РАСЧЕТ КАЛИБРОВКИ СТАНА ХПТ (ПО МЕТОДИКЕ ШЕВАКИНА)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Маршрут прокатки 57х4,5 – 38х1,8
   - Исходный диаметр заготовки $D_з$=57 мм
   - Исходная толщина стенки заготовки $S_з$=4,5 мм
   - Диаметр готовой трубы D_0=38 мм
   - Толщина стенки готовой трубы S_0=1,8 мм
2. Материал – сталь 12Х18Н10Т
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	**410**	477	615	650-700
$l_{к}$	101,2	115,5	122	150	100-120

РАСЧЕТ

Длина участка деформации

$$l_{Д} = 410 \text{ мм}$$

Длина участков редуцирования и предотделочного

$$l_{РЕД+П} = 74 \text{ мм}$$

Длина обжимного участка

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

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

$$\tau = 6 \text{ мм}$$

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

Определим уменьшение наружного диаметра заготовки

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

На основе полученных значений выберем конусность оправки

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

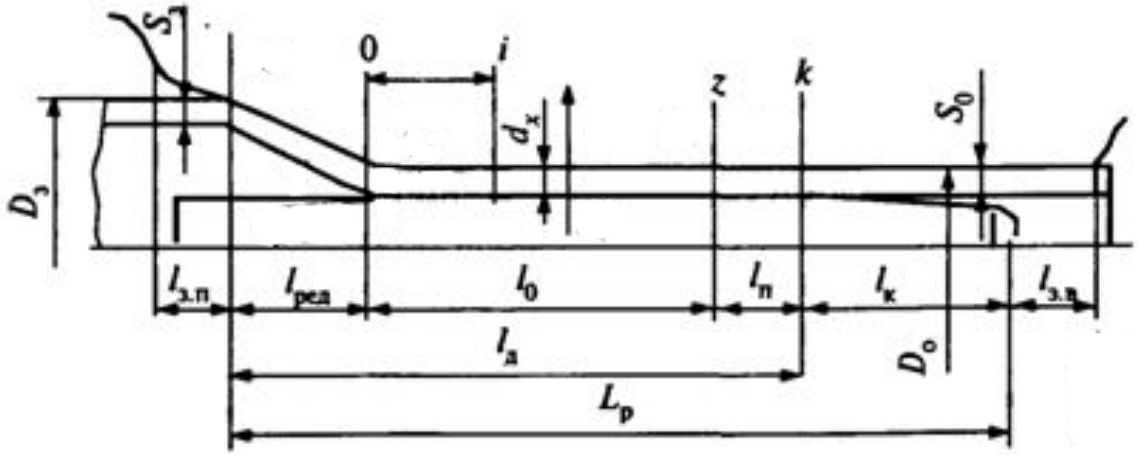
Примем $2tg\alpha_{ред}$ равным 0,03

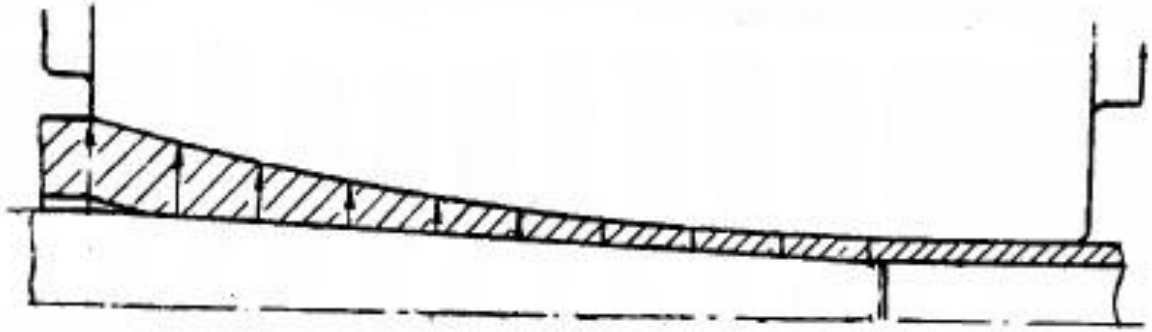
Диаметр оправки в конце конической части ручья

$$d_П = D_0 — 2S_0 = 38 — 2 \cdot 1{,}8 = = 34{,}4 \text{ мм}$$

Диаметр цилиндрической части оправки

$$D_Ц = d_П + l_Д \cdot 2\text{tg}\alpha_{ред} = 34{,}4 + 410 \cdot 0{,}03 = 44{,}65 \text{ мм}$$





Расчет профиля гребня ручья

Величина зазора для ввода оправки в заготовку

$$Д р = (D_з - 2S_з) - D_Ц = (57 - 2 \cdot 4,5) - 44,65 = 3,35 \text{ мм}$$

Утолщение стенки на участке редуцирования

$$ДS_{РЕД} = (0,005 \div 0,06) Др = 0,06 \cdot 3,35 = 0,201 \text{ мм}$$

Толщина стенки заготовки после редуцирования

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

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

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

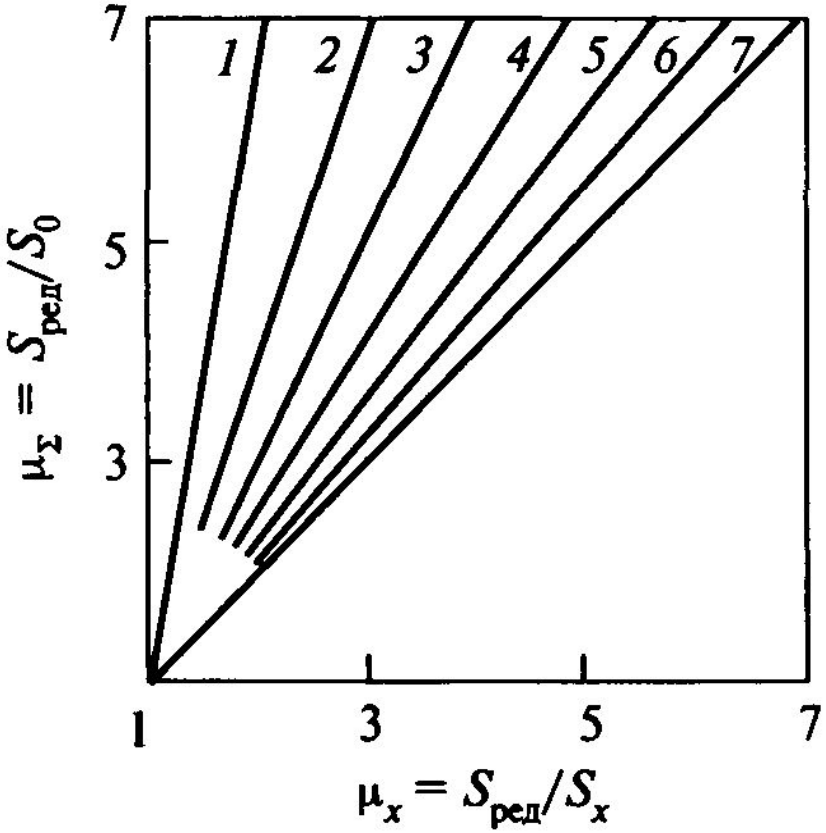
$$\mu_{xi} = \frac{\mu_c - 1}{1 - e^{-n}} (1 - e^{-n \cdot Xi / l_0}) + 1$$

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

По результатам замеров по номограмме

Номер сечения i	0	1	2	3	4	5	6	7
μ_{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
μ_{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

$$tg\alpha_P$$

$$d_{Xi} = d_n + (l_0 - ix)2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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÷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_{Xi} = 49,96 + 2[1,8·6·1,3(0,073-0,03) + 0,7·6·1,3·0,03] = 51,5мм

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

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

Номер сечения i	1	2	3	4	5	6	7
B_{Xi}	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