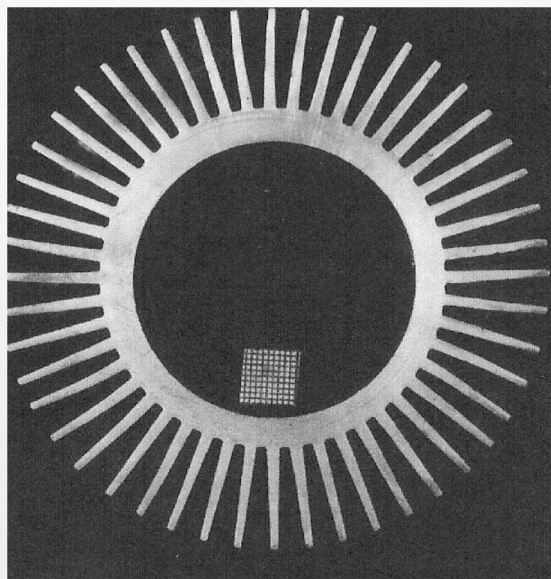


ПРЕССОВАНИЕ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

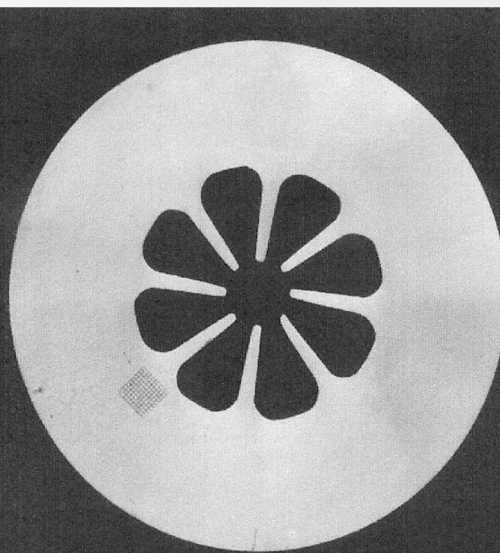


ПРЕССОВАНИЕ РЕБРИСТЫХ ТРУБ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

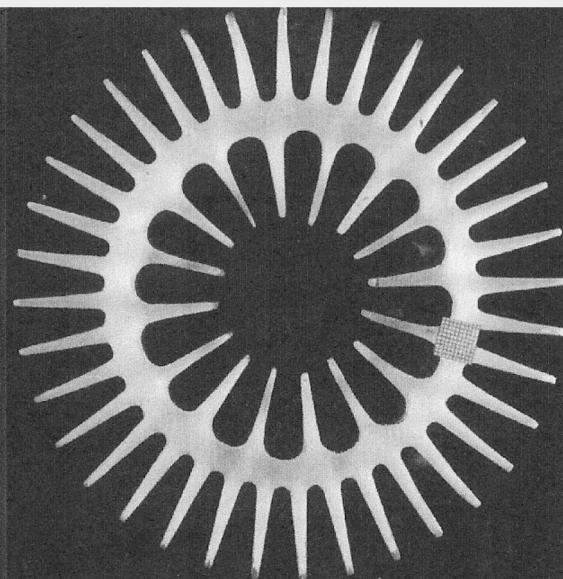
С наружным
оребрением



С внутренним
оребрением

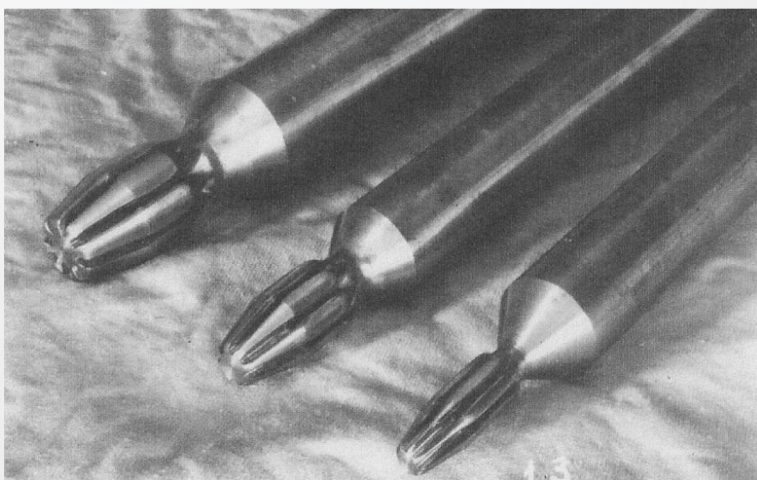


С наружным и внутренним
оребрением

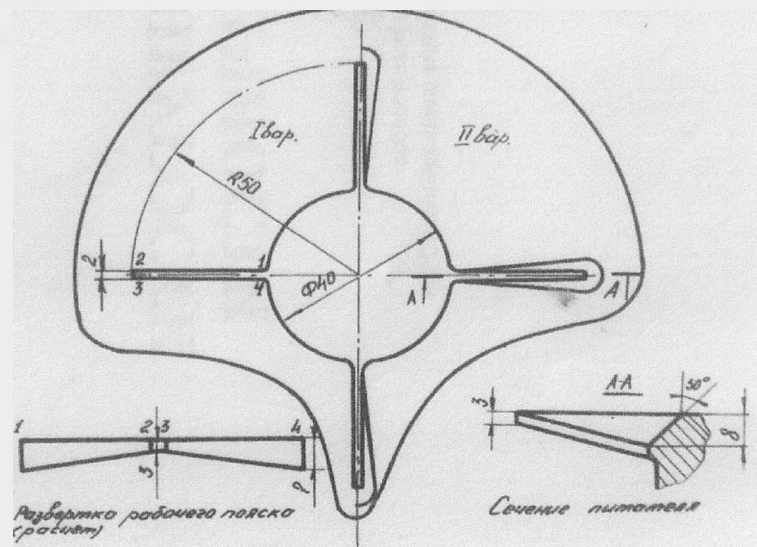


Диаметр описанной окружности 25-280 мм; толщина стенки и ребер 1,5-50мм; отношение высоты ребер и толщины 6-20мм.

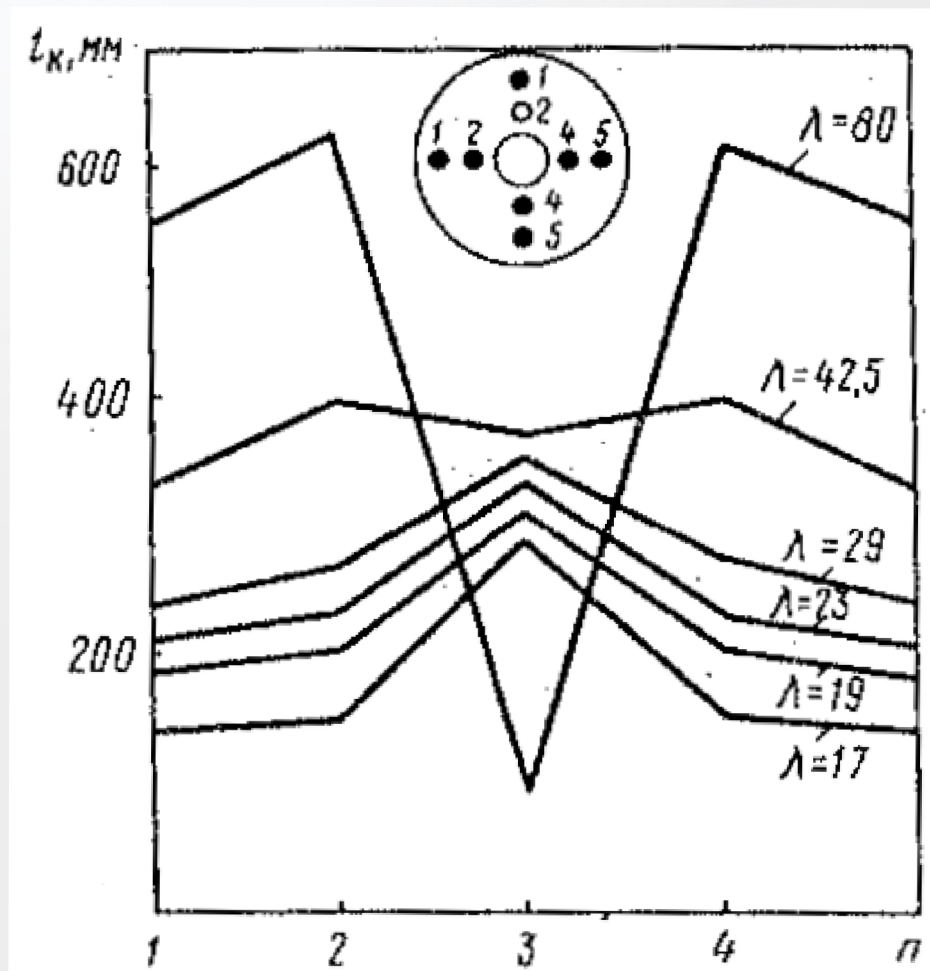
Фасонные иглы



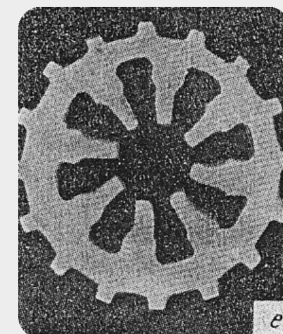
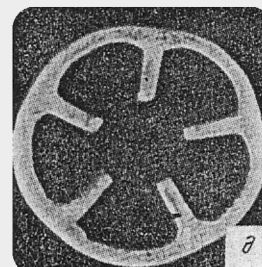
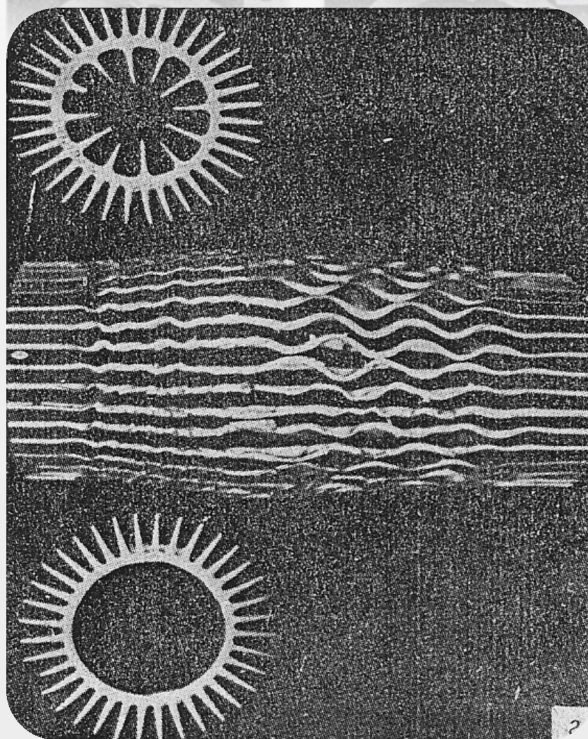
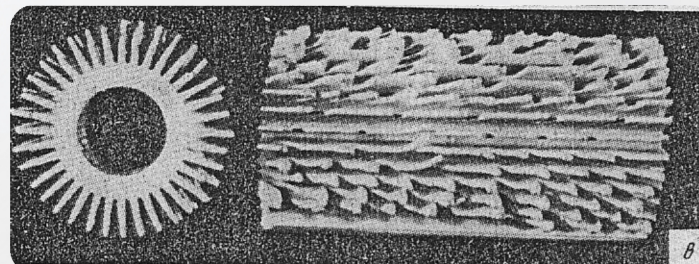
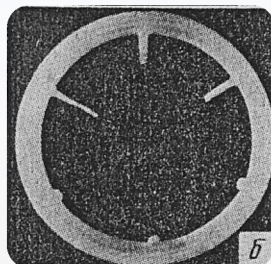
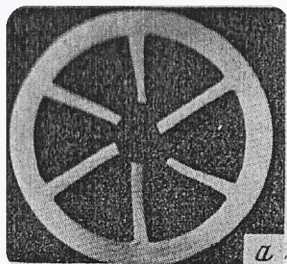
Матрицы



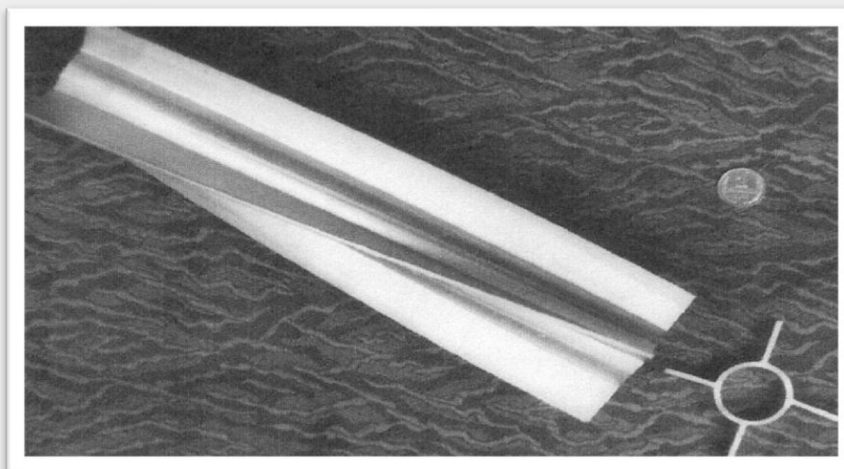
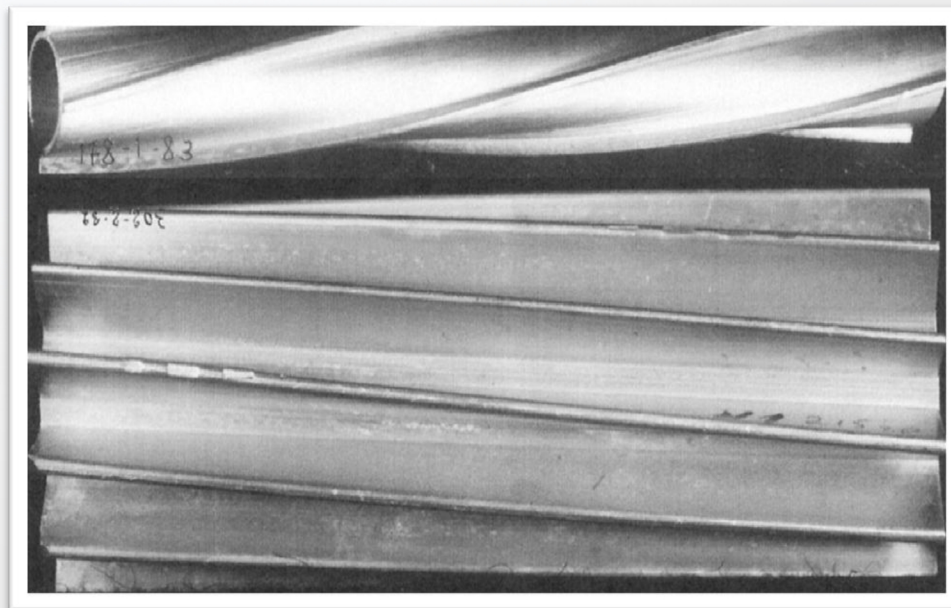
СКОРОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБЫ С НАРУЖНЫМ ОРЕБЕРЕНИЕМ



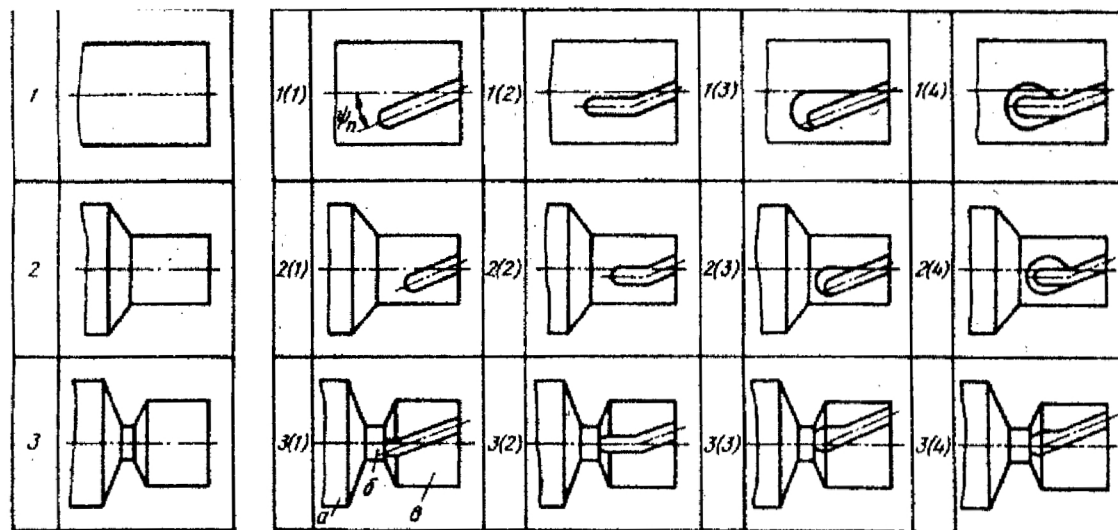
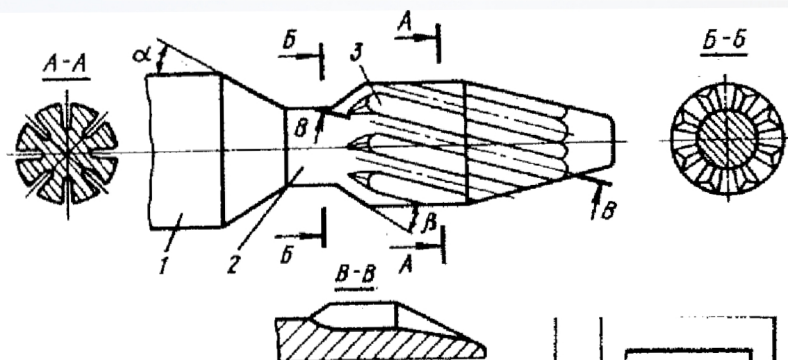
ВИДЫ БРАКА РЕБРИСТЫХ ТРУБ



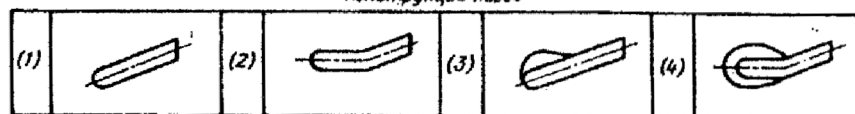
ТРУБЫ С НАРУЖНЫМ СПИРАЛЬНЫМ ОРЕБРЕНИЕМ

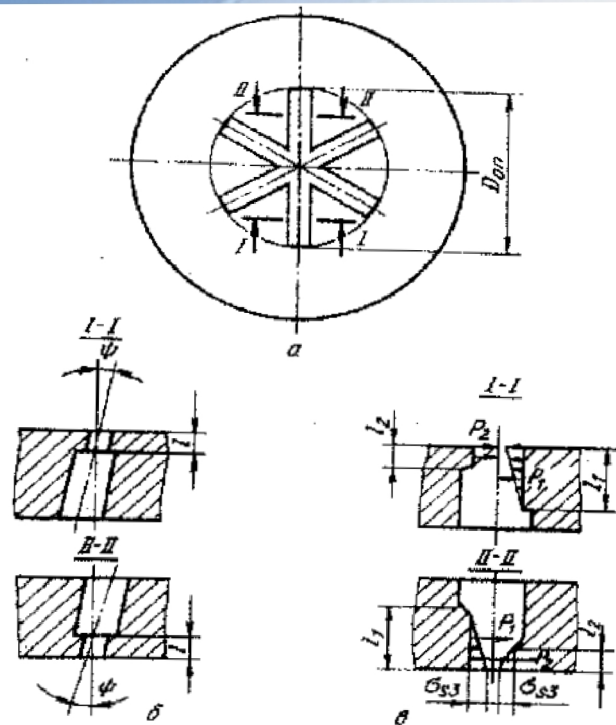


ИГЛЫ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ С ВИНТОВЫМ ОРЕБРЕНИЕМ



Конструкции пазов





МАТРИЦЫ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ И ПРОФИЛЕЙ С ВИНТОВЫМ ОРЕБРЕНИЕМ

1	Плоская	1,1	1,2	1,3
2	Коническая	2,1	2,2	2,3
3	Плоско-коническая	3,1	3,2	3,3

Пазы				
1	2	3	4	5

МАТРИЦЫ С ВЫСТУПАЮЩИМ РАССЕКATEЛЕМ

