**Задача 1**

**Геометрические характеристики плоских сечений**

Определить главные центральные моменты инерции

Схема 1 схема 2 схема 3

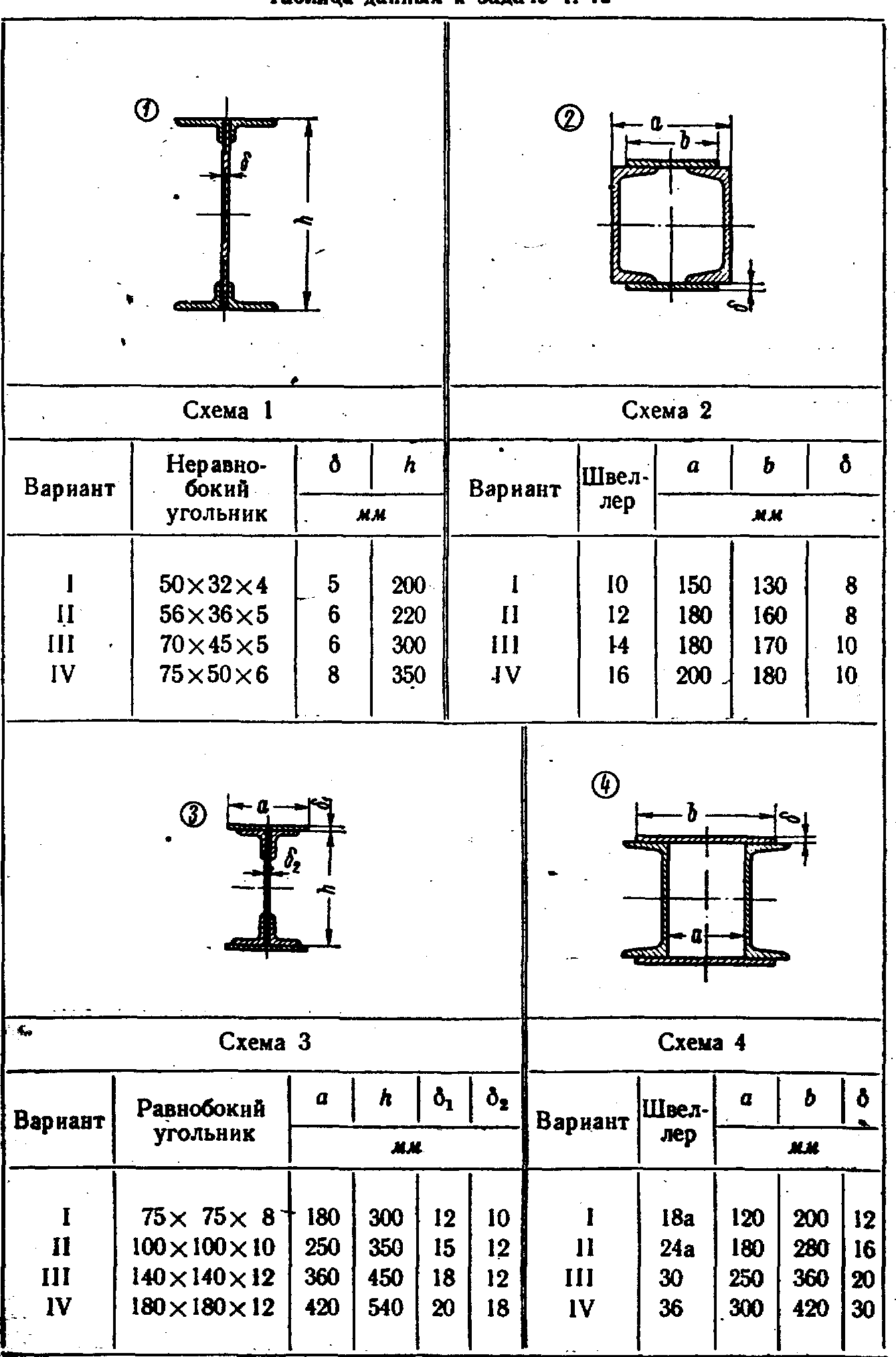
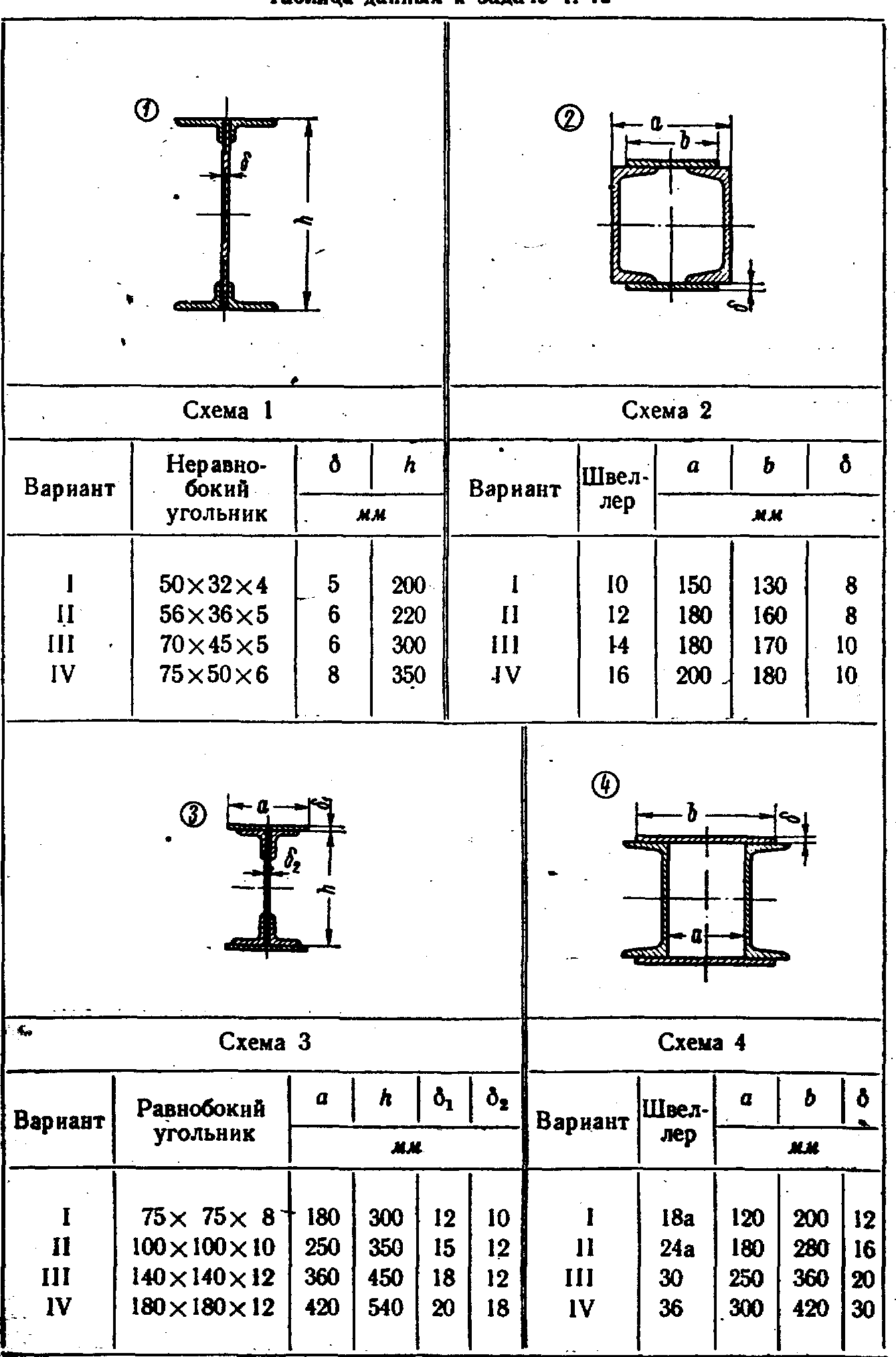
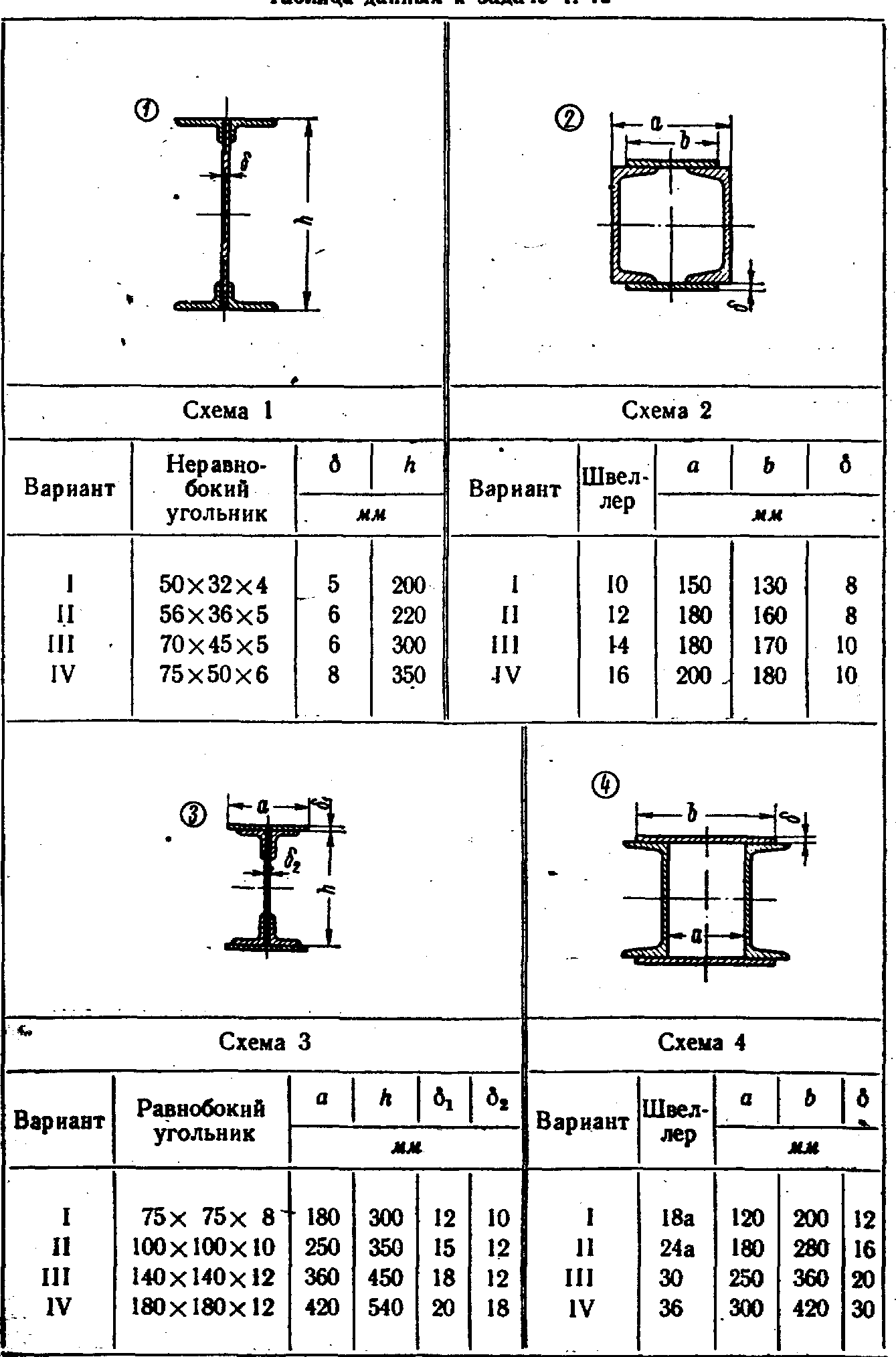
  

Схема 4 схема 5 схема 6

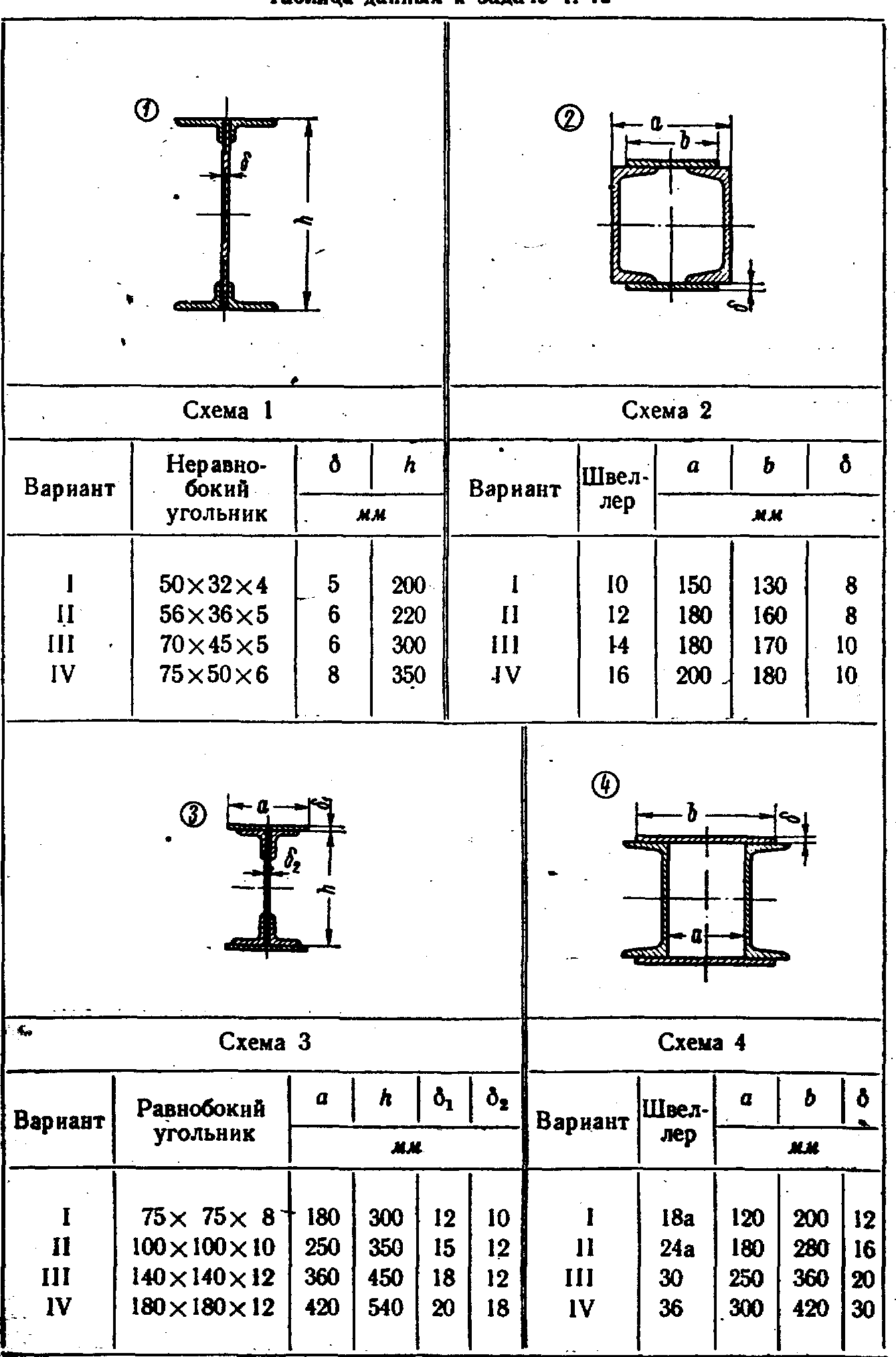
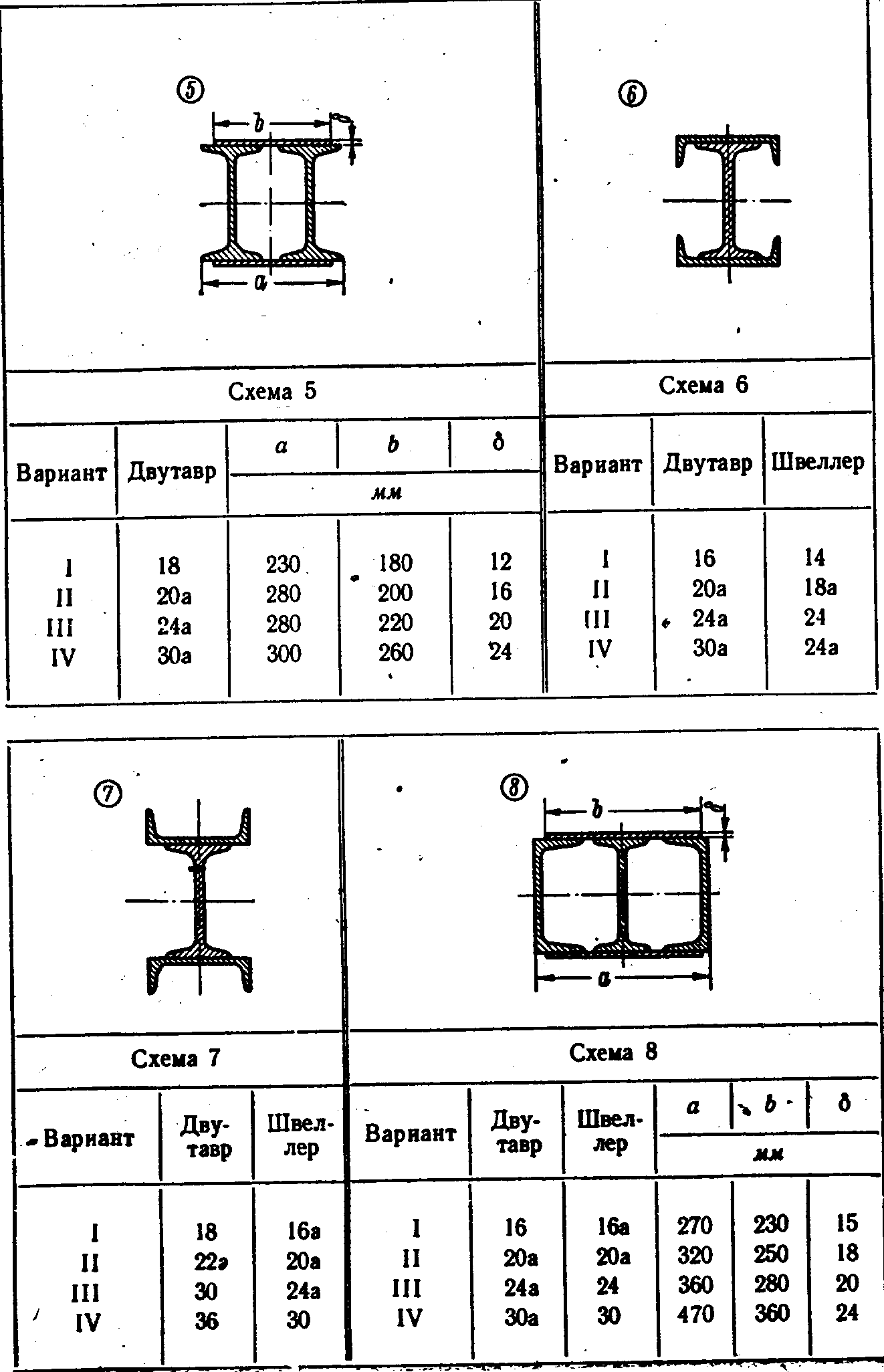
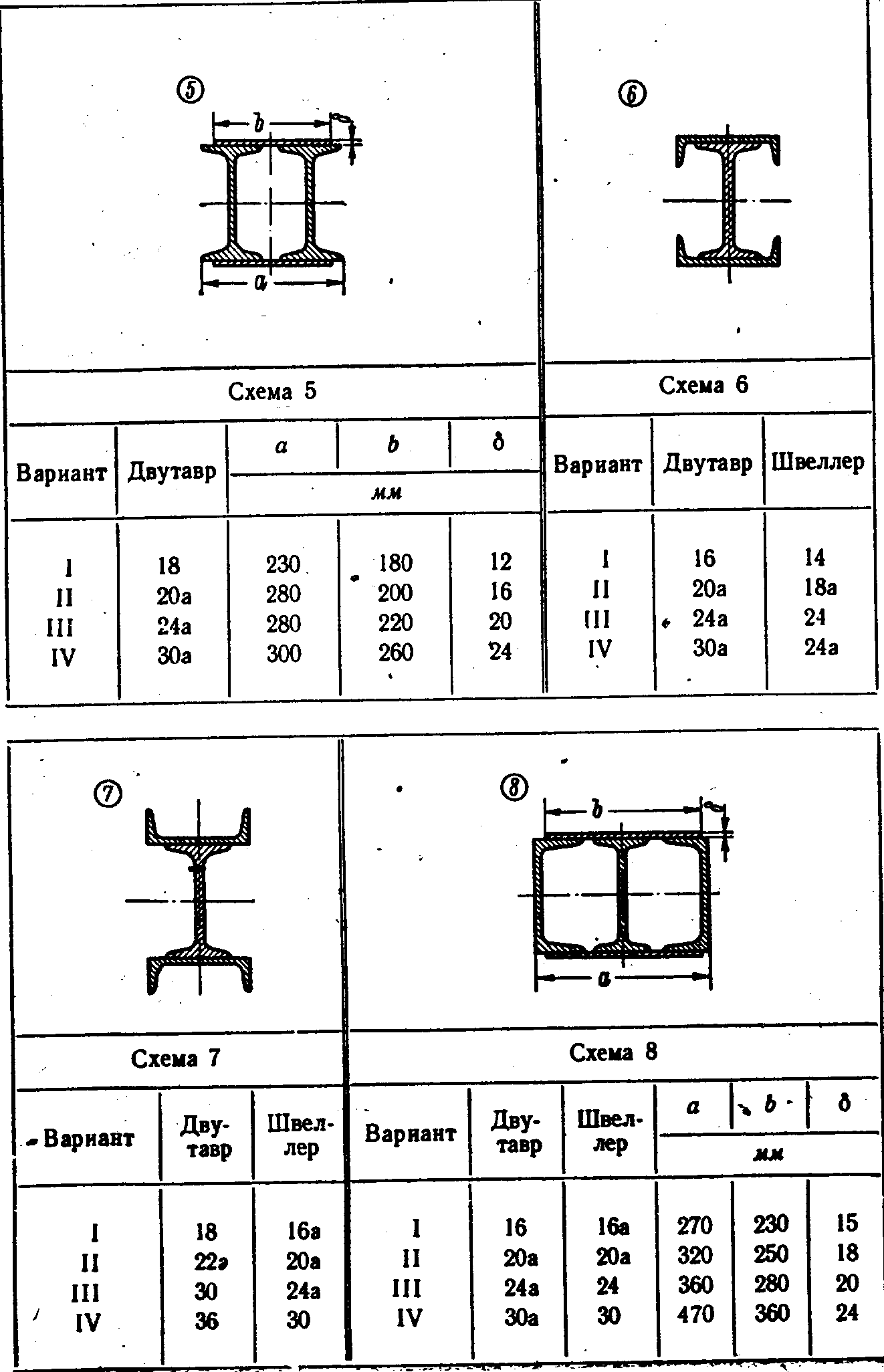
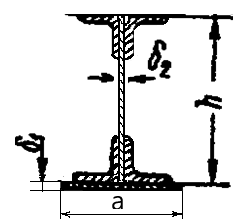
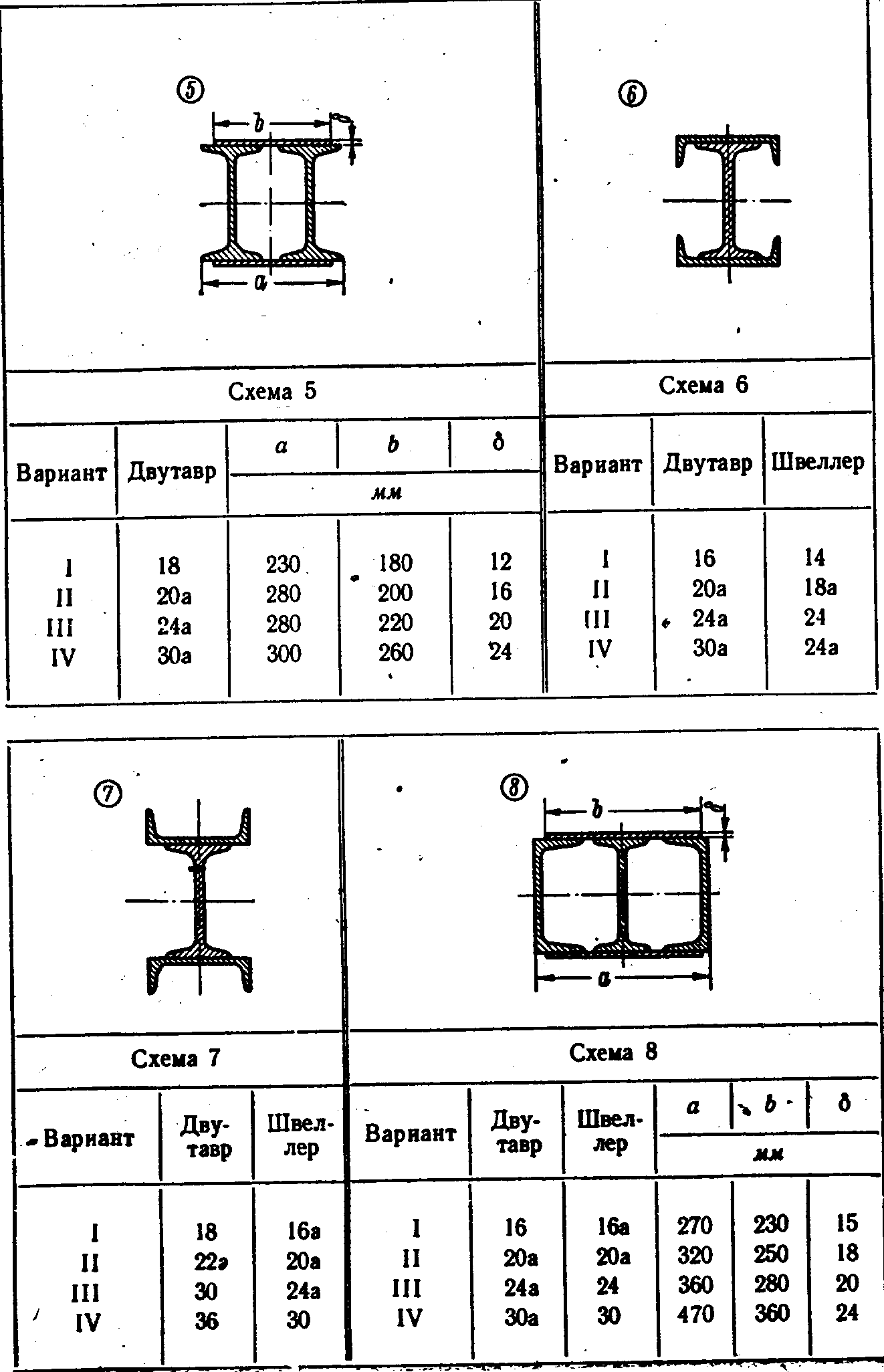
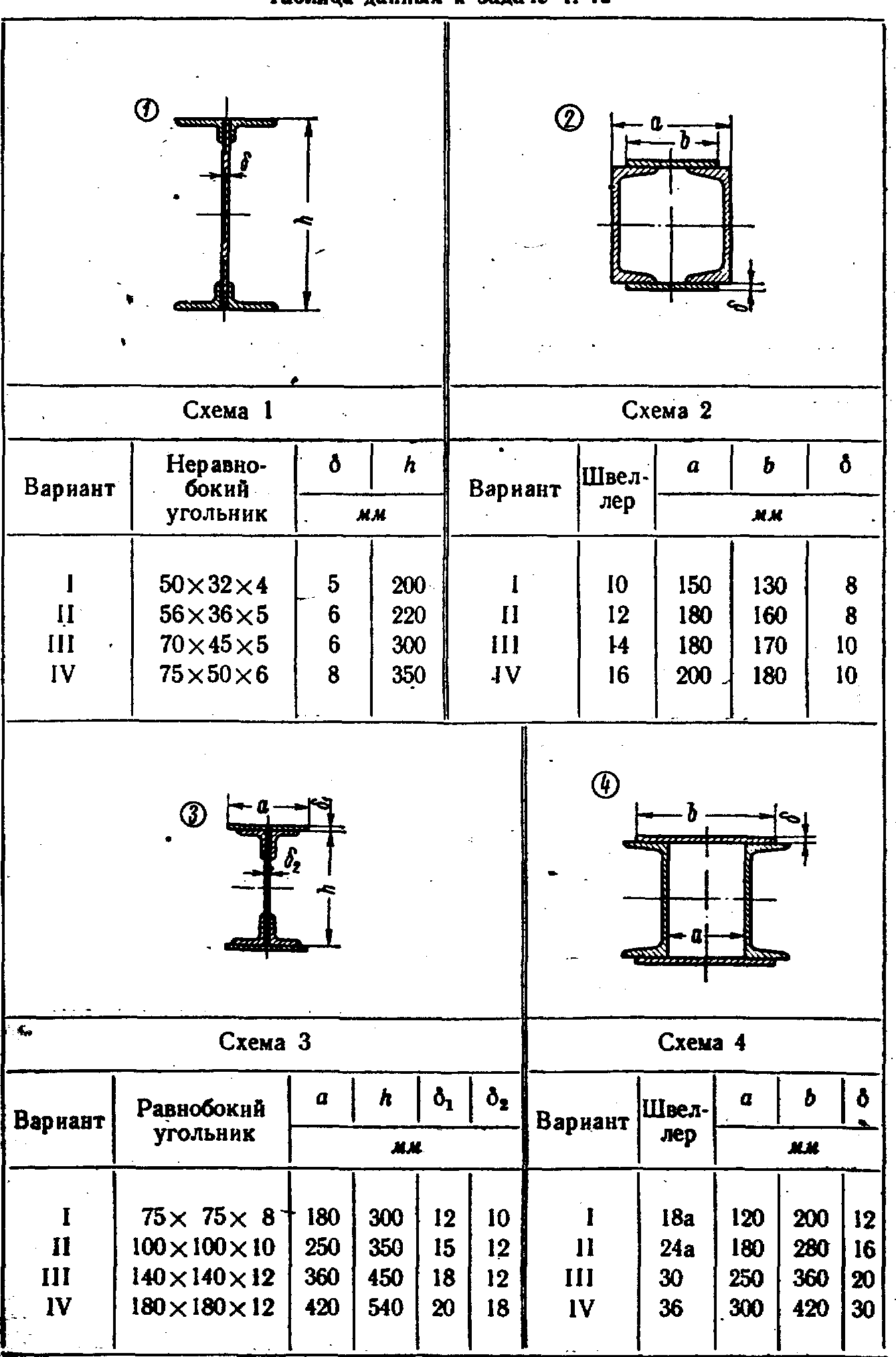
  

Схема 7 схема 8 хема 9

Сечение вычертить в масштабе 1:2, обозначить центры тяжести каждого из элементов, составляющих сечение и всего сечения. Провести через центры тяжести сечений оси Хi, Yi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Схема | a | b | δ | δ1 | δ2 | h | Двутавр | Швеллер | Неравно  бокий уголок | Равнобокий уголок | Количество элементов образующих сечение |
| мм | | | | | | | | | | (для справки) |
| 1 | 1 |  |  | 5 |  |  | 200 |  |  | 50\*32\*4 |  | 5 |
| 2 |  |  | 6 |  |  | 220 |  |  | 56\*36\*5 |  | 5 |
| 3 |  |  | 6 |  |  | 300 |  |  | 70\*45\*5 |  | 5 |
| 4 |  |  | 8 |  |  | 350 |  |  | 75\*50\*6 |  | 5 |
| 5 | 2 | 150 | 130 | 8 |  |  |  |  | 10 |  |  | 4 |
| 6 | 180 | 160 | 8 |  |  |  |  | 12 |  |  | 4 |
| 7 | 180 | 170 | 10 |  |  |  |  | 14 |  |  | 4 |
| 8 | 200 | 180 | 10 |  |  |  |  | 16 |  |  | 4 |
| 9 | 3 | 180 |  |  | 12 | 10 | 300 |  |  |  | 75\*75\*8 | 7 |
| 10 | 250 |  |  | 15 | 12 | 350 |  |  |  | 100\*100\*10 | 7 |
| 11 | 360 |  |  | 18 | 12 | 450 |  |  |  | 140\*140\*12 | 7 |
| 12 | 420 |  |  | 20 | 18 | 540 |  |  |  | 180\*180\*12 | 7 |
| 13 | 4 | 120 | 200 | 12 |  |  |  |  | 18а |  |  | 4 |
| 14 | 180 | 280 | 16 |  |  |  |  | 24а |  |  | 4 |
| 15 | 250 | 360 | 20 |  |  |  |  | 30 |  |  | 4 |
| 16 | 300 | 420 | 30 |  |  |  |  | 36 |  |  | 4 |
| 17 | 5 | 230 | 180 | 12 |  |  |  | 18 |  |  |  | 4 |
| 18 | 280 | 200 | 16 |  |  |  | 20а |  |  |  | 4 |
| 19 | 280 | 220 | 20 |  |  |  | 24а |  |  |  | 4 |
| 20 | 300 | 260 | 24 |  |  |  | 30а |  |  |  | 4 |
| 21 | 6 |  |  |  |  |  |  | 16 | 14 |  |  | 3 |
| 22 |  |  |  |  |  |  | 20а | 18а |  |  | 3 |
| 23 |  |  |  |  |  |  | 24а | 24 |  |  | 3 |
| 24 |  |  |  |  |  |  | 30а | 24а |  |  | 3 |
| 25 | 7 | 180 |  |  | 12 | 10 | 300 |  |  |  | 75\*75\*8 | 6 |
| 26 | 250 |  |  | 15 | 12 | 350 |  |  |  | 100\*100\*10 | 6 |
| 27 | 360 |  |  | 18 | 12 | 450 |  |  |  | 140\*140\*12 | 6 |
| 28 | 420 |  |  | 20 | 18 | 540 |  |  |  | 180\*180\*12 | 6 |
| 29 | 8 | 230 | 180 | 12 |  |  |  | 18 |  |  |  | 4 |
| 30 | 280 | 200 | 16 |  |  |  | 20а |  |  |  | 4 |
| 31 | 280 | 220 | 20 |  |  |  | 24а |  |  |  | 4 |
| 32 | 300 | 260 | 24 |  |  |  | 30а |  |  |  | 4 |
| 33 | 9 |  |  | 5 |  |  | 200 |  |  | 50\*32\*4 |  | 5 |
| 34 |  |  | 6 |  |  | 220 |  |  | 56\*36\*5 |  | 5 |

**Задача 2 Растяжение (сжатие)**

**2-1 Расчет статически определимой стержневой системы**

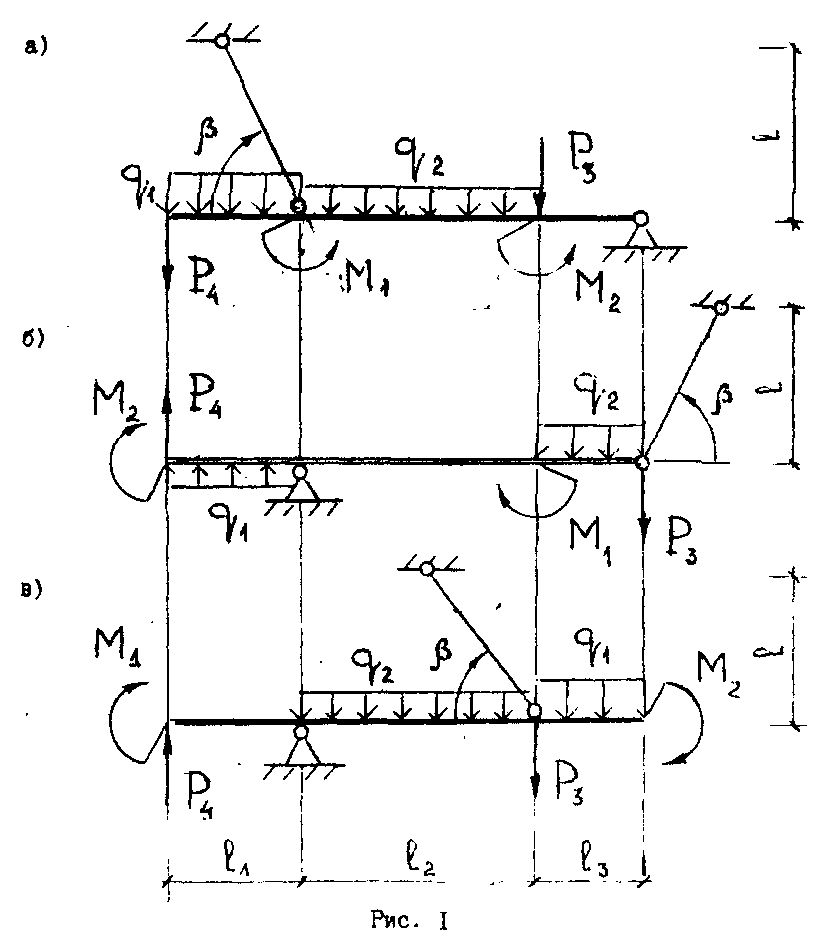
**Определение внутренних сил в балке и расчет троса**

1 Определить опорные реакции и внутренние силы в сечениях балки, указанных преподавателем (в долях q, l)

2 Подобрать площадь сечения троса

3 Определить перемещение точки прикрепления троса к балке

Данные для расчета выбрать из таблицы к задаче 2-2



**2-2 Расчет статически неопределимого стержня**

Выполнить расчет на действие нагрузки

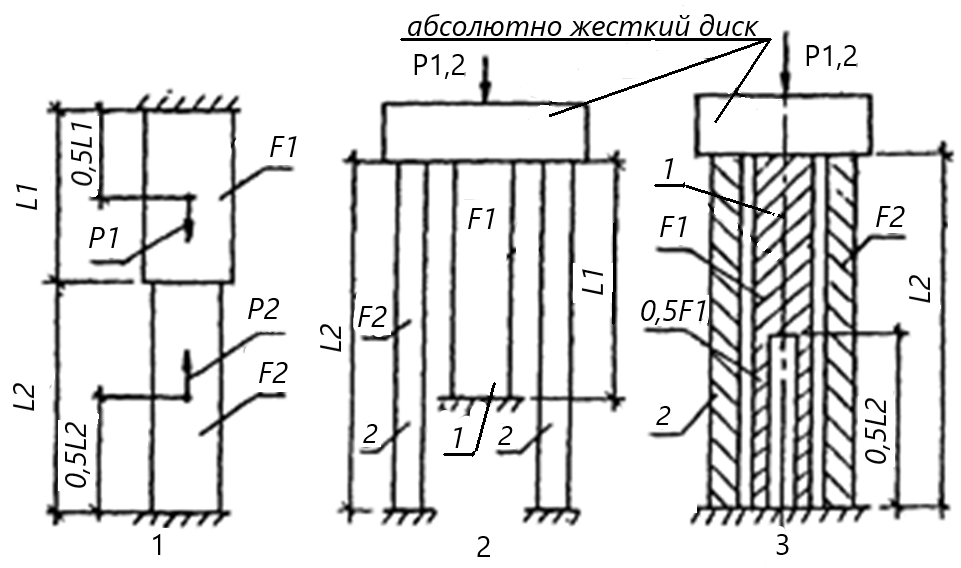
1 Определить продольные силы N(z) по участкам стержней и построить эпюры N(z), эпюры напряжений σ(z), эпюры перемещений δ(z).

2. Определить запас прочности.

Примечание.

Расчет пункта 1 выполнить в общем виде, выразив искомые величины в долях *P, L, E, F* . Принять *Li* =*kiL , Fi=ki F, Pi=miq, Mi=miqL2.*

При определении геометрических размеров и нагрузок базовыми данными считать *q*=10кН/м, *L*=1м, *F*=1см2, принять E=2\*105МПа, σт=300МПа.

****

Пример определения данных для расчета

Вариант 1 и все нечетные L1=K1∙L, L2=K2∙L, F1= K1∙ F, F2= K2∙ F, P1=m1 ∙q ∙L (выбираем P1, т.к. m2=0), *M1=m1qL2(М2=0, т.к. m2=0)* и т.д.

Вариант 2 и все четные L1=K1∙L, L2=K2∙L, F1= K1∙ F, F2= K2∙ F,

P2=m2 ∙q ∙L (выбираем P2, т.к. m1=0), *M2=m2qL2(М1=0, т.к. m1=0)* и т.д.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Номер схемы | Коэффициенты длин и нагрузок | | | | | | | | Коэффициент запаса | Угол наклона, град |
|  |  | К1 | К2 | К3 | К4 | m1 | m2 | m3 | m4 |  |  |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1,4 | 45 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1,5 | 60 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1,6 | 80 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1,7 | 100 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1,8 | 120 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1,9 | 30 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2,0 | 60 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1,4 | 120 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1,5 | 135 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1,6 | 150 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1,7 | 45 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1,8 | 60 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1,9 | 80 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 2,0 | 100 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1,4 | 120 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1,5 | 30 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1,6 | 60 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1,7 | 120 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1,8 | 135 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1,9 | 150 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 0 | 2,0 | 45 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1,4 | 60 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1,5 | 120 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1,6 | 135 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1,7 | 150 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1,8 | 45 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1,9 | 60 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 2,0 | 80 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1,4 | 100 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 0 | 3 | 1,5 | 120 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1,6 | 30 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1,7 | 60 |
|  | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1,8 | 120 |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1,9 | 135 |

**Задача 3** **Кручение**

Построить эпюры внутренних силовых факторов, подобрать сечение вала.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | |  | | | |
|  | | | | |  | | | |
|  | | | | |  | | | |
|  | | | | |  | | | |
| Вариант | Схема | N1 | N2 | N3 | | n, об/мин | [τ],  МН/м2 | [Θ], град/м |
| кВт | | | |
|  | 1 | 25 | 15 | 10 | | 200 | 25 | 0,3 |
|  | 1 | 35 | 20 | 15 | | 200 | 20 | 0,3 |
|  | 1 | 20 | 35 | 45 | | 230 | 30 | 0,4 |
|  | 1 | 40 | 15 | 25 | | 400 | 25 | 0,35 |
|  | 2 | 40 | 30 | 30 | | 160 | 35 | 0,4 |
|  | 2 | 30 | 15 | 30 | | 150 | 30 | 0,3 |
|  | 2 | 35 | 20 | 25 | | 200 | 20 | 0,45 |
|  | 2 | 30 | 40 | 30 | | 400 | 25 | 0,4 |
|  | 3 | 40 | 20 | 20 | | 200 | 20 | 0,25 |
|  | 3 | 15 | 25 | 45 | | 180 | 40 | 0,4 |
|  | 3 | 50 | 35 | 35 | | 400 | 25 | 0,3 |
|  | 3 | 30 | 120 | 150 | | 400 | 20 | 0,25 |
|  | 4 | 150 | 100 | 50 | | 450 | 25 | 0,35 |
|  | 4 | 25 | 50 | 75 | | 300 | 25 | 0,4 |
|  | 4 | 20 | 15 | 25 | | 250 | 30 | 0,45 |
|  | 4 | 20 | 5 | 15 | | 200 | 20 | 0,25 |
|  | 5 | 15 | 10 | 35 | | 160 | 20 | 0,3 |
|  | 5 | 30 | 15 | 25 | | 210 | 25 | 0,35 |
|  | 5 | 30 | 25 | 25 | | 150 | 25 | 0,4 |
|  | 5 | 45 | 20 | 25 | | 200 | 30 | 0,4 |
|  | 3 | 25 | 35 | 35 | | 300 | 25 | 0,3 |
|  | 3 | 15 | 25 | 45 | | 180 | 40 | 0,4 |
|  | 3 | 50 | 35 | 35 | | 400 | 25 | 0,3 |
|  | 3 | 30 | 120 | 150 | | 400 | 20 | 0,25 |
|  | 4 | 150 | 100 | 50 | | 450 | 25 | 0,35 |
|  | 4 | 25 | 50 | 75 | | 300 | 25 | 0,4 |
|  | 4 | 20 | 15 | 25 | | 250 | 30 | 0,45 |
|  | 4 | 20 | 5 | 15 | | 200 | 20 | 0,25 |
|  | 5 | 15 | 10 | 35 | | 160 | 20 | 0,3 |
|  | 5 | 30 | 15 | 25 | | 210 | 25 | 0,35 |
|  | 5 | 30 | 25 | 25 | | 150 | 25 | 0,4 |
|  | 5 | 45 | 20 | 25 | | 200 | 30 | 0,4 |
|  | 3 | 25 | 35 | 35 | | 300 | 25 | 0,3 |
|  | 3 | 15 | 25 | 45 | | 180 | 40 | 0,4 |

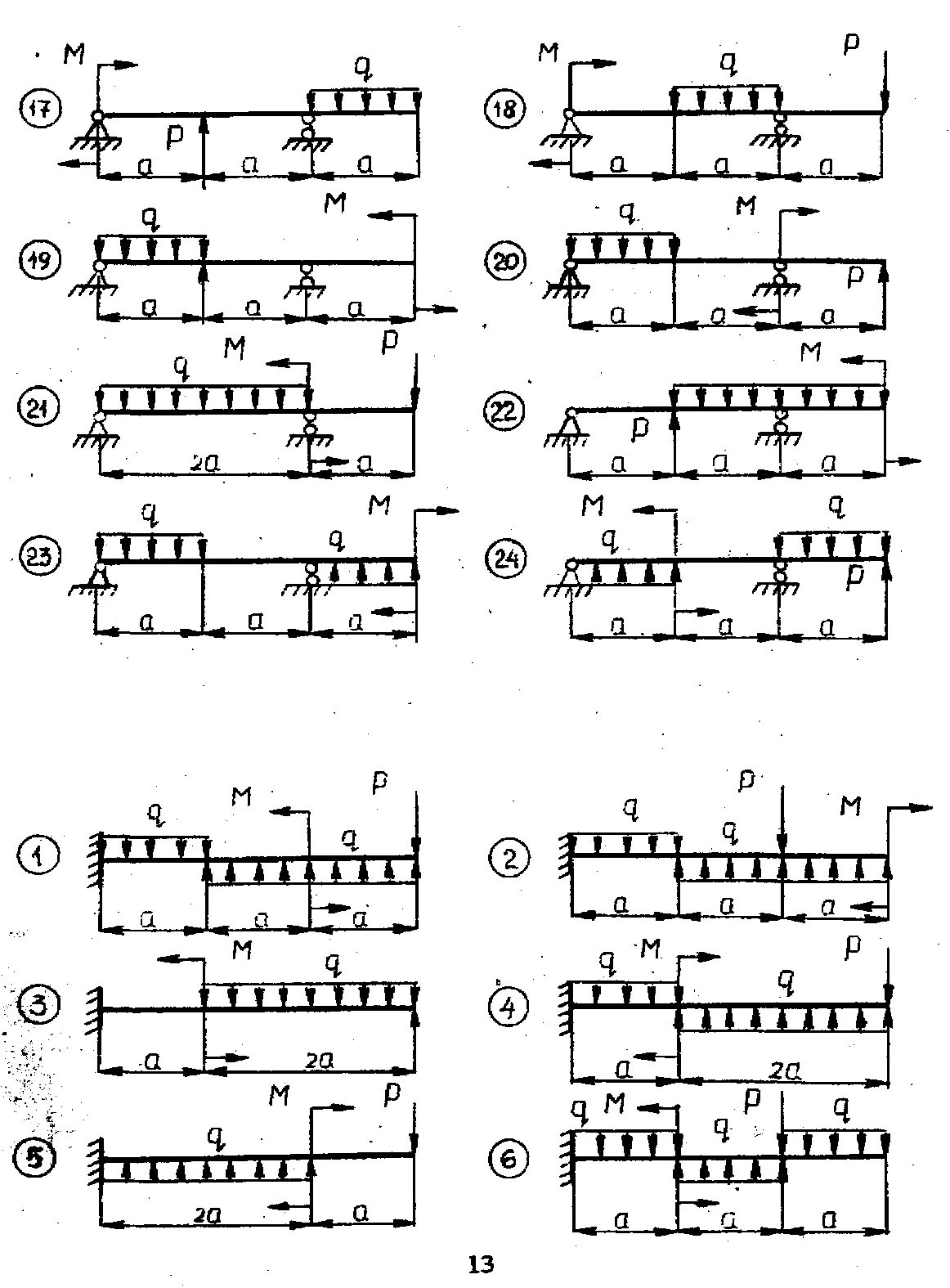
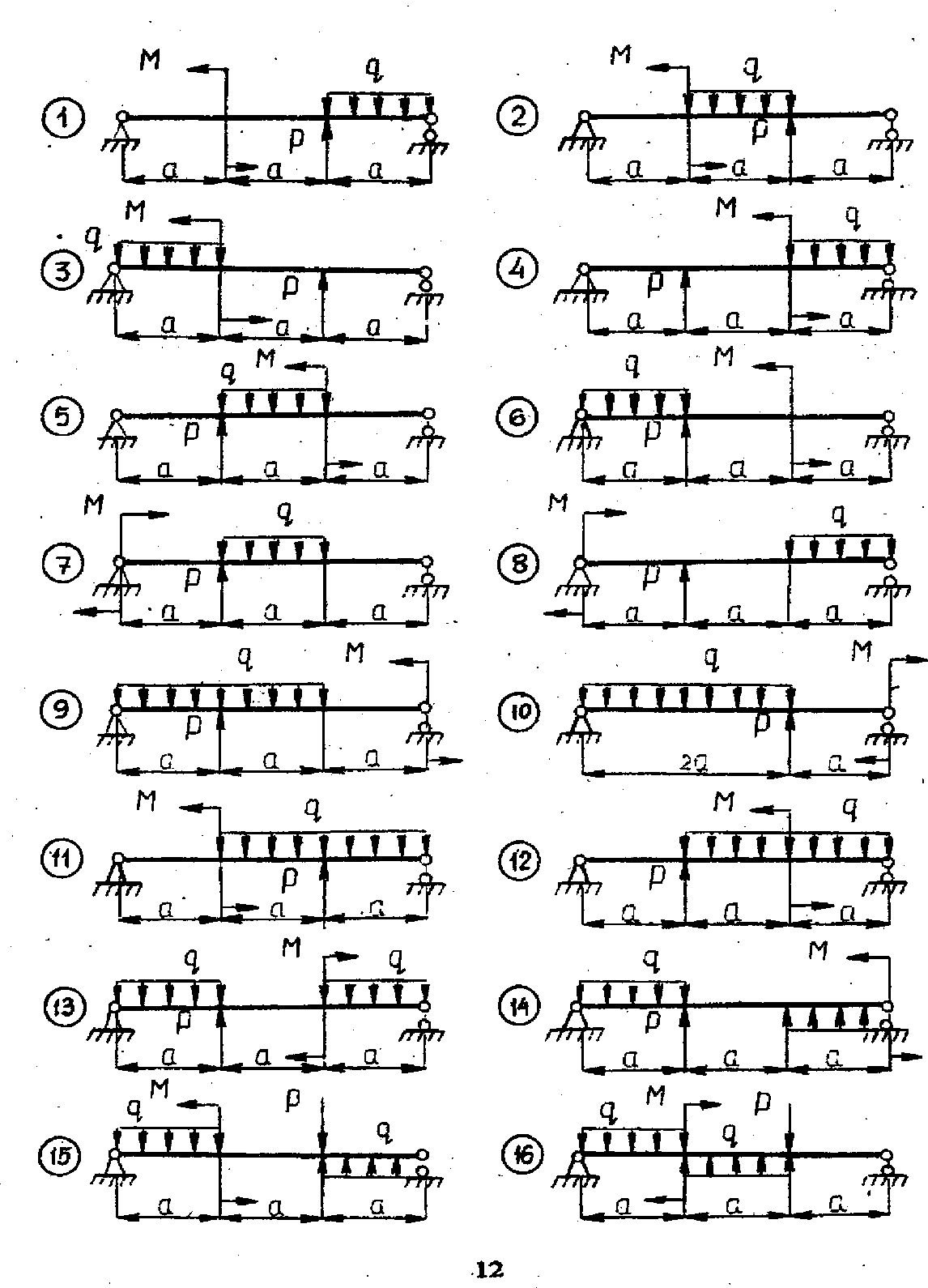
**Задача 4 Плоский изгиб**

1. Построить эпюры внутренних силовых факторов для заданных балок и рамы.

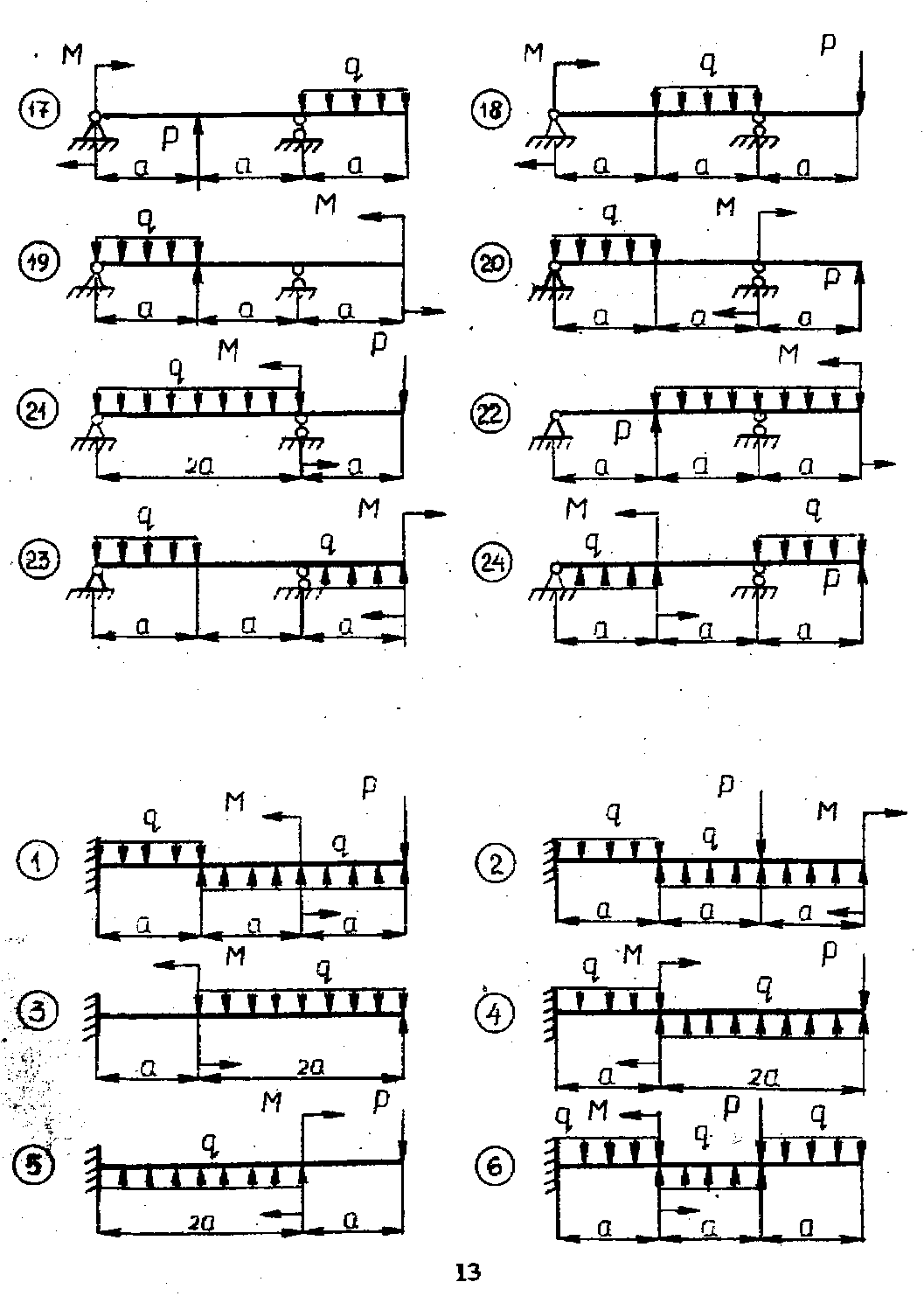
2. Для жестко закрепленной и двух опорной балок подобрать сечения заданного типа.

3. Определить перемещения (угловое и линейное) для свободного конца жестко закрепленной балки.

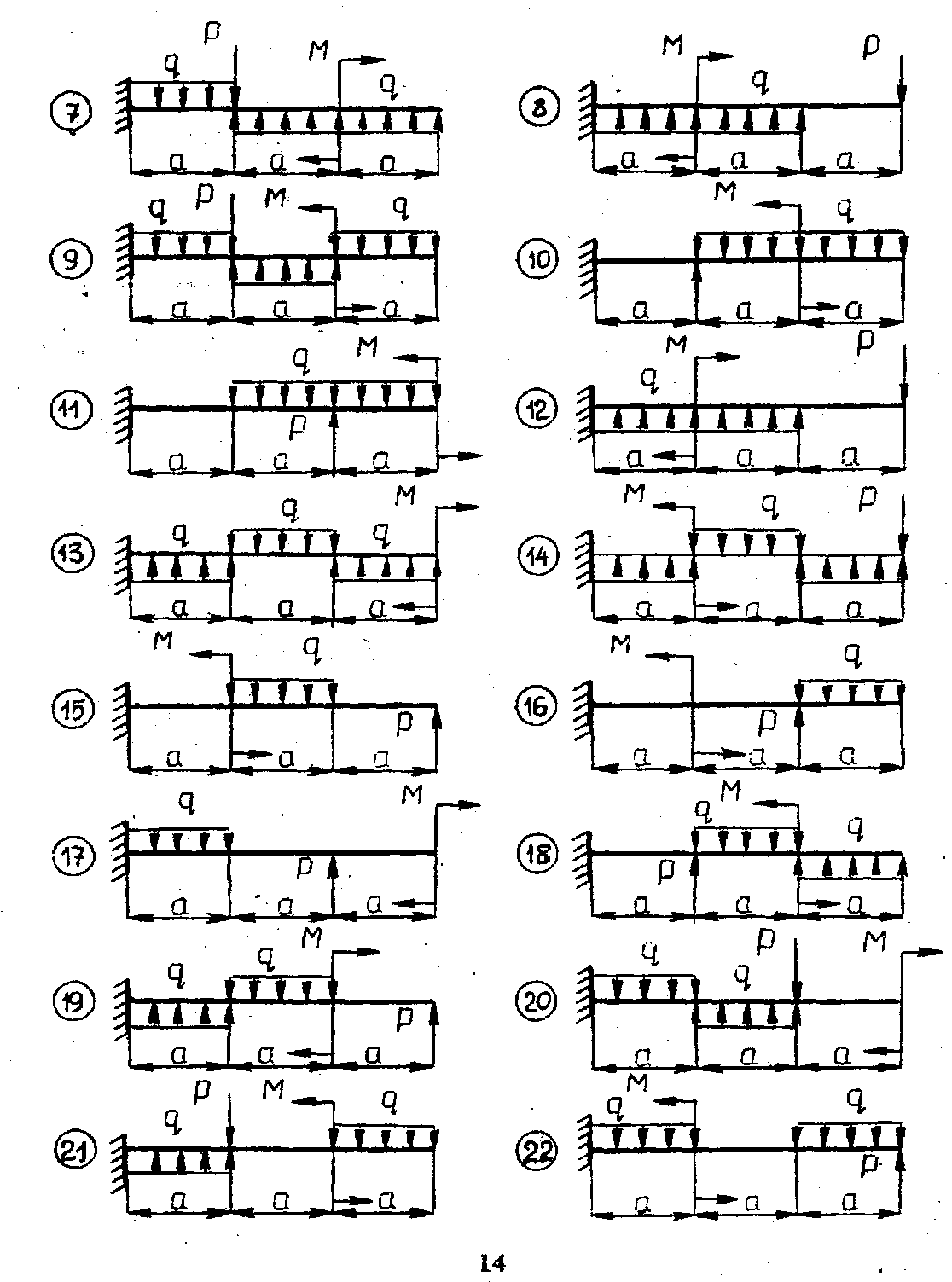
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | № схемы | a, м | q, кН/м | P, кН | M, кНм | [σ ],МПа |
|  | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 160 |
|  | 2 | 2 | 6 | 1,5 | 3 | 140 |
|  | 3 | 0,5 | 8 | 0,5 | 4 | 120 |
|  | 4 | 1 | 5 | 2 | 2,5 | 110 |
|  | 5 | 2 | 2 | 1,5 | 1 | 150 |
|  | 6 | 0,5 | 6 | 0,5 | 1,5 | 130 |
|  | 7 | 1 | 4 | 1 | 2 | 140 |
|  | 8 | 2 | 8 | 1,5 | 0,5 | 150 |
|  | 9 | 0,5 | 5 | 2 | 1,5 | 160 |
|  | 10 | 1 | 3 | 1 | 1 | 120 |
|  | 11 | 2 | 4 | 1 | 2 | 160 |
|  | 12 | 0,5 | 6 | 1,5 | 3 | 140 |
|  | 13 | 1 | 8 | 0,5 | 4 | 120 |
|  | 14 | 2 | 5 | 2 | 2,5 | 110 |
|  | 15 | 0,5 | 2 | 1,5 | 1 | 150 |
|  | 16 | 1 | 6 | 0,5 | 1,5 | 130 |
|  | 17 | 2 | 4 | 1 | 2 | 140 |
|  | 18 | 0,5 | 8 | 1,5 | 0,5 | 150 |
|  | 19 | 1 | 5 | 2 | 1,5 | 160 |
|  | 20 | 2 | 3 | 1 | 1 | 120 |
|  | 21 | 0,5 | 8 | 0,5 | 4 | 120 |
|  | 22 | 1 | 4 | 1 | 2 | 160 |
|  | 23 | 2 | 6 | 1,5 | 3 | 140 |
|  | 24 | 0,5 | 8 | 0,5 | 4 | 120 |
|  | 6 | 0,5 | 6 | 0,5 | 1,5 | 130 |
|  | 7 | 1 | 4 | 1 | 2 | 140 |
|  | 8 | 2 | 8 | 1,5 | 0,5 | 150 |
|  | 9 | 0,5 | 5 | 2 | 1,5 | 160 |
|  | 10 | 1 | 3 | 1 | 1 | 120 |
|  | 11 | 2 | 4 | 1 | 2 | 160 |
|  | 12 | 0,5 | 6 | 1,5 | 3 | 140 |
|  | 13 | 1 | 8 | 0,5 | 4 | 120 |
|  | 14 | 2 | 5 | 2 | 2,5 | 110 |
|  | 15 | 0,5 | 2 | 1,5 | 1 | 150 |

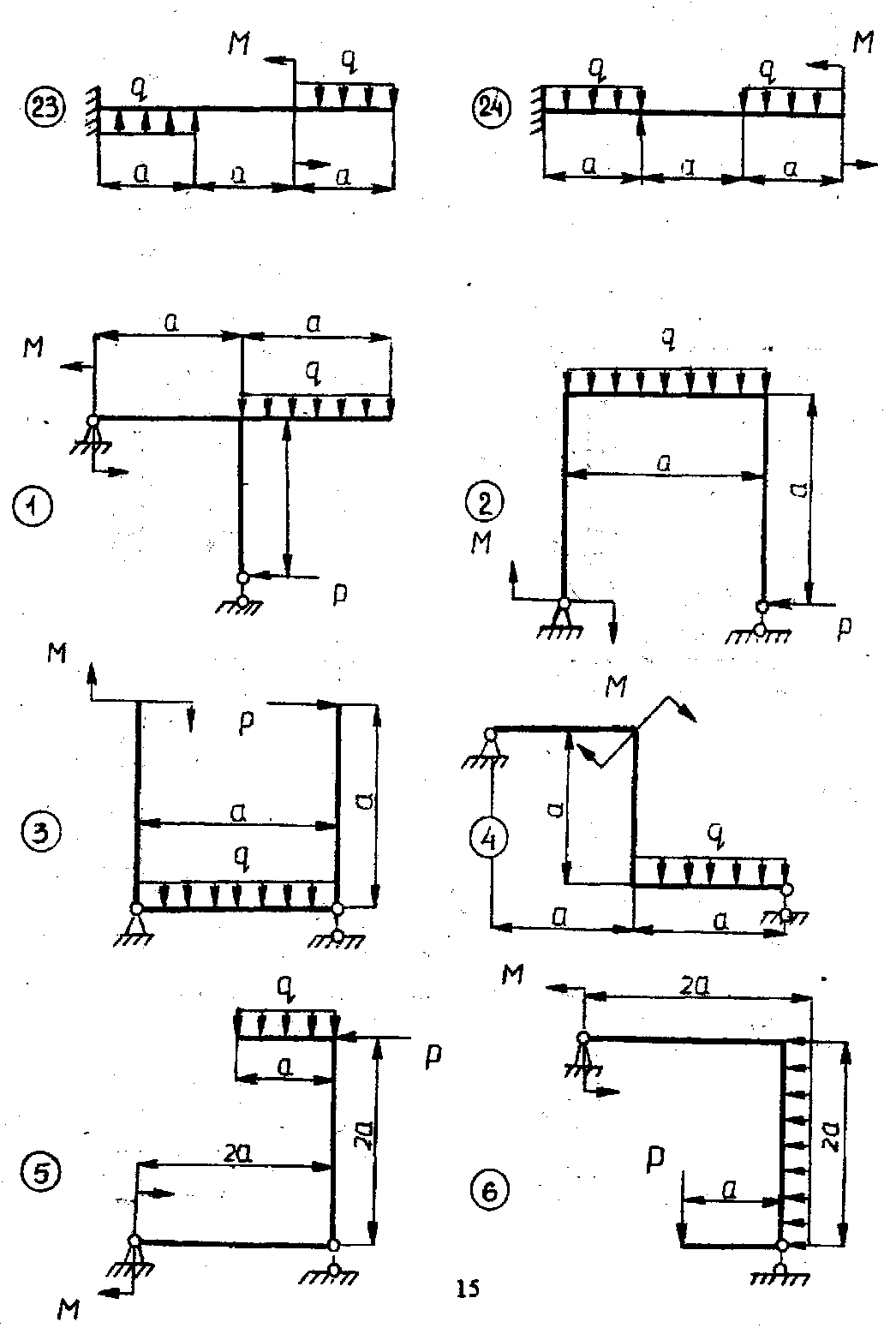


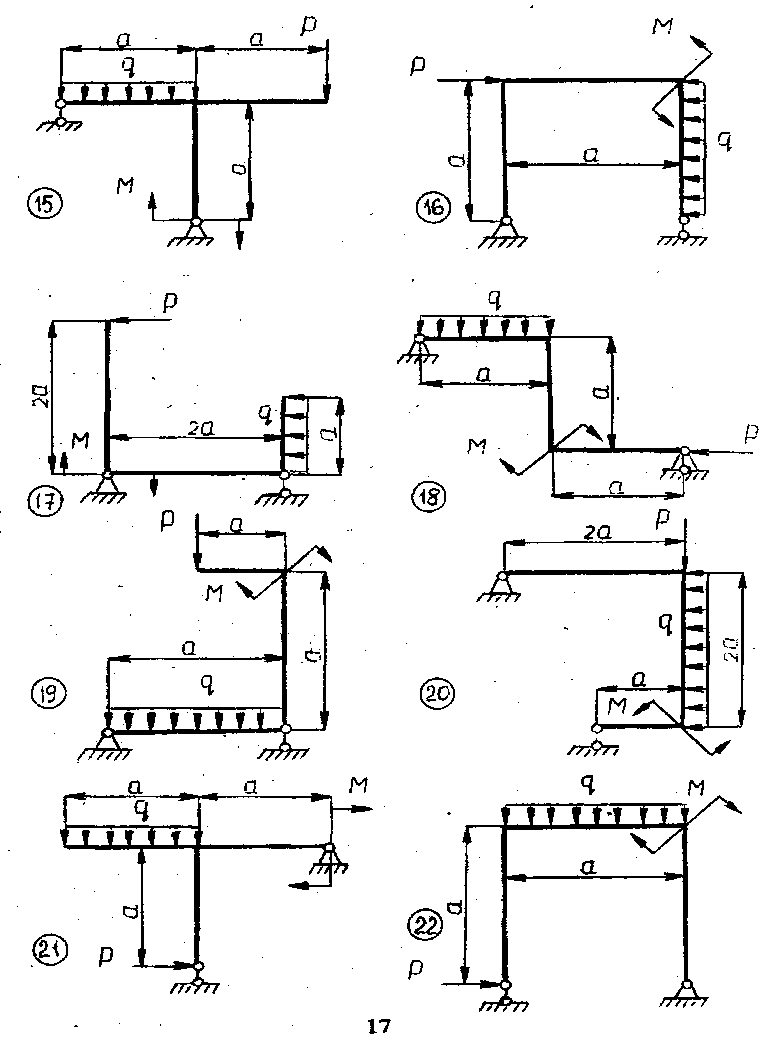
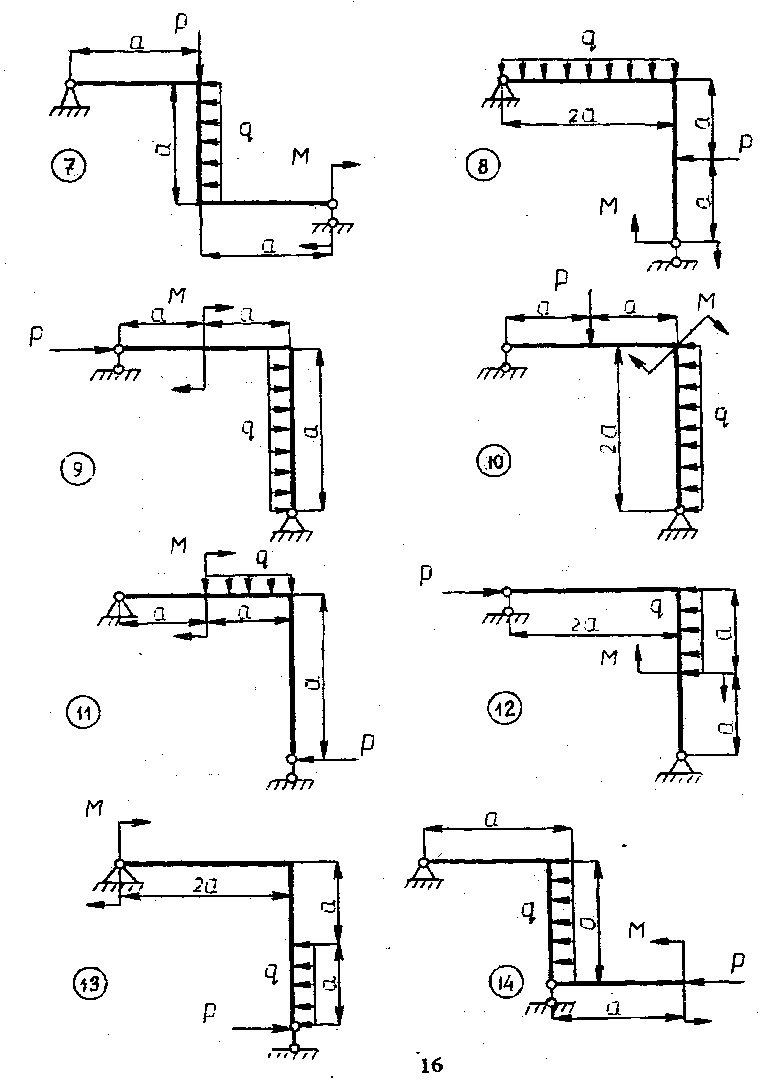
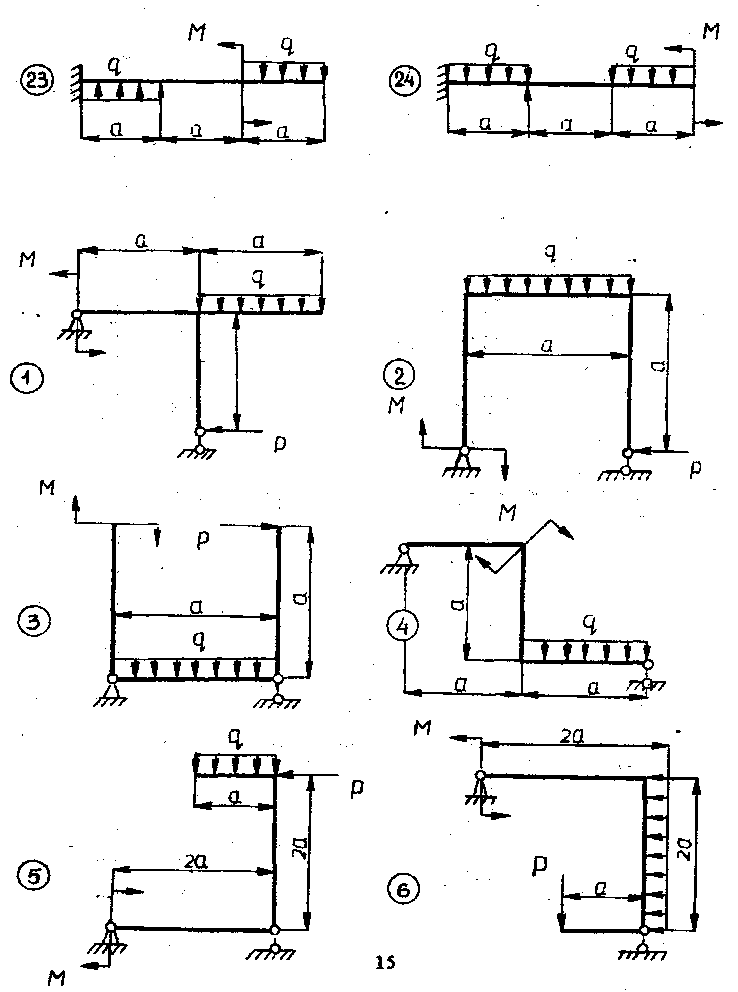
Задача 4-1



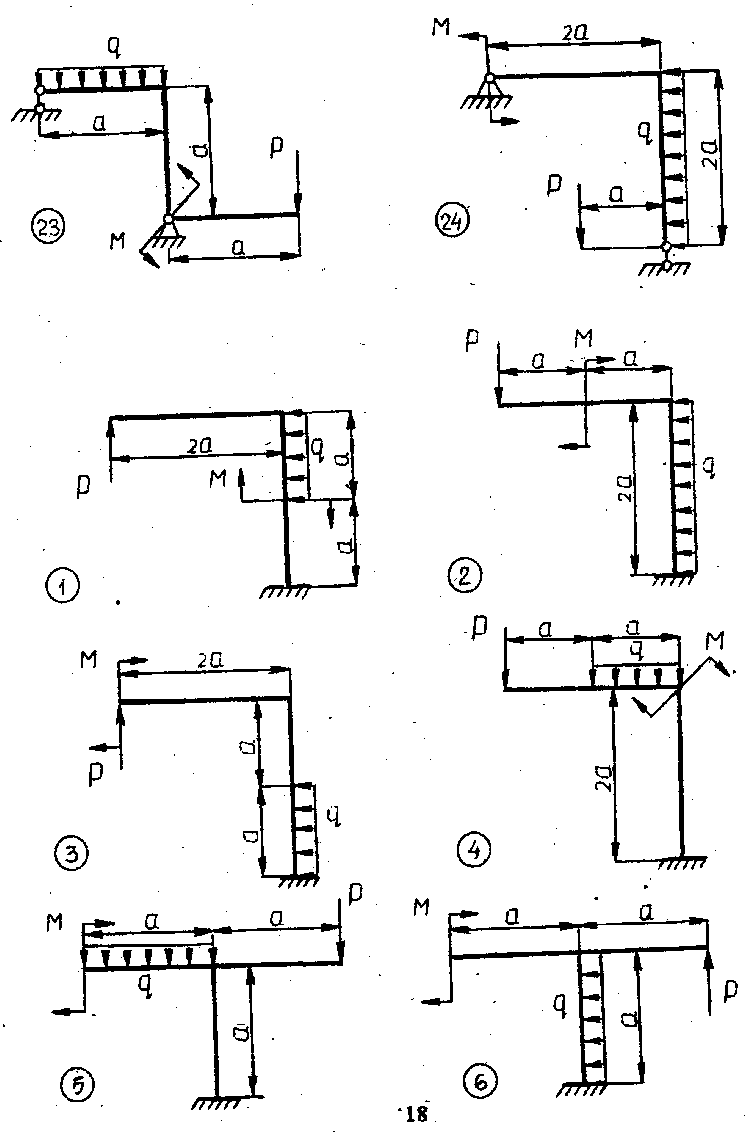
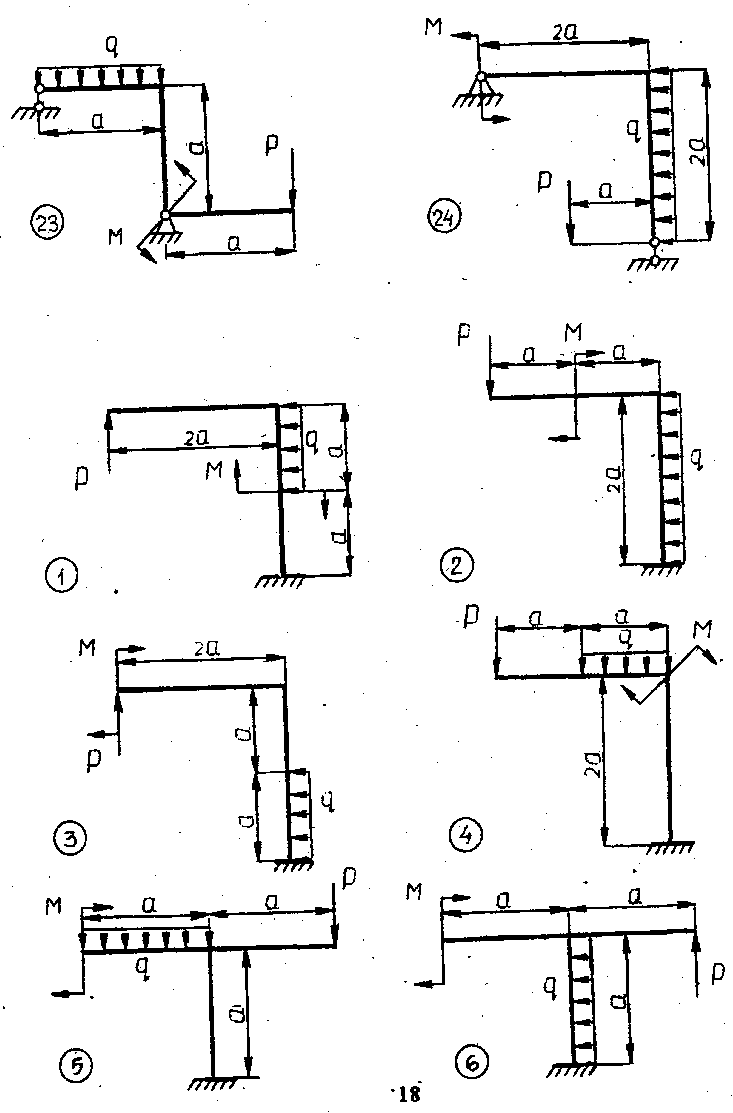
Задача 4-2



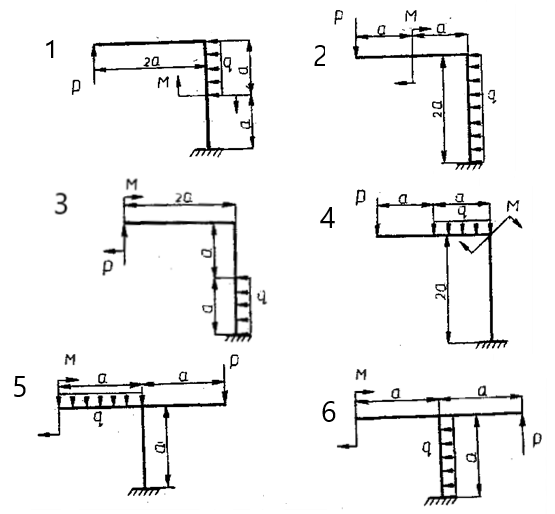


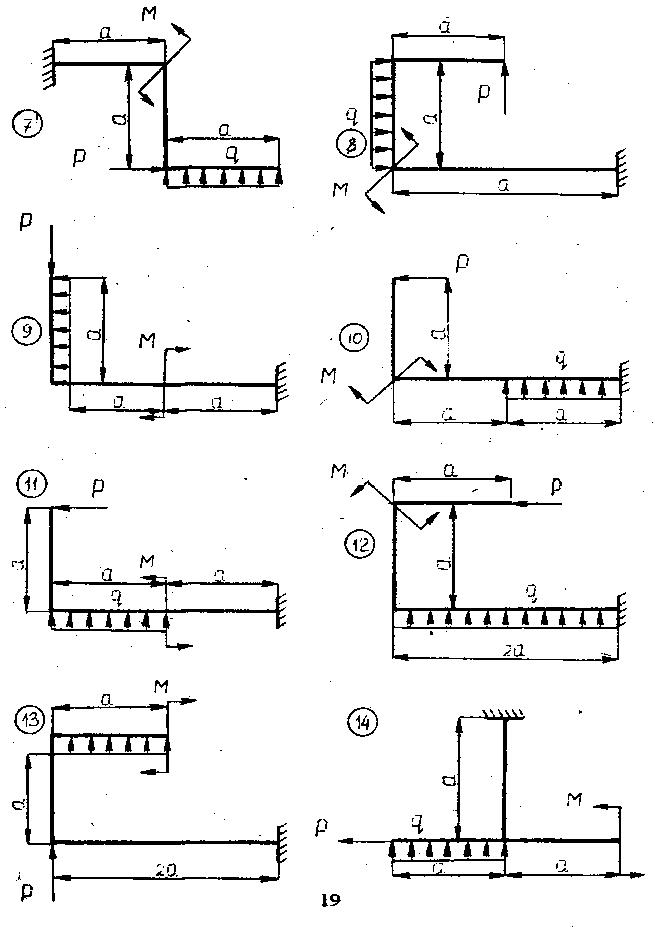
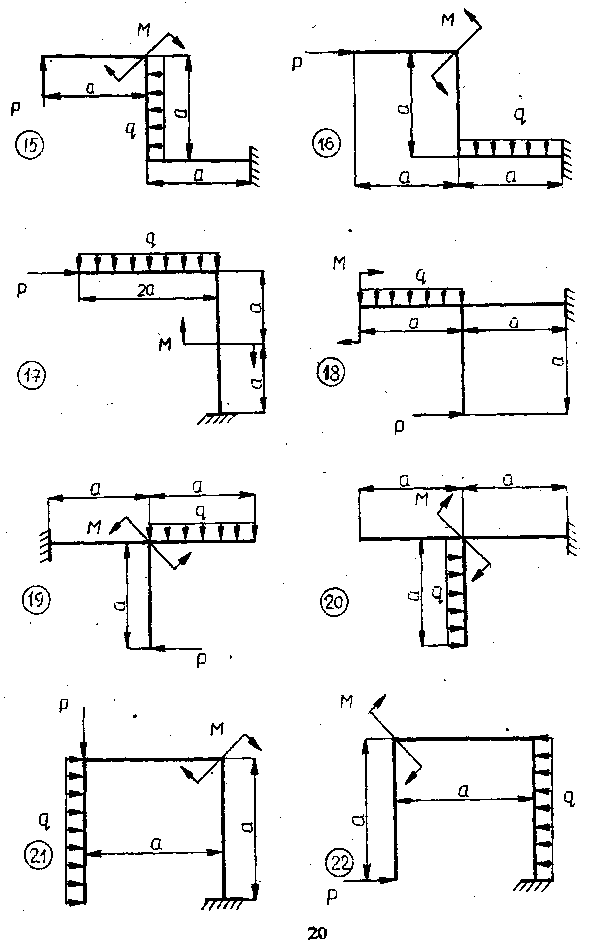


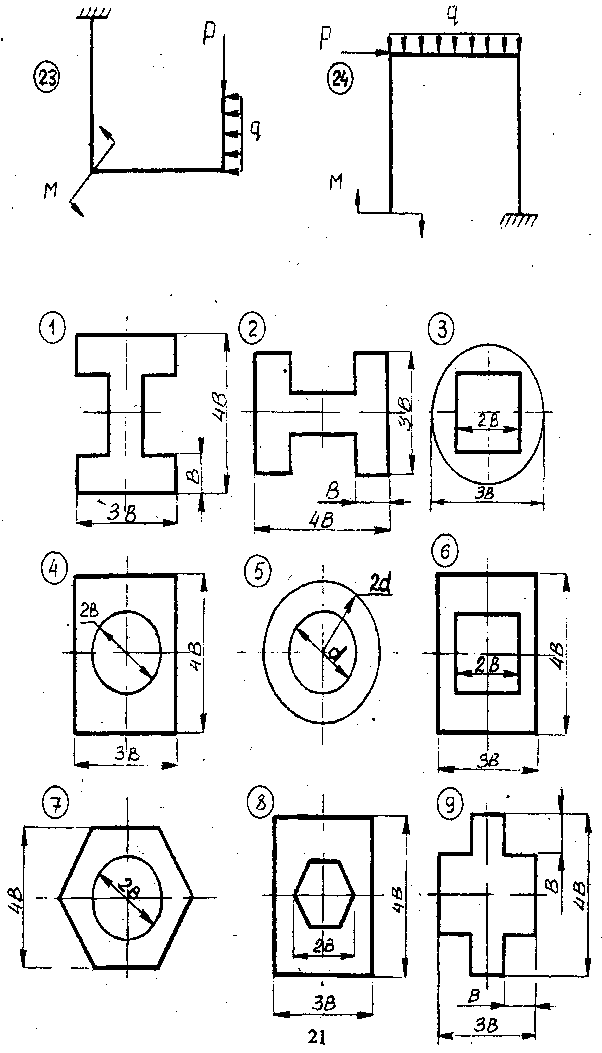
Задача 4-3



Задача 4-4





Форма сечения

