

Министерство образования и науки республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова  
Факультет металлургии, машиностроения и транспорта  
Кафедра металлургии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к лабораторным занятиям по дисциплине  
«Машины для обработки металлов и сплавов давлением»  
для студентов всех форм обучения  
специальности 140340 «Металлургические машины и оборудование»

Павлодар

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета ММиТ  
Токтаганов Т.Т.

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_г.

Составители: профессор, кандидат технических наук Сержанов Р.И.,  
старший преподаватель Богомолов А.В.

Кафедра металлургии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ** к выполнению лабораторных работ по  
дисциплине «Машины для обработки металлов и сплавов давлением»  
для студентов всех форм обучения  
специальности 140340 «Металлургические машины и оборудование»

Методические указания разработаны на основании Государственного  
общеобязательного стандарта образования для специальности  
140340 «Металлургические машины и оборудование»  
ГОСО РК 3.07.080 – 2001.

Рассмотрены на заседании кафедры, протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Суюндиков М.М.

Одобрена учебно-методическим советом факультета металлургии,  
машиностроения и транспорта  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_г., протокол № \_\_

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Дудак Н.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Нормоконтролер кафедры металлургии \_\_\_\_\_ Кенбеилова С.Ж.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_г.

## **Введение**

Курс «Машины для обработки металлов и сплавов давлением», согласно требований ГОСО РК 3.07.080 – 2001, входит в государственный компонент учебного плана специальности 140340 «Металлургические машины и оборудование».

По курсу предусмотрены лабораторные занятия в объеме 26 часов для дневной формы обучения, выполнение студентами курсового проекта, сдача экзамена.

Успешное изучение студентами всех форм обучения курса «Машины для обработки металлов и сплавов давлением» предусматривает работу с рекомендуемой литературой, прослушивание лекций по всему курсу, выполнение лабораторных работ и активную работу на практических занятиях. Данной дисциплиной завершается изучение основного цикла специальных дисциплин «Механическое оборудование металлургических заводов».

В результате проделанной работы студенты должны свободно ориентироваться в литературе по механическому оборудованию прокатных цехов. Это позволит будущим инженерам-механикам анализировать конструктивные особенности прокатного оборудования, проводить элементарные проверочные и конструктивные расчеты, организовывать технически обоснованную эксплуатацию и ремонт металлургического оборудования, совершенствовать конструкцию машин и агрегатов, используемых в прокатных цехах.

В результате изучения дисциплины будущий специалист должен знать:

- назначение, устройство и условия работы оборудования прокатных цехов;
- достоинства и недостатки отдельных видов оборудования;
- типовые современные конструкции машин и механизмов прокатных станов;
- перспективы и направления совершенствования оборудования прокатного производства;
- технико-экономические показатели оборудования прокатных цехов.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях, проверка отдельных теоретических положений экспериментальным путем. Проведение лабораторных работ способствует изучению и усвоению студентами методов испытаний и исследования механизмов и машин для обработки металлов и сплавов давлением, а также применяемых при этом приборов и измерительной аппаратуры. Рекомендуется проводить лабораторные работы в заводских условиях на действующем оборудовании ПФ ТОО «Кастинг».

Перед началом лабораторных работ студенты проходят инструктаж по технике безопасности.

### **Лабораторная работа №1**

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ НА БЛЮМИНГЕ

**Цель работы:** Ознакомиться с калибровкой валков, сделать эскиз, сравнить с существующими калибровками блюмингов, изучение схем прокатки и режима обжатий на блюминге.

**Лабораторная установка:** Работа может проводиться на лабораторном стане 150. Калибровка валков приведена на рис.1.

Для прокатки на стане 150 используются свинцовые слитки, моделирующие в некотором масштабе слитки спокойной и кипящей стали, используемые на современных блюмингах (рис.2)

Из заданного слитка (возможные варианты приведены в табл.1) требуется прокатать на стане 150 полосу квадратного или прямоугольного сечения указанного размера.

Таблица 1.

Размеры слитка Прокатать полосу сечением $h \times b$ , мм	№ вариантов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{62 \times 62}{50 \times 50} \cdot 175$								
$\frac{62 \times 62}{52 \times 52} \cdot 160$								

### Порядок выполнения работы

1. На валках стана 150 экспериментально определяется величина максимального возможного обжатия свинцовой полосы за один проход, исходя из условия захвата. Для этого используется короткие свинцовые образцы, имеющие начальное сечение

$$h_0 \times b_0 = 20 \times 20 \text{ мм} .$$

Образец слегка прижимают к вращающимся валкам, сведенным настолько, что захват не происходит. При постепенном подъеме верхнего валка в определенный момент происходит захват полосы валками. Измерив толщину полосы после прокатки  $h$ , находим

$$\Delta h_{\max} = h_0 - h, \text{ мм}$$

Опыт следует повторить несколько раз, добиваясь надежного захвата при установленной величине максимального обжатия за один проход.

Установив величину  $\Delta h_{\max}$ , следует определить значение максимального допускаемого угла захвата.

$$\alpha_{\max} = \sqrt{\frac{\Delta h_{\max}}{R}} \quad \text{или} \quad \alpha_{\max} = \arccos \sqrt{1 - \frac{\Delta h_{\max}}{2R}}$$

и сравнить со значениями  $\alpha_{\max}$  на промышленных станах-блюмингах 1150 при прокатке рядовых и специальных сталей.

2. Исходя из заданных размеров сечения слитка  $h_0, b_0$  и конечно сечения раската  $h \times b$  и принимая показатель уширения  $k=0,15$ , находится суммарное обжатие по одной и по другой стороне раската

$$\sum \Delta h_h = h_0 - h_n + k(b_0 - b_n)$$

$$\sum \Delta h_b = b_0 - b_n + k(h_0 - h_n)$$

число проходов для каждой стороны раската

$$n_h = \frac{\sum \Delta h_h}{\Delta h_{\max}}, n_b = \frac{\sum \Delta h_b}{\Delta h_{\max}}$$

уточняется так, чтобы получилось целые числа и в сумме число проходов было нечетным. После этого нужно установить величину частного обжатия за каждый проход по стороне  $h$  и  $b$

$$\Delta h_h = \frac{\sum \Delta h_h}{n_h}, \Delta h_b = \frac{\sum \Delta h_b}{n_b}.$$

3. Составить таблицу режима обжатия, установить схему кантовок и распределить проходы по калибрам.

Таблица 2.

№ проходов	обжатие		Размеры раската	калибр		
	Уширение $\Delta b$ , мм			$h$ , мм	$b$ , мм	
	По стороне	$\Delta h$ , мм				
0.						
1.	h					
3.	h					
4.	b					
5.	b					
.						
.						

При этом нужно руководствоваться существующими схемами прокатки на блюмингах, приведенными в табл.3.

При установлении кантовок нужно учитывать отношение размеров сечения раскатов. Если отношение  $B/h$  раската при прокатке на бочке (калибре 1) достигается 1,3, следует производить окантовку. В остальных калибрах отношение  $B/h$  не должно быть более 1,7, 1,8.

Кантовку необходимо производить при передаче раската из калибра в калибр.

Для получения точного и качественного профиля перед последним проходами обычно делается кантовка.

При распределении проходов по калибрам учитывается примерное соответствие ширины раската и калибра.

При окончательной корректировке рассчитанного режима обжатий нужно обеспечить правильное заполнение калибров, в случае необходимости может быть изменена и схема кантовок.

При составлении таблицы режима обжатий нужно учитывать уширение раската в каждом проходе.

Уширение определяют по формуле А.П.Чекмарева:

$$\Delta B = \frac{2b_{cp} \Delta h}{(h_0 + h_1) \left[ 1 + (1 + \alpha) \left( \frac{b_{cp}}{R_\alpha} \right)^n \right]}$$

Рассчитанную величину уширения в каждом проходе можно округлить с точностью до 0,5 мм.

Скорректированные данные режима обжатий сводятся в таблицу 4.

В графе «показания стрелки циферблата» записывается разность между толщиной раската в каждом проходе и высотой калибра.

Таблица 4.

Расчетный режим обжатия на стане 150 при прокатке полосы  $h \times b$  из слитка  $h_0 \times b_0$

№ проходов	Обжатие Уширение $\Delta b$ , мм		Размеры раската а	Калибр $h_k \times \frac{b_k}{b_k}$		Показание стрелки циферблата	Коэфф. Вытяжка и $\mu = \frac{h b}{hb}$	
	По стороне	$\Delta h$ , мм		h, мм	b, мм			
0.								
1.								
2.								
3.								

4. Произвести настройку стана 150 для прокатки.

Для этого нужно верхний валок при помощи нажимного устройства опустить на нижний валок и отдельным вращением правого или левого винта устранить возможный перекося валков.

Установить зазор между валками и высоту калибров согласно калибровке валков (рис.1). При этом показания стрелок циферблата должны быть также установлены на нуле.

Проверить правильность установки столов с передней и задней стороны клетки.

5. Прокатка на стане 150 производится в соответствии с рассчитанным и откорректированным режимом обжатий по показаниям стрелки циферблата.

После каждого прохода выполнять измерение размеров раската и коэффициента вытяжки, результаты свести в таблицу 5 фактического режима обжатий (по форме таблица аналогична табл.4).

Сравнить фактический режим обжатий с расчетным, провести анализ заполнения калибров, определить причины отклонений фактического режима от расчетного.

Конечный профиль должен быть получен с точностью до 01 мм.

## Лабораторная работа №2

Изучение вытяжки и устойчивости боковых граней полосы при прокатке на блюминге

**Цель работы:** Ознакомиться с калибровкой валков, сделать эскиз, сравнить с существующими калибровками блюмингов, изучение схем прокатки и режима обжатий на блюминге.

**Лабораторная установка:** Работа может проводиться на лабораторном стане 150. Калибровка валков приведена на рис.1.

Для прокатки на стане 150 используется свинцовые слитки, моделирующие в некотором масштабе слитки спокойной и кипящей стали, используемые на современных блюмингах (рис.2)

Из заданного слитка (возможные варианты приведены в табл.1) требуется прокатать на стане 150 полосу квадратного или прямоугольного сечения указанного размера.

Фактическая величина вытяжки полосы в каждом проходе определяется путем измерения расстояния между поперечными рисками, нанесенными на поверхность полосы:

$$\mu = \frac{l_0}{l_1},$$

$l_0$  - расстояние между рисками на полосе перед проходами,

$l_1$  - расстояние между рисками на полосе после прохода.

Результаты замеров вытяжек по проходам заносятся в таблицу фактического режима обжатий (табл.5) и строится диаграмма распределения вытяжек по проходам (рис.3):

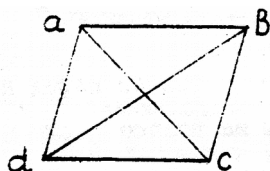


Рис. 4, ( $ac < db$ ).

Провести анализ формы боковых граней полосы, отметив отличие характера уширения в первых проходах от уширения при прокатке в калибрах.

Выполнить эскизы боковой поверхности полосы для случаев прокатки на гладкой бочке и в калибрах.

Дать объяснение наблюдаемым явлениям.

### В. Изучение устойчивости полосы при прокатке на гладкой бочке.

Потеря устойчивости полосы в валках при прокатке на гладкой бочке приводит к перекосу сечения прокатываемой полосы, в результате чего прокатанная полоса в сечении приобретает форму параллелограмма. Перекос сечения обнаруживается путем измерения длины его диагоналей, а их отношение  $\rho = \frac{ab}{ac}$  может служить показателем величины перекоса.

Путем прокатки на гладкой бочке стана 150 полос с различным отношением  $h/b$  при значениях степени деформации  $\varepsilon_1 = \frac{\Delta h}{h_0} = 0,15$  и  $\varepsilon_2 = 0,30$  следует

установить предельно допускаемые значения  $h/b$ , при которых перекос не превышает значений  $\rho = 1,05$ . Исходные данные и результаты прокатки образцов привести в виде таблиц (табл.6) и изобразить графически (рис.5)

Установив предельно допускаемые значения  $h/b$  по условиям устойчивости полосы, сделать заключение о зависимости устойчивости от степени деформации полосы за проход.

Провести анализ режима слитка на гладкой бочке с точки зрения его устойчивости (по данным режима обжатия табл.5)

Таблица 6.

№ образцов	Исходные размеры $h_0 \times b_0$ , мм	Отношение $h/b$	Размеры после прокатки $h \times b$ , мм	Степень деформации и $\varepsilon = \frac{\Delta h}{H} \cdot 100\%$	Размеры диагоналей и сечения после прокатки	Отношение $\rho$
1	20x20		15			
2	20x18					
3	20x16					
4	20x14					
5	20x12					
6			30 %			
7	1,0 1,11 1,25 1,43 1,67					



Схе ма прок атки	Всего проход ов	1 калибр	2 калибр	3 калибр	4 калибр	5 калиб р
1	11	12x3456x	78910x	11		
2	13	12x3456x	9101112x	13		
3	15	12x3456x78910x	11121314x	15		
4	13	12x3456x	78910x	1112x	13	
5	15	12x3456x	78x910x	1112x1314x	15	
6	15	12x3456x78x	9101112x	1314x	16	
7	17	12x3456x78910x	11121314x	1516x	17	
8	15	12x3456x	78910x	1112x	1314x	15
9	17	12x3456x78x	9101112x	1314x	1516x	17
10	19	125x3456x78910x	11121314x	1516x	1718x	19

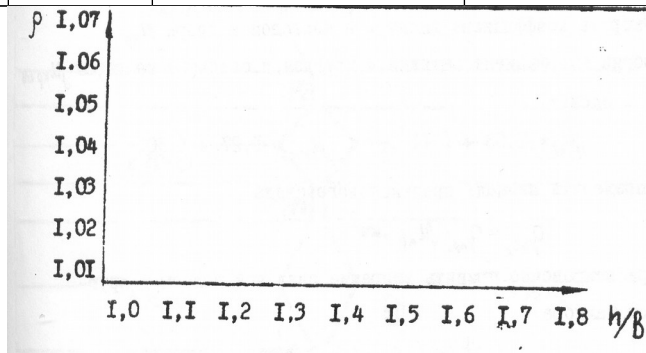


Рисунок 5. График зависимости устойчивости полосы при прокатке на гладкой бочке от отношения размеров сечения  $h/b$  при  $\varepsilon_2 = 0,15$  (или при  $\varepsilon_2 = 0,30\%$ ).

Таблица 3.

Схема прокатки на блюминге

## ИЗУЧЕНИЕ КАЛИБРОВОК ДЛЯ ПРОКАТКИ КРУГЛЫХ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ

**Цель работы** – ознакомление с системами калибров для получения круглого и квадратного профиля, изучение заполнения калибров, контактной поверхности и вытяжки.

**Лабораторная установка:** Работа может проводиться на стане 150. Калибровка валков стана 150 показана на рис.6.

А. Прокатка круглого профиля  $d=16$  мм.

1) Расчетная часть работы.

1. Определить площадь чистого профиля

$$q_{кр1} = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ мм}^2$$

2. Выбрать коэффициент вытяжки в чистом калибре  $\mu_{кр}$  и общий коэффициент вытяжки в круглом и овальном калибрах  $\mu_{кр,ов}$  в пределах  $\mu_{кр} = 1,08 + 1,11$ ,  $\mu_{кр,ов} = 1,27 + 1,30$

3. Определить площадь предчистового овала

$$q_{ов2} = q_{кр1} \cdot \mu_{кр}, \text{ мм}^2$$

4. Ориентировочно принять уширение овальной полосы в круглом калибре  $\Delta b \cong (1.0 \div 1.2)$  мм

5. Размеры предчистового овала  $h_2 = d - \Delta b_1$ , мм

$$b_2 = \frac{3q_2}{2h_2 + S}, \text{ мм}$$

Глубина вреза в валках  $h_{вр2} = 6,2$  мм

Следовательно, зазор между валками должен быть равен

$$S_2 = n_2 - 2 \cdot 6,2 \text{ мм.}$$

6. Определить площадь предчистового квадрата

$$q_3 = q_{кр} \cdot \mu_{кр,ов} \text{ мм}^2$$

Сторона квадрата будет равна

$$C_3 = \sqrt{1,03q_3}, \text{ мм}$$

Высоты калибра

$$h_3 = 1.41C_3 - 0.82r, \text{ мм} \quad (r=2.5 \text{ мм})$$

Глубина вреза 3-го калибра в валками составляет

$$h_{вр3} = 9,35, \text{ мм}$$

При прокатке в 3-м калибре должен быть установлен зазор

$$S_3 = h_3 - 2h_{вр3}, \text{ мм}$$

7. Рассчитать уширение в предчистом овале по формуле

$$\Delta b = 0,4 \sqrt{(C_3 - h_{ов.ср}) R_{кв}} \cdot \frac{C_3 - h_{ов.ср}}{C_3}, \text{ мм,}$$

где  $h_{ов.ср} = \frac{q_2}{b_2}$ ;  $R_{кв} = 0,5(D - h_{ов.ср})$ .

Проверить заполнение предчистого овального калибра.

В случае переполнения овального калибра следует принять меньший коэффициент вытяжки и уменьшить размер предчистого квадрата.

8. Проверить общую вытяжку между заготовкой со стороны  $C_0$  и квадрата  $C_3$  и распределить ее между овальным и квадратным калибрами:

$$M = \mu_{4ов} \cdot \mu_{3кв} = \frac{C_0^2}{C_3^2}.$$

Эту общую вытяжку распределяем между овальными и квадратными калибрами таким образом, чтобы вытяжка в овальном калибре была больше, чем в квадратном:

$$\mu_4 = 1 + 1,5(\mu_3 - 1)$$

$$\mu_3 = \frac{0,5 + \sqrt{0,25 + 6M}}{3}$$

9. Площадь овала  $q_4 = q_3 \cdot \mu_3$ .

Высоту овала  $h_4$  определяем с таким расчетом, чтобы при прокатке его в квадрате было место на уширение:

$$h_4 = 1,41C_3 - S_3 - \Delta b_3, \text{ мм}$$

Величину уширения можно определить по графикам, приведенным в учебном пособии А.П. Чекмарева, М.С. Мутьева, Р.А. Машковцева «Калибровка прокатных валков», 1971 г. Учитывая, что диаметр валков  $D=150\text{мм}$ , следует уменьшить уширение, пользуясь экстраполяцией.

Ширина овала  $b_4 = \frac{3q_4}{2h_4 - S_4}, \text{ мм}$

Зазор  $S_4 = h_4 - 2h_{вр.4}, \text{ мм}$

Глубина вреза составляет  $h_{вр.4} = 7,05 \text{ мм}$ .

10. Определяем уширение в овальном калибре по формуле

$$\Delta b_4 = 0,4 \sqrt{(C_0 - h_{4ов.ср})R_{квср}} \cdot \frac{C_0 - h_{4ов.ср}}{C_0}, \text{ мм}$$

Проверяем заполнение 4-го овального калибра.

Результаты расчета свести в таблицу 1.

2) Экспериментальная часть работы.

В соответствии с результатами расчетов калибровки установить требуемый зазор между валками для прокатки квадратной заготовки в 1-м проходе (4-й овальный калибр).

Повторить правильность установки проводковой арматуры. Для контроля вытяжки в процессе прокатки на полосу нанести 2 поперечные риски на расстоянии  $l=100=150 \text{ мм}$ . Последовательно прокатывая полосу в калибрах, производить замеры ее фактических размеров, уширения, вытяжки.

Результаты прокатки свести в таблицу 2.

При переполнении калибров или отклонения размеров конечного профиля от заданных следует произвести корректировку калибровки и повторить экспериментальную часть работы.

При выполнении экспериментальной части работы нужно получить недокаты полосы из каждого с отпечатками контактной поверхности очага деформации.

#### **Лабораторная работа №4**

#### **ИЗУЧЕНИЕ КАЛИБРОВОК ДЛЯ ПРОКАТКИ КВАДРАТНЫХ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ**

**Цель работы** – ознакомление с системами калибров для получения квадратного профиля, изучение заполнения калибров, контактной поверхности и вытяжки.

**Лабораторная установка:** Работа может проводиться на стане 150. Калибровка валков стана 150 показана на рис.6.

Прокатка квадратного профиля  $C=14$  мм.

1) Расчетная часть работы.

1. Определить площадь чистового профиля

$$q_1 = c_1^2, \text{ мм}^2$$

2. Выбрать коэффициент вытяжки в чистовом квадратном калибре и общий коэффициент вытяжки в квадратном и предчистовом калибрах

$$\mu_{\text{кв}} = 1,08 \div 1,11$$

$$\mu_{\text{кв}} \cdot \mu_p = 1,25 \div 1,27$$

3. Площадь предчистового ромба

$$q_2 = q_1 \cdot \mu_{\text{кв}}$$

4. Ориентировочно принять уширение ромбической полосы в квадратном калибре

$$\Delta b_1 \cong 1.0 \div 1.5 \text{ мм}$$

5. Размеры предчистового ромба

$$h_2 = 1.41C - \Delta b_1, \text{ мм}$$

$$b_2 = \frac{2q_2}{h_2}, \text{ мм.}$$

Глубина вреза в валках составляет  $h_{\text{вр}2} = 8,75$  мм.

Следовательно, зазор между валками должен быть равен

$$S_2 = h_2 - 2h_{\text{вр}2}, \text{ мм.}$$

6. Площадь предчистового квадрата

$$q_3 = q_{\text{кв}} \cdot \mu_{\text{кв.р}}, \text{ мм}^2$$

Сторона квадрата равна

$$C_3 = \sqrt{1,03q_3}, \text{ мм}$$

и далее аналогично расчетной части раздела А лабораторной работы.

Результаты расчета свести в таблицу 3, аналогичную по форме табл.1.

2) Экспериментальная часть работы выполняется аналогично экспериментальной части раздела А лабораторной работы.

Результаты прокатки свести в таблицу 4.

В. Изучение формы контактной поверхности при прокатке в калибрах.

На недокатах, полученных при выполнении экспериментальной части разделов А и Б лабораторной работы, отметить очертания контактной поверхности очага деформации.

При помощи прибора «Мир-12» выполнить измерения координат очертаний горизонтальной проекции контактной поверхности очага деформации.

По результатам измерений в масштабе 5:1 выполнить построение горизонтальной проекции контактной поверхности и путем планиметрирования определить ее площадь.

Результаты замеров площади горизонтальной проекции контактной поверхности очага деформации сравнить с результатами расчетов по формулам:

а) при прокатке квадрата в овалах

$$F = 0.54(b_0 + b_1)\sqrt{R\Delta h},$$

б) при прокатке овала в квадратном калибре или овала в круглом калибре

$$F = 0.67b_1\sqrt{R\Delta h},$$

где

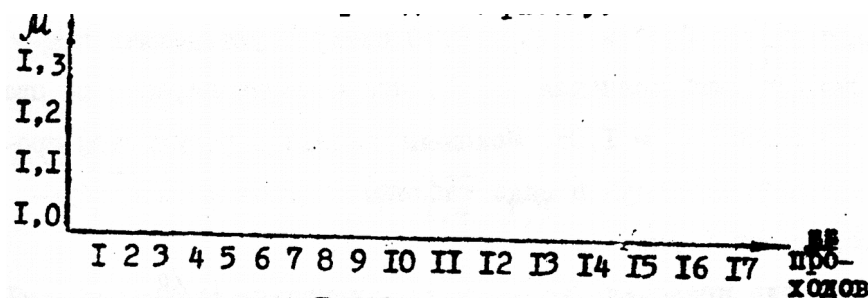
$\Delta h$  - обжатие по дну калибра,

$R$  – радиус по дну калибра.

Сравнение результатов экспериментального и расчетного определения горизонтальной проекции контактной поверхности очага деформации свести в таблицу 5.

Таблицу 5.

Случай прокатки	$b_0$	$b_1$	$R$	$\Delta h$	F Расч.	F Эксп.	Относительная ошибка $\delta = \frac{F_{\text{эксп}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{эксп}}} \cdot 100\%$





## Лабораторная работа №5

### ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВО ФЛАНЦЕВЫХ КАЛИБРАХ

**Цель работы:** изучение условий заполнения разрезного калибра в зависимости от высоты и ширины задаваемой заготовки, а также изучить утяжки в закрытых фланцах и приращения высоты в открытых фланцах.

**Лабораторная установка:** Работа может проводиться на стане 150. На валках стана (рис.7) 150 врезаны следующие калибры:

- 1-разрезной калибр открытого типа;
- 2-разрезной калибр закрытого типа;
- 3,4-балочные (черновые) калибры закрытого типа.

Прокатка прямоугольных образцов производится в открытом и в закрытом разрезных калибрах. Для прокатки используются свинцовые образцы следующих размеров:

1.  $H_0 \times B_0 = 25 \times 25 \text{ мм}$  -4 шт.
2.  $H_0 \times B_0 = 30 \times 25 \text{ мм}$  -4 шт.
3.  $H_0 \times B_0 = 25 \times 28 \text{ мм}$  -4 шт.
4.  $H_0 \times B_0 = 30 \times 28 \text{ мм}$  -4 шт.

Замеряются размеры образцов до и после прокатки, данные заносятся в таблицу 1.

На основании анализа результатов прокатки в разрезных калибрах сделать выводы о влиянии высоты заготовки на заполнение калибра. Указать на различия в условиях деформации в закрытых и открытых разрезных калибрах, как заполняются открытые и закрытые фланцы разрезного калибра.

В разрезной калибр задается заготовка разной ширины: 25 и 28 мм; в зависимости от простора на уширения будет изменяться и заполнение калибра.

Установить, как будет изменяться высота выходящего из разрезного калибра раската при одной высоте задаваемой заготовки  $H_0=25$  и  $H_0=30$  мм, но при разной ширине  $B_0=25$  и  $B_0=28$  мм.

Полученные в разрезных калибрах раскаты прокатать в черновых балочных калибрах с целью изучения особенностей деформации в открытых и закрытых фланцах. Результаты размеров образцов заносятся в таблицу 2.

На основании полученных данных установить:

- 1) различие в заполнении открытых и закрытых фланцев.
- 2) влияние бокового обжатия фланцев на их заполнение.



Таблицу 1.

Данные прокатки в разрезных калибрах.

№ обра зцов	заготовка			Раскат								Коэфф .вытяж ки $\frac{q_0}{q}$	Отношен ие $\frac{H_0}{d + h_0 + h_3}$	Примечание
	Выс ота $H_0$	Шир ина $B_0$	Пло щадь $q_0$	Сте нка $d$	Высо та отк. флан ца $h_0$	Высо та закр. флан ца $h_3$	Толщин а и основ. откр. фланца $b_0$	Толщин а и основ. закр. фланца $b_3$	Толщи на у края откр. фланца $a_0$	Толщ ина у края закр. флан ца $a_3$	Площа дь раскат а $q$			
1	25	25												Прокатка в калибре 1
2	25	25												Прокатка в калибре 1
3	30	25												Прокатка в калибре 2
4	30	25												Прокатка в калибре 2
5	25	25												Прокатка в калибре 2
6	25	25												Прокатка в калибре 2
7	25	28												Прокатка в калибре 2
8	25	28												Прокатка в калибре 2
9	30	25												Прокатка в калибре 2
10	30	25												Прокатка в калибре 2
11	30	28												Прокатка в калибре 2
12	30	28												Прокатка в калибре 2



## Литература

1. Целиков А.И. и др. Теория прокатки. Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И. Зюзин, А.В. Третьяков, Г.С. Никитин// - М.: Металлургия. 1982. 335 с.
2. Целиков А.И. и др. Теория расчета усилий в прокатных станах. - М.: Металлургиздат. 1962. 494 с.
3. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. -М.: Металлургия. 1980. 225 с.
4. Грудев А.П. Внешнее трение при прокатке. - М.: Металлургия. 1973. 288 с.
5. Грудев А.П., Тилик В.Т. Технология смазки в прокатном производстве. - М.: Металлургия. 1975. 288 с.
6. Грудев А.П. и др. Трение и смазки при обработке металлов давлением. Справочник/А.П. Грудев, Ю.В. Зильберг, В.Т. Тилик// - М.: Металлургия. 1982. 312 с.
7. Коновалов Ю.В. и др. Расчет параметров листовой прокатки. Справочник. - М.: Металлургия. 1985. 430 с.
8. Третьяков А.В., Зюзин В.И. Механические свойства металлов и сплавов при обработке металлов давлением. -М.: Металлургия. 1973. 224 с.
9. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. Учебник для вузов 4-е изд. -М.: Металлургия. 1987. 480 с.
10. Третьяков А.В, Третьяков Е.М. Дрессировка и качество тонкого листа. - М.: Металлургия. 1977. 224 с.
11. Третьяков Е.М. Элементы теории процесса дрессировки: Сб. «Исследование процессов пластической деформации металлов». Наука. 1965. 40-55 с.

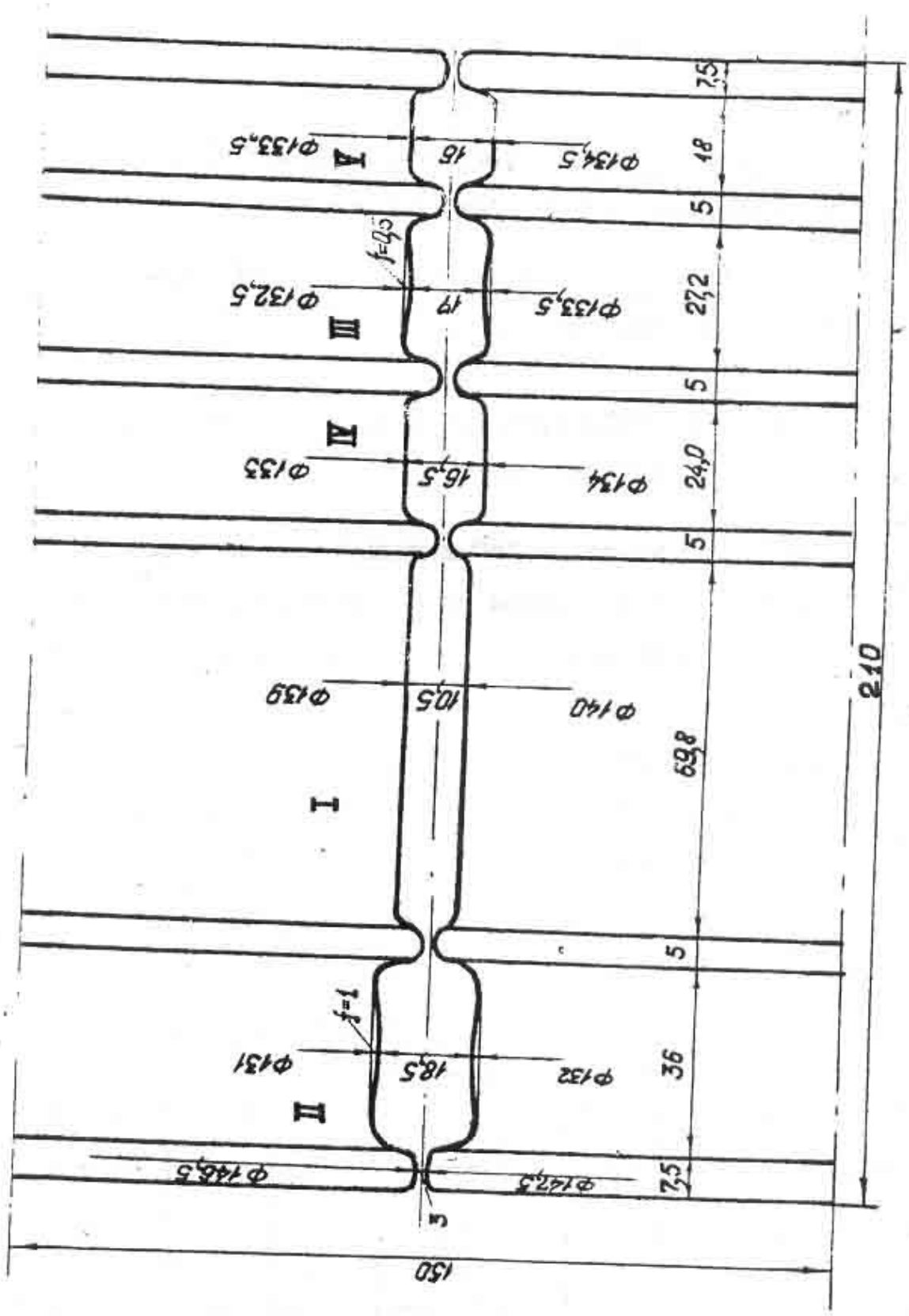


Рис. 1

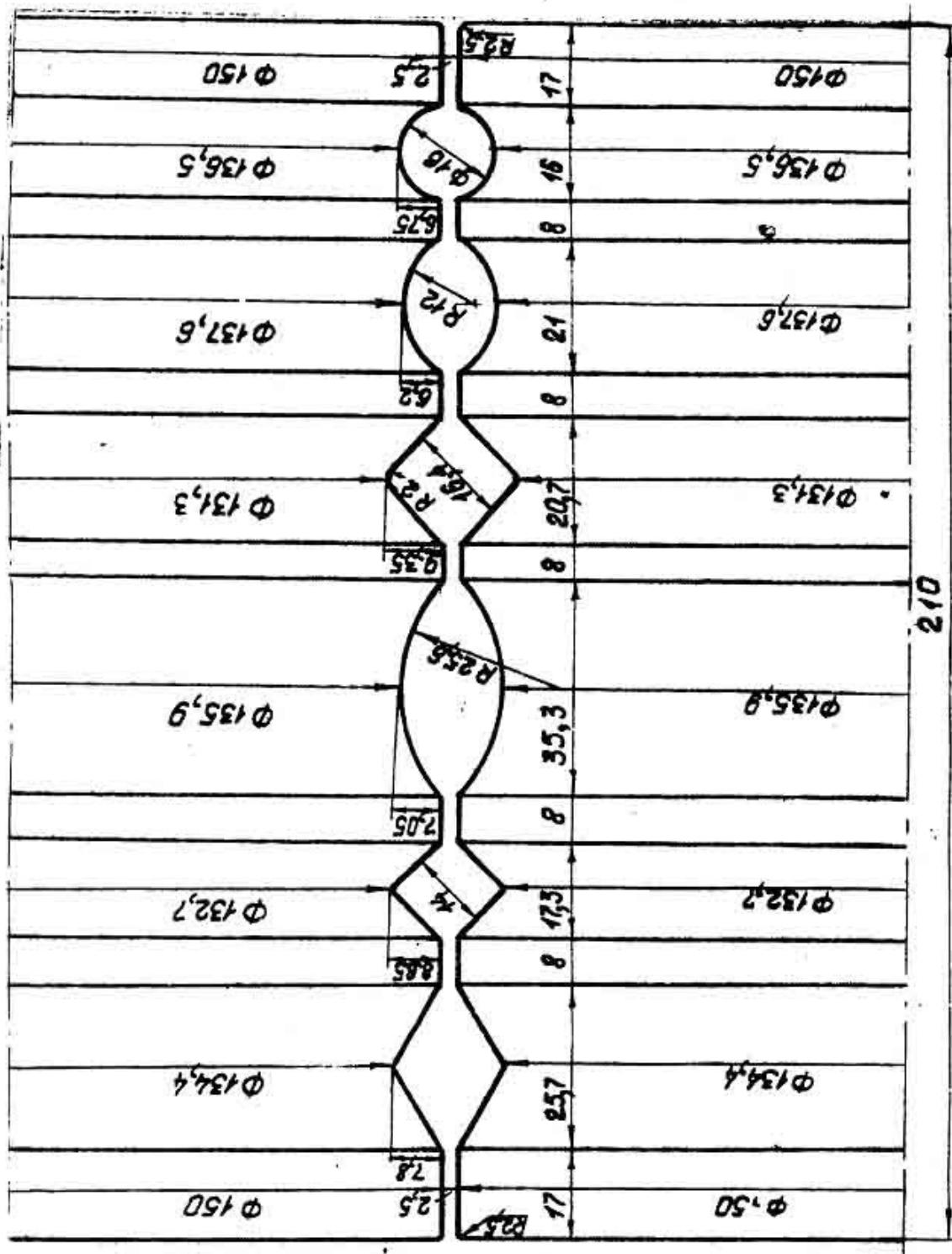


Рис. 6

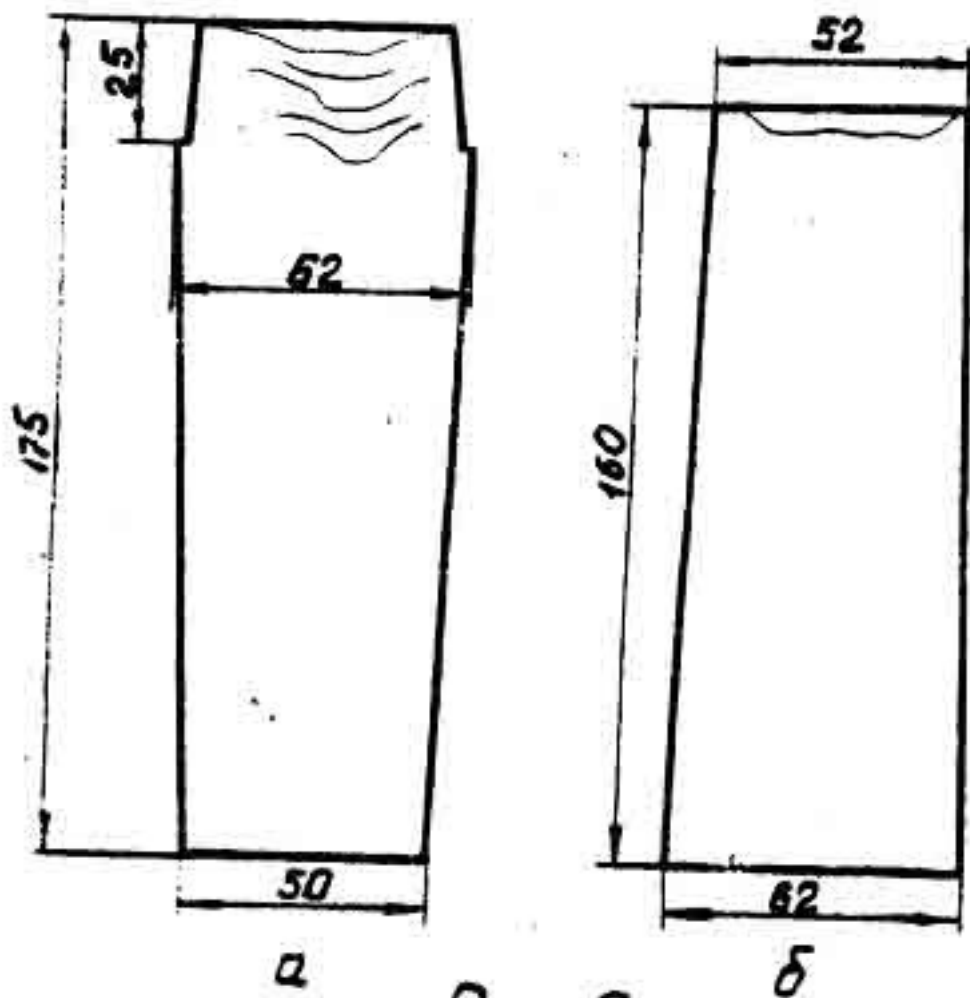


Рис. 2

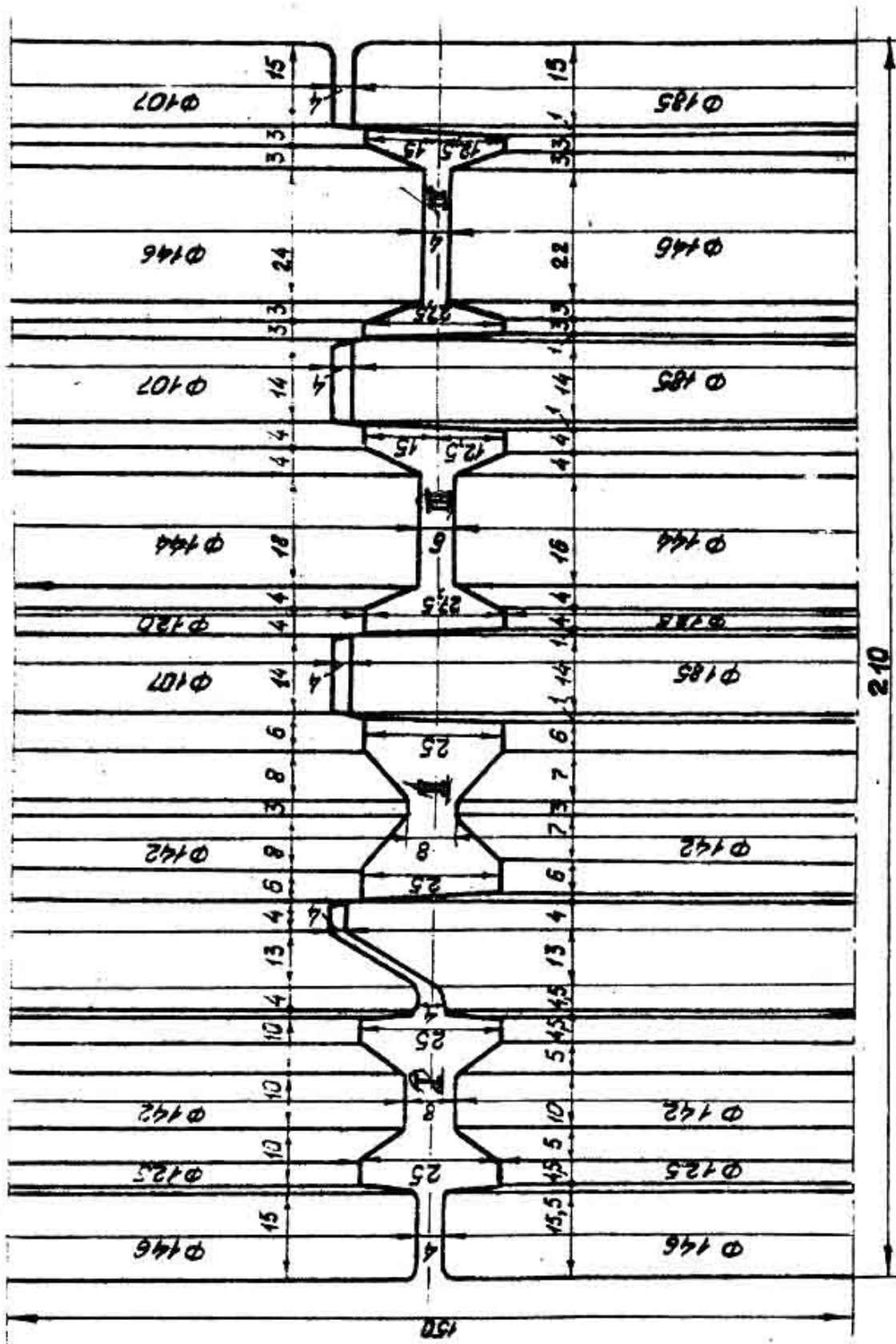


Рис. 7