

**РАСЧЕТ КАЛИБРОВКИ  
СТАНА ХПТ  
(ПО МЕТОДИКЕ  
ШЕВАКИНА)**



# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Маршрут прокатки 57x4,5 – 38x1,8

— Исходный диаметр заготовки  $D_3 = 57$  мм

— Исходная толщина стенки заготовки  $S_3 = 4,5$  мм

— Диаметр готовой трубы  $D_0 = 38$  мм

— Толщина стенки готовой трубы  $S_0 = 1,8$  мм

2. Материал – сталь 12X18H10T

3. Стан – ХПТ 55



# ДЛИНЫ ОСНОВНЫХ УЧАСТКОВ

Для унификации технологического инструмента длины основных участков для каждого типа стана принимаются постоянными

Участок	ХПТ-32	ХПТ-55	ХПТ-75	ХПТ-120	ХПТ-250
$l_{з.п}$	20,6	12	13,5	13,3	85
$l_{з.в}$	27,8	12	25	25,2	85
$l_{д}$	290	<b>410</b>	477	615	650-700
$l_{к}$	101,2	115,5	122	150	100-120



# РАСЧЕТ

Длина участка деформации

$$l_{\Delta} = 410 \text{ мм}$$

Длина участков редуцирования и предотделочного

$$l_{\text{РЕД+П}} = 74 \text{ мм}$$

Длина обжимного участка

$$l_0 = l_{\Delta} - l_{\text{РЕД+П}} = 336 \text{ мм}$$

Зазор между калибрами

$$\Delta k = 0,4 \text{ мм}$$

(обычно составляет 0,2—1,0 мм, зависит от типоразмера стана и толщины стенки трубы)

Величина подачи валков

$$t = 6 \text{ мм}$$

Для легированных сталей до 10 мм, для углеродистых – до 15 мм



Определим уменьшение наружного диаметра заготовки

$$D_3 - D_0 = 57 - 38 = 19 \text{ мм}$$

На основе полученных значений выберем конусность оправки

Тип стана	$D_3 - D_0$	$2\text{tg}\alpha_{\text{ред}}$
ХПТ-32	<13	0,01÷0,015
	>13	0,02
ХПТ-55	<14	0,01
	14÷18	0,015
	>18	0,02÷0,03
ХПТ-75	12÷16	0,01
	17÷22	0,02
	23÷28	0,03
	>28	0,04

Примем  $2\text{tg}\alpha_{\text{ред}}$  равным 0,03

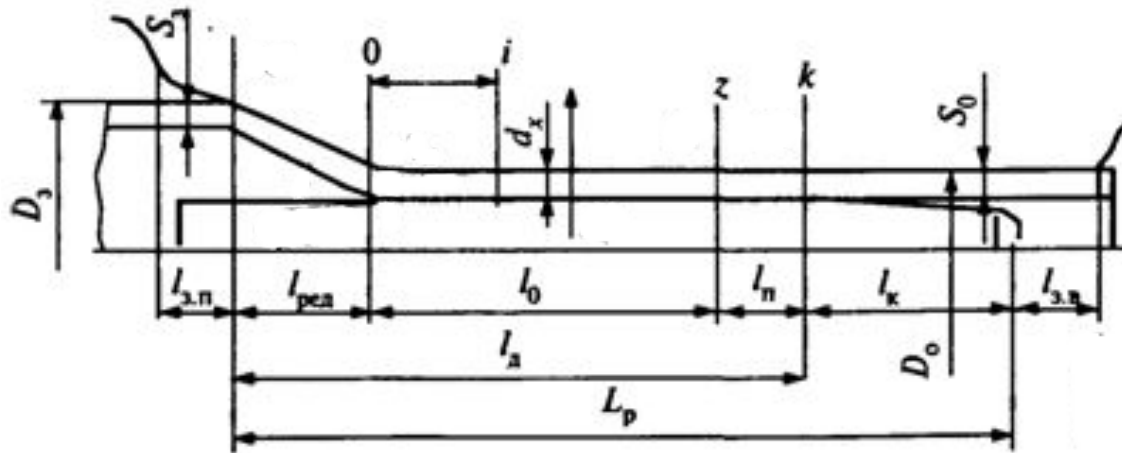


Диаметр оправки в конце конической части ручья

$$d_{II} = D_0 - 2S_0 = 38 - 2 \cdot 1,8 = 34,4 \text{ мм}$$

Диаметр цилиндрической части оправки

$$D_{II} = d_{II} + l_{II} \cdot 2 \operatorname{tg} \alpha_{\text{ред}} = 34,4 + 410 \cdot 0,03 = 44,65 \text{ мм}$$



## Расчет профиля гребня ручья

Величина зазора для ввода оправки в заготовку

$$\Delta r = (D_3 - 2S_3) - D_{Ц} = (57 - 2 \cdot 4,5) - 44,65 = 3,35 \text{ мм}$$

Утолщение стенки на участке редуцирования

$$\Delta S_{\text{РЕД}} = (0,005 \div 0,06) \Delta r = 0,06 \cdot 3,35 = 0,201 \text{ мм}$$

Толщина стенки заготовки после редуцирования

$$S_{\text{РЕД}} = S_0 + \Delta S_{\text{РЕД}} = 4,5 + 0,2 = 4,7 \text{ мм}$$

Далее для определения профиля гребня ручья на обжимном участке необходимо определить коэффициент вытяжки по контрольным сечениям. Возьмем 7 контрольных сечений. Расстояние между ними будет  $x = l_0/7 = 336/7 = 48 \text{ мм}$ .

Коэффициент вытяжки определяется либо по номограмме на основе коэффициента вытяжки по стенке  $\mu_c = S_{\text{РЕД}} / S_0 = 4,7/1,8 = 2,61$ , либо по формуле

$$\mu_{xi} = \frac{\mu_c}{1 - e^{-n}} (1 - e^{-n \cdot Xi/l_0}) + 1$$

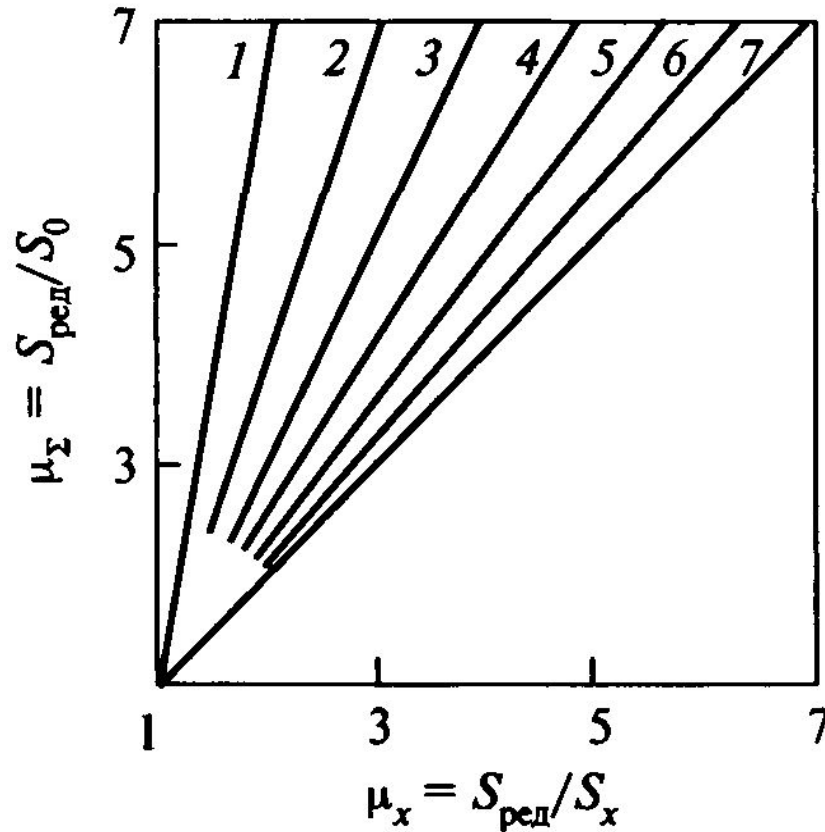
где  $n = 0,5 \div 0,64$  — коэффициент крутизны профиля обжимной зоны



## По результатам замеров по

Номер сечения <i>i</i>	Номер диаграммы							
	0	1	2	3	4	5	6	7
$\mu_{xi}$	1	1,3	1,6	1,85	2,05	2,3	2,5	2,6
$S_{xi}$	4,7	3,66	2,93	2,54	2,29	2,04	1,88	1,8

$$S_{xi} = \frac{S_0}{\mu_{xi}}$$





По формуле

Шевакина

$$\mu_{x1} = \frac{2,61-1}{1-e^{-0,64}} (1 - e^{-0,64 \cdot 48/336}) + 1 = 1,3$$

Номер сечения i	0	1	2	3	4	5	6	7
$\mu_{xi}$	1	1,30	1,57	1,82	2,04	2,25	2,44	2,61
$S_{xi}$	4,7	3,62	3	2,59	2,3	2,09	1,93	1,8

Диаметр оправки в контрольных сечениях определяется по формуле

$$d_{xi} = d_n + (l_0 - ix) \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_p$$

$$d_0 = 34,4 + 336 \cdot 0,03 = 44,48 \text{ мм}$$

$$d_1 = 34,4 + (336 - 48) \cdot 0,03 = 43,04 \text{ мм}$$

$$d_2 = 34,4 + (336 - 2 \cdot 48) \cdot 0,03 = 41,6 \text{ мм}$$

Номер сечения i	0	1	2	3	4	5	6	7
$d_i$	44,48	43,04	41,6	40,16	38,72	37,28	35,84	34,4



## Диаметр ручья калибра в контрольных сечениях

$$D_i = d_i + 2S_{xi} - \Delta k$$

$$D_0 = d_0 + 2S_0 - \Delta k = 44,48 + 2 \cdot 4,7 - 0,4 = 53,48 \text{ мм}$$

$$D_1 = d_1 + 2S_1 - \Delta k = 43,04 + 2 \cdot 3,66 - 0,4 = 49,96 \text{ мм}$$

$$D_2 = d_2 + 2S_2 - \Delta k = 41,6 + 2 \cdot 2,93 - 0,4 = 47,06 \text{ мм}$$

Номер сечения $i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$D_i$	53,48	49,96	47,06	44,94	42,9	40,96	39,2	37,6

### Определение ширины ручья

Конусность участков обжимной зоны ручья по сечениям определяется по формуле

$$2tg\gamma_{xi} = (D_{xi-1} - D_{xi}) / x$$

$$2tg\gamma_{x1} = (53,48 - 49,96) / 48 = 0,073$$

Номер сечения $i$	1	2	3	4	5	6	7
$2tg\gamma_{xi}$	0,073	0,06	0,044	0,043	0,04	0,037	0,033

Ширина ручья определяется в контрольных сечениях по формуле

$$B_{Xi} = D_i + 2[k_m m \mu_{Xi} (2tg\gamma_{Xi} - 2tg\alpha_p) + k_a m \mu_{Xi} \cdot tg\alpha_p]$$

где  $k_m = 1,05 \div 1,8$  - коэффициент, учитывающий вынужденное уширение и износ инструмента (большие значения для начальных сечений, меньшие - для конечных)

$k_a$  — коэффициент, учитывающий горизонтальное сплющивание валков (принят 0,7)

$$B = 49,96 + 2[1,8 \cdot 6 \cdot 1,3(0,073 - 0,03) + 0,7 \cdot 6 \cdot 1,3 \cdot 0,03] = 51,5 \text{ мм}$$

Номер сечения $i$ $B_{Xi}$	1	2	3	4	5	6	7
	51,5	48,24	45,67	43,58	41,58	39,71	38,02

К рассчитанной величине  $B_{Xi}$  следует прибавить величину зазора  $\Delta k$ , равную 0,4, тогда ширина ручья по сечениям составит

Номер сечения $i$ $B_{Xi}$	1	2	3	4	5	6	7
	51,9	48,64	46,07	43,98	41,98	40,11	38,42



# ГДЕ ПОСМОТРЕТЬ

Методика Шевакина - Данченко В.Н. и др. «Технология трубного производства», 2002

Методика МИСиС - Романцев Б.А., Гончарук А.В., Вавилкин Н.М., Самусев С.В. «Обработка металлов давлением», 2008

Методика ВНИТИ/ГТИ/ПНТЗ - в указанных выше

Розов Н.В. «Холодная прокатка труб», 1977

Фролов В.Ф., Фролов Я.В., Данченко В.Н. «Холодная пильгерная прокатка труб», 2005

