

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

***Рабочая арматура*** – устанавливается по расчету.

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

*Рабочая арматура* – устанавливается по расчету.

***Монтажная арматура*** – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

*Рабочая арматура* – устанавливается по расчету.

*Монтажная арматура* – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

## *Монтажная арматура:*

- ✓ обеспечивает проектное положение рабочей арматуры;



# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

**Рабочая арматура** – устанавливается по расчету.

**Монтажная арматура** – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

## **Монтажная арматура:**

- ✓ обеспечивает проектное положение рабочей арматуры;
- ✓ более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры;

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливается преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

**Рабочая арматура** – устанавливается по расчету.

**Монтажная арматура** – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

## **Монтажная арматура:**

- ✓ обеспечивает проектное положение рабочей арматуры;
- ✓ более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры;
- ✓ воспринимает обычно не учитываемые расчетами усилия от усадки бетона и изменения температуры конструкций.

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

**Рабочая арматура** – устанавливается по расчету.

**Монтажная арматура** – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

**Монтажная арматура:**

- ✓ обеспечивает проектное положение рабочей арматуры;
- ✓ более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры;
- ✓ воспринимает обычно не учитываемые расчетами усилия от усадки бетона и изменения температуры конструкций.

Рабочую и монтажную арматуру объединяют в арматурные изделия – сварные и вязанные сетки и каркасы.

# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

Арматура в железобетонных конструкциях устанавливают преимущественно в растянутую зону и в сжатую для усиления.

**Рабочая арматура** – устанавливается по расчету.

**Монтажная арматура** – устанавливается по конструктивным и технологическим соображениям.

**Монтажная арматура:**

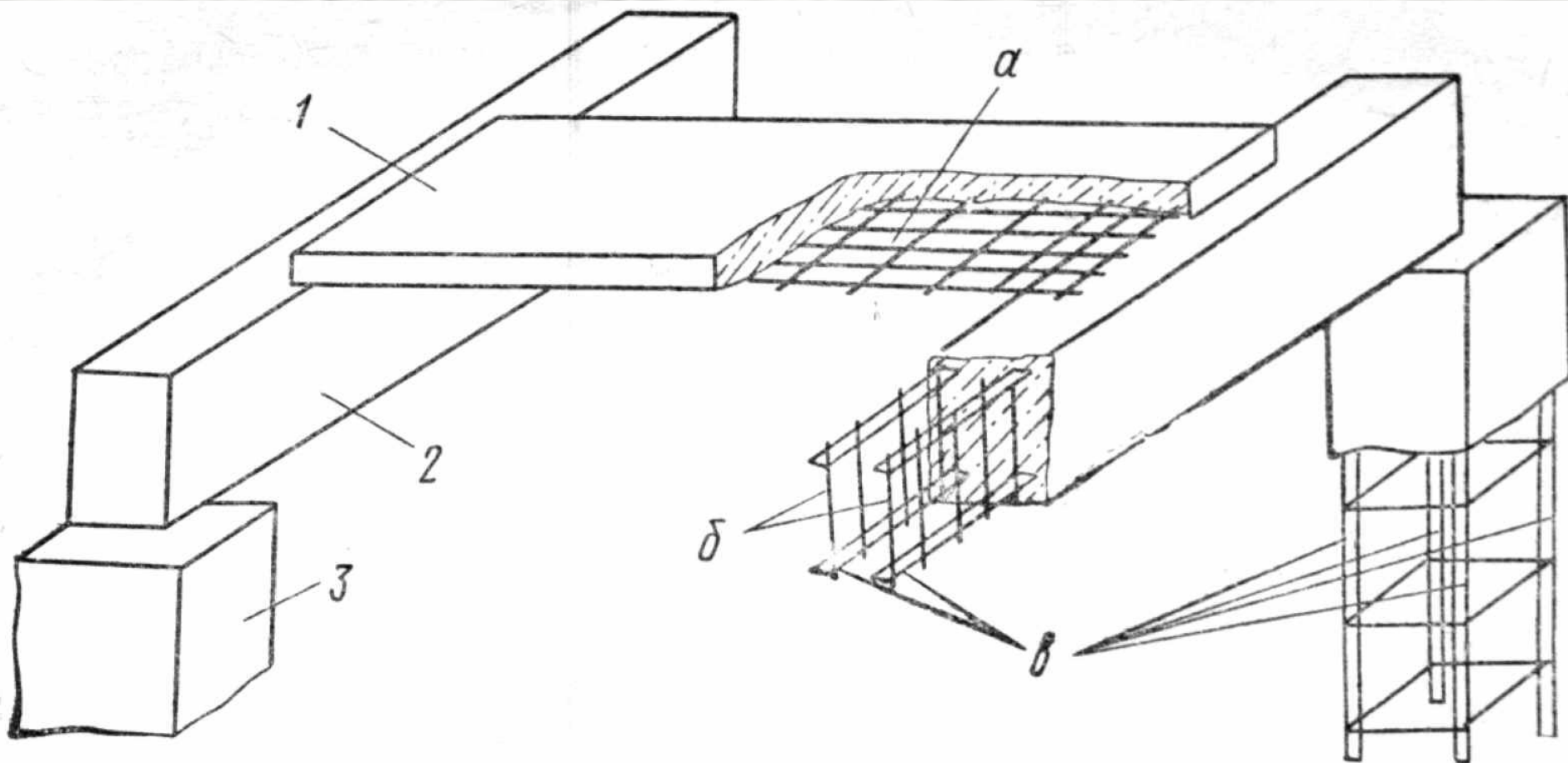
- ✓ обеспечивает проектное положение рабочей арматуры;
- ✓ более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры;
- ✓ воспринимает обычно не учитываемые расчетами усилия от усадки бетона и изменения температуры конструкций.

Рабочую и монтажную арматуру объединяют в арматурные изделия – сварные и вязанные сетки и каркасы.

Их размещают в соответствии с характером работы конструкции под нагрузкой.



# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ

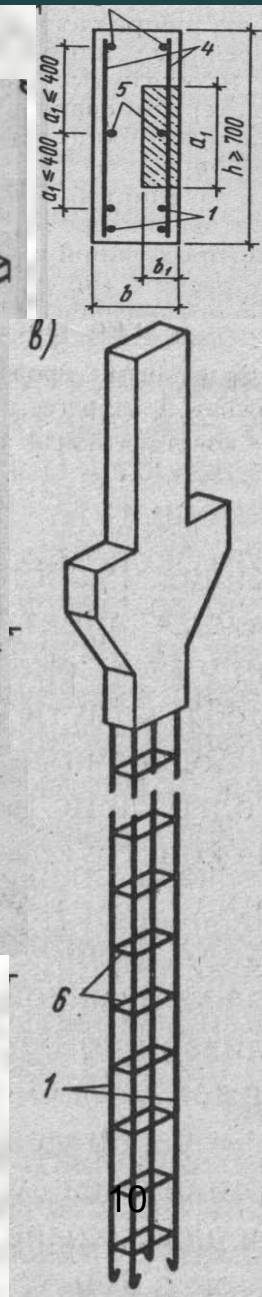
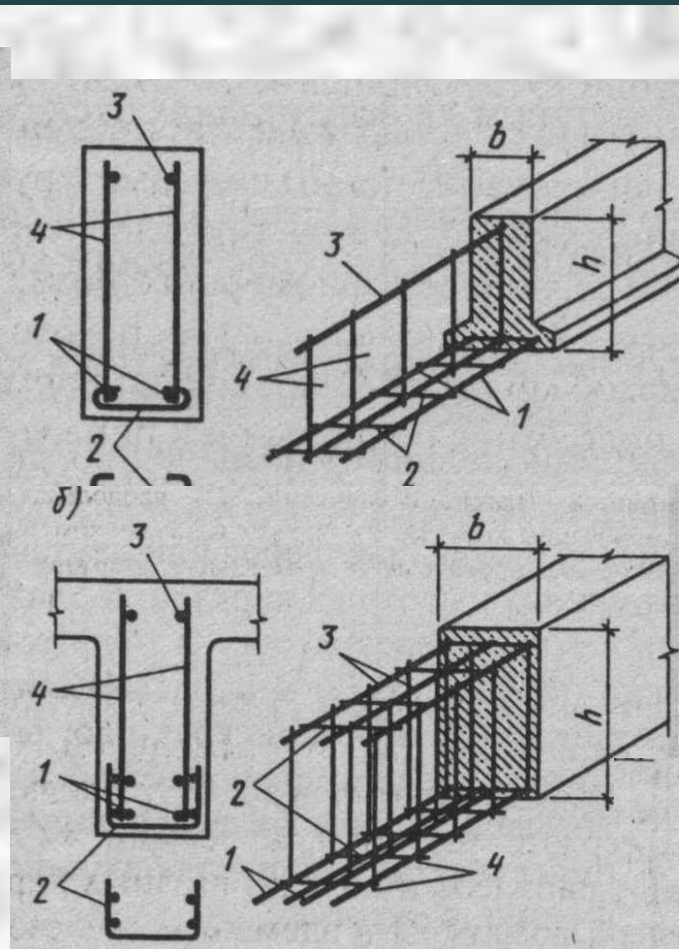
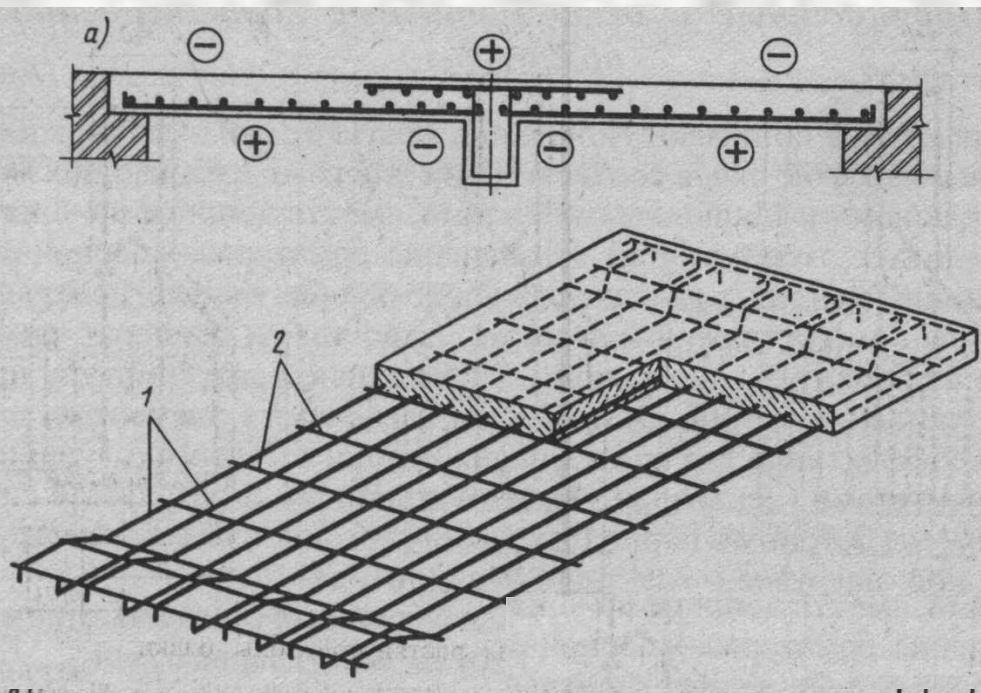


## Арматура железобетонных элементов

*a* – сетка; *б* – плоские каркасы; *в* – пространственный каркас;  
*1* – плита; *2* – балка; *3* – колонна



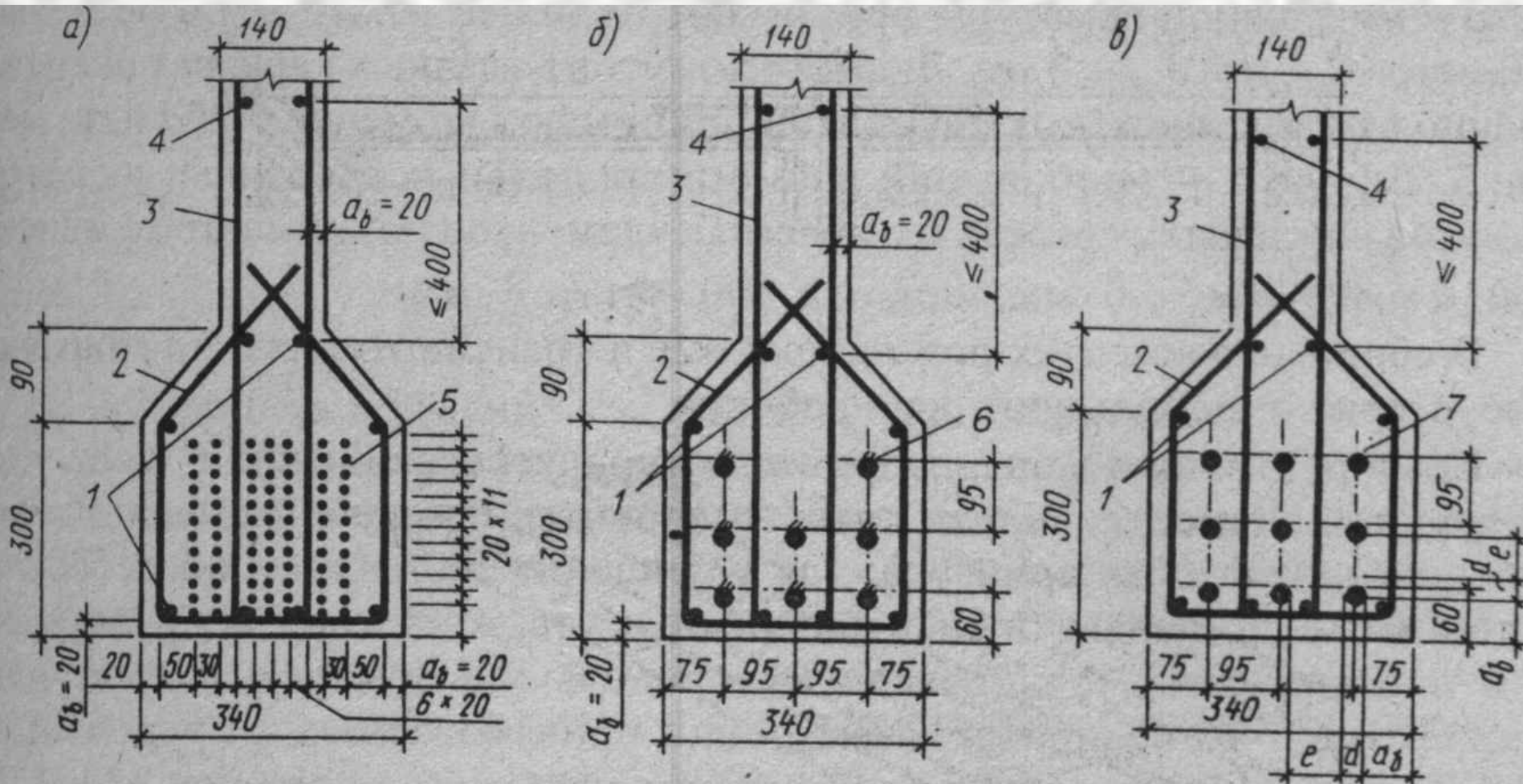
# НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АРМАТУРЫ



## Армирование железобетонных конструкций

$a$  – плиты;  $b$  – балки;  $в$  – колонны; 1 – рабочая арматура; 2 – конструктивная; 3 – монтажная; 4 – поперечные стержни балок, привариваемые к рабочей и монтажной арматуре; 5 – конструктивная продольная арматура; 6 – хомуты каркасов колонн

# Примеры армирования растянутой зоны балки



**а** — отдельными проволоками; **б** — стержнями; **в** — канатами (пучками); **1** — продольная монтажная ненапрягаемая арматура; **2** — ромбические хомуты; **3** — прямоугольные хомуты; **4** — конструктивная арматура; **5** — высокопрочная проволока; **6** — отдельные стержни; **7** — канаты (пучки)



# *КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ*

От технологии изготовления:

# *КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ*

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

# *КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ*

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:



# КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:

- Термически упрочненная
- Упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

# КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:

- Термически упрочненная
- Упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

По форме поверхности:

# КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:

- Термически упрочненная
- Упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

По форме поверхности:

- Гладкая
- Периодического профиля (улучшает сцепление с бетоном)

# КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:

- Термически упрочненная
- Упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

По форме поверхности:

- Гладкая
- Периодического профиля (улучшает сцепление с бетоном)

По способу применения:



# КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРЫ

От технологии изготовления:

- Стержневая
- Проволочная

От способа последующего упрочнения:

- Термически упрочненная
- Упрочненная в холодном состоянии – вытяжкой или волочением

По форме поверхности:

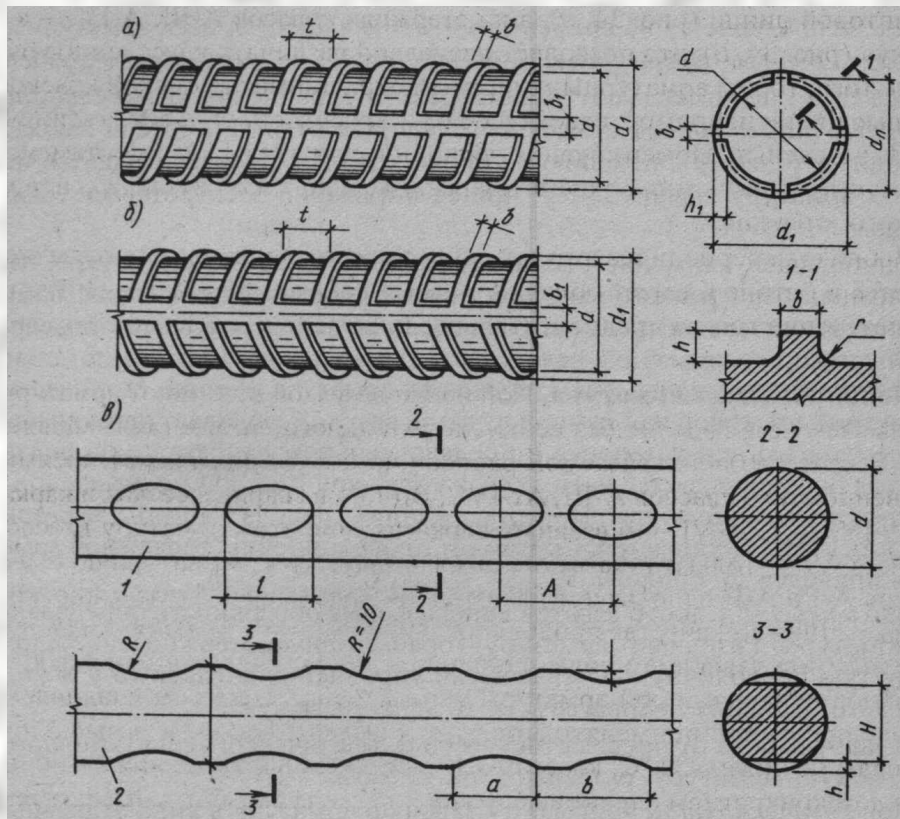
- Гладкая
- Периодического профиля (улучшает сцепление с бетоном)

По способу применения:

- Ненапрягаемая
- Напрягаемая (подвергнутая предварительному натяжению)



# Виды арматуры периодического профиля



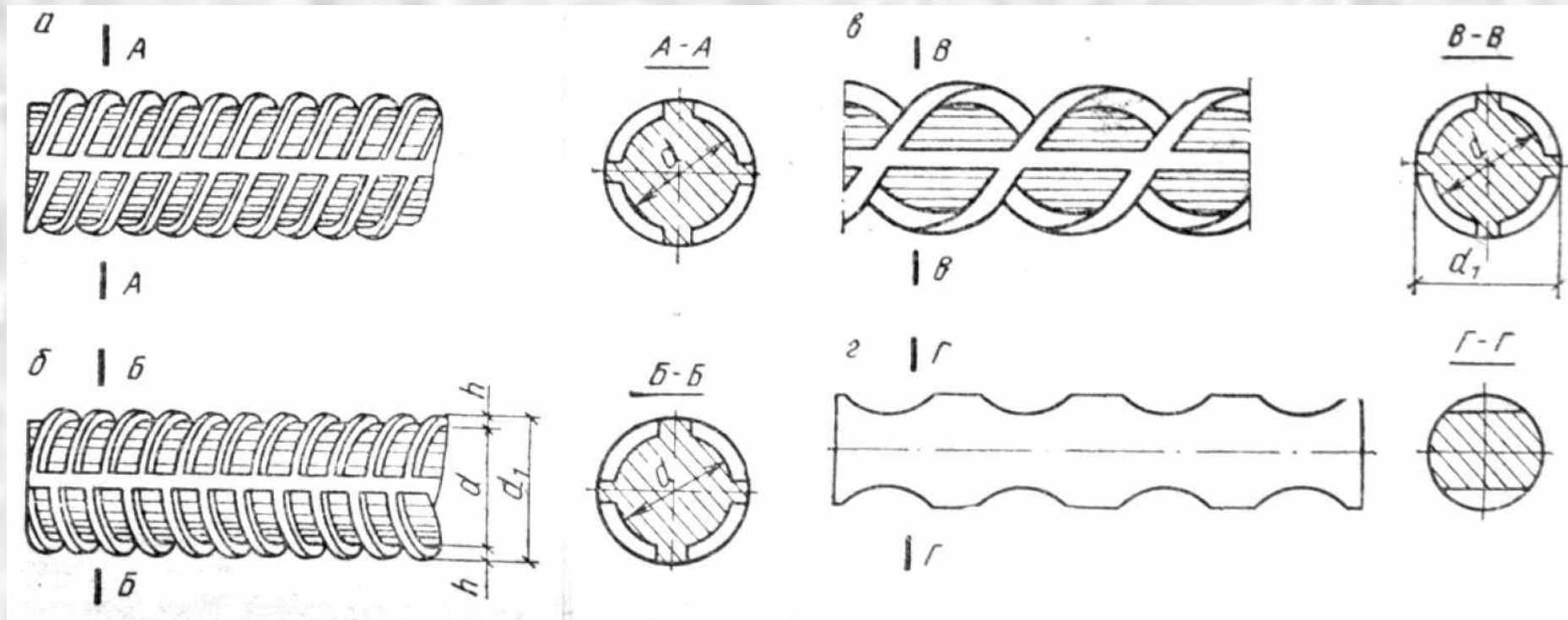
**a** – стержневая класса А-II;

**б** – то же, А-III и А-IV;

**в** – высокопрочная проволока;

**1** – вид со стороны вмятин; **2** – вид с  
гладкой стороны

# Арматура периодического профиля



*a* – стержневая класса А-II; *б* – то же, А-III; *в* – улучшенный профиль А-IV, А-V ; *г* – холоднодеформированная

# *Классификация арматуры*

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик:

*A240(A-I), A300(A-II), A400(A-III), A500, Ac500, A600(A-IV), A800(A-V), A1000(A-VI)*

# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I)*, *A300 (A-II)*, *A400 (A-III)*, *A500*, *Aс500*, *A600 (A-IV)*, *A800 (A-V)*, *A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;



# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I), A300 (A-II), A400 (A-III), A500, Aс500, A600 (A-IV), A800 (A-V), A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;

*B, Bp* – для холоднодеформированной арматуры;



# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I)*, *A300 (A-II)*, *A400 (A-III)*, *A500*, *Aс500*, *A600 (A-IV)*, *A800 (A-V)*, *A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;

*B*, *Bp* – для холоднодеформированной арматуры;

*K* – для арматурных канатов;

# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I)*, *A300 (A-II)*, *A400 (A-III)*, *A500*, *Aс500*, *A600 (A-IV)*, *A800 (A-V)*, *A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;

*B*, *Bp* – для холоднодеформированной арматуры;

*K* – для арматурных канатов;

Арматурные канаты подразделяются на:

*K7* – изготовленные из круглой гладкой проволоки;

# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I)*, *A300 (A-II)*, *A400 (A-III)*, *A500*, *Aс500*, *A600 (A-IV)*, *A800 (A-V)*, *A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;

*B*, *Bp* – для холоднодеформированной арматуры;

*K* – для арматурных канатов;

Арматурные канаты подразделяются на:

*K7* – изготовленные из круглой гладкой проволоки;

*K7T* – изготовленные из проволоки периодического профиля;

# Классификация арматуры

Стержневая горячекатаная арматура обозначается в зависимости от механических характеристик: *A240 (A-I)*, *A300 (A-II)*, *A400 (A-III)*, *A500*, *Aс500*, *A600 (A-IV)*, *A800 (A-V)*, *A1000 (A-VI)*

*A* – для горячекатаной и термически упрочненной арматуры;

*B*, *Bp* – для холоднодеформированной арматуры;

*K* – для арматурных канатов;

Арматурные канаты подразделяются на:

*K7* – изготовленные из круглой гладкой проволоки;

*K7T* – изготовленные из проволоки периодического профиля;

*K7O* – пластически обжатые, изготовленные из гладкой проволоки.



# Классификация арматуры

Класс арматуры	Номинальный диаметр	Нормативное сопротивление растяжению $R_{s,n}$ и расчетные значения сопротивления для предельных состояний второй группы $R_{s,ser}$ МПа
<i>A240</i>	6–40	240
<i>A400</i>	6–40	400
<i>A500</i>	10–40	500
<i>A600</i>	10–40	600
<i>A800</i>	10–32	800
<i>A1000</i>	10–32	1000
<i>B500</i>	3–16	500
<i>Bp500</i>	3–5	500
<i>Bp1200</i>	8	1200
<i>Bp1300</i>	7	1300
<i>Bp1400</i>	4;5;6	1400
<i>Bp1500</i>	3	1500
<i>Bp1600</i>	3–5	1600
<i>K1400</i>	15	1400
<i>K1500</i>	6–18	1500
<i>K1600</i>	6;9;11;12;15	1600
<i>K1700</i>	6–9	1700

# Классификация арматуры

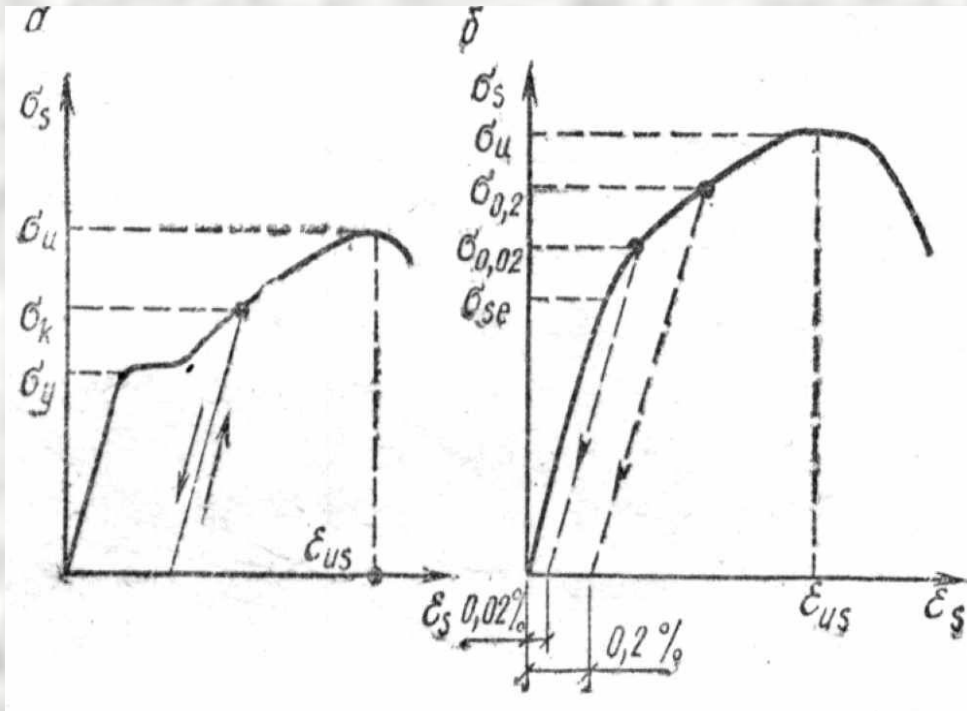
Значение модуля упругости для арматуры  $E_s$  принимают одинаковым при растяжении и сжатии и равным:

$E_s = 1,95 \cdot 10^5$  МПа – для арматурных канатов (*K*);

$E_s = 2,0 \cdot 10^5$  МПа – для остальной арматуры (*A* и *B*).

# Механические свойства арматурных сталей

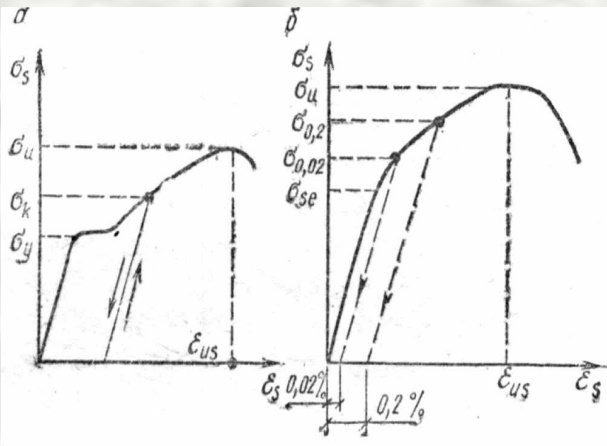
Значение модуля упругости для арматуры  $E_s$  принимают одинаковым при растяжении и сжатии и равным:  $E_s = 1,95 \cdot 10^5$  МПа – для арматурных канатов (К);  $E_s = 2,0 \cdot 10^5$  МПа – для остальной арматуры (А и В).



Диаграммы  $\sigma$ - $\epsilon$  при растяжении арматурной стали  
а – с площадкой текучести (мягкая сталь);  
б – с условным пределом текучести

- $\sigma_y$  – физический предел текучести арматуры;
- $\sigma_{0,02}$  – предел пропорциональности (условный предел упругости);
- $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести арматуры;
- $\sigma_u$  – временное сопротивление разрыву;
- $\sigma_{se} = 0,8 \cdot \sigma_{0,2}$  – предел упругости

# Механические свойства арматурных сталей



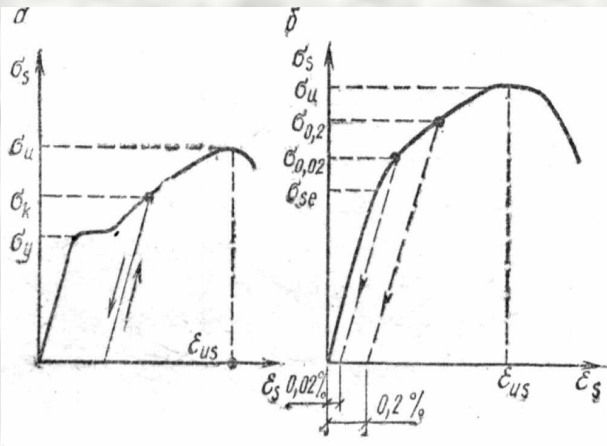
Диаграммы  $\sigma$ - $\epsilon$  при растяжении арматурной стали  
а – с площадкой текучести (мягкая сталь); б – с условным  
пределом текучести

- $\sigma_y$  – физический предел текучести арматуры;
- $\sigma_{0,02}$  – предел пропорциональности (условный предел упругости);
- $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести арматуры;
- $\sigma_u$  – временное сопротивление разрыву;
- $\sigma_{se}^u = 0,8 \cdot \sigma_{0,2}$  – предел упругости

Основная механическая характеристика проволочной арматуры – временное сопротивление  $\sigma_u$ , которое возрастает с уменьшением ее диаметра.



# Механические свойства арматурных сталей



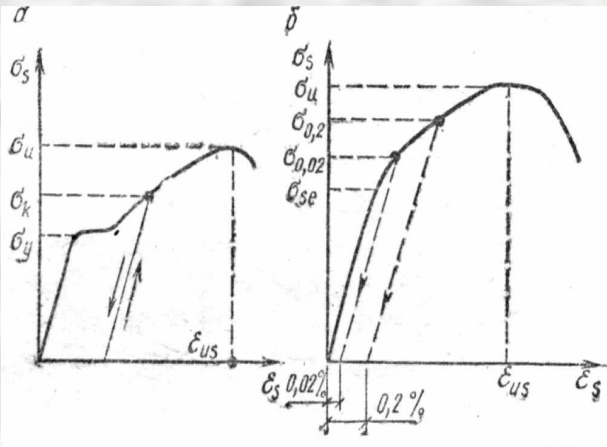
Диаграммы  $\sigma$ - $\epsilon$  при растяжении арматурной стали  
а – с площадкой текучести (мягкая сталь); б – с условным пределом текучести

- $\sigma_y$  – физический предел текучести арматуры;
- $\sigma_{0,02}$  – предел пропорциональности (условный предел упругости);
- $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести арматуры;
- $\sigma_u$  – временное сопротивление разрыву;
- $\sigma_{se}^u = 0,8 \cdot \sigma_{0,2}$  – предел упругости

Основная механическая характеристика проволочной арматуры – временное сопротивление  $\sigma_u$ , которое возрастает с уменьшением ее диаметра.

Горячекатаная арматура имеет на диаграмме площадку текучести и обладает значительным удлинением после разрыва до 25% (мягкая сталь).

# Механические свойства арматурных сталей



Диаграммы  $\sigma$ - $\epsilon$  при растяжении арматурной стали  
а – с площадкой текучести (мягкая сталь); б – с условным пределом текучести

- $\sigma_y$  – физический предел текучести арматуры;
- $\sigma_{0,02}$  – предел пропорциональности (условный предел упругости);
- $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести арматуры;
- $\sigma_u$  – временное сопротивление разрыву;
- $\sigma_{se}^u = 0,8 \cdot \sigma_{0,2}$  – предел упругости

Основная механическая характеристика проволочной арматуры – временное сопротивление  $\sigma_u$ , которое возрастает с уменьшением ее диаметра.

Горячекатаная арматура имеет на диаграмме площадку текучести и обладает значительным удлинением после разрыва до 25% (мягкая сталь).

Напряжение в начале образования шейки, предшествующее разрыву, носит название временного сопротивления арматурной стали  $\sigma_u$ .

# Механические свойства арматурных сталей

Повышение прочности горячекатаной арматурной стали и уменьшение удлинения при разрыве достигается введением в ее состав различных легирующих добавок: марганца, кремния, хрома и других.

Содержание углерода больше  $0,3...0,5\%$  снижает пластичность и ухудшает свариваемость стали.

Марганец повышает прочность без снижения пластичности, кремний повышает прочность и ухудшает свариваемость.

Содержания каждой легирующей добавки обычно —  $0,6...2\%$ .



# Механические свойства арматурных сталей

Термическое упрочнение или холодное деформирование существенно повышает прочность горячекатаной стали.

Высоколегированные и термически упрочненные стали не имеют ярко выраженной площади текучести.

Для них устанавливается условный предел текучести – напряжение  $\sigma_{0,2}$  (при котором остаточные деформации равны  $0,2\%$ ) и условный предел упругости  $\sigma_{0,02}$  (остаточные деформации равны  $0,02\%$ ) и предел упругости  $\sigma_{se} = 0,8 \cdot \sigma_{0,2}$ .



# *Механические свойства арматурных сталей*

При искусственной вытяжке в холодном состоянии до напряжений больше предела текучести ( $\sigma > \sigma_y$ ) арматурная сталь упрочняется в результате структурных изменений кристаллической решетки.

При повторной вытяжке напряжение становится новым искусственно поднятым пределом текучести (т.к. пластические деформации уже выбраны).

Вытяжка в холодном состоянии позволяет получить высокую прочность стержней большого диаметра.

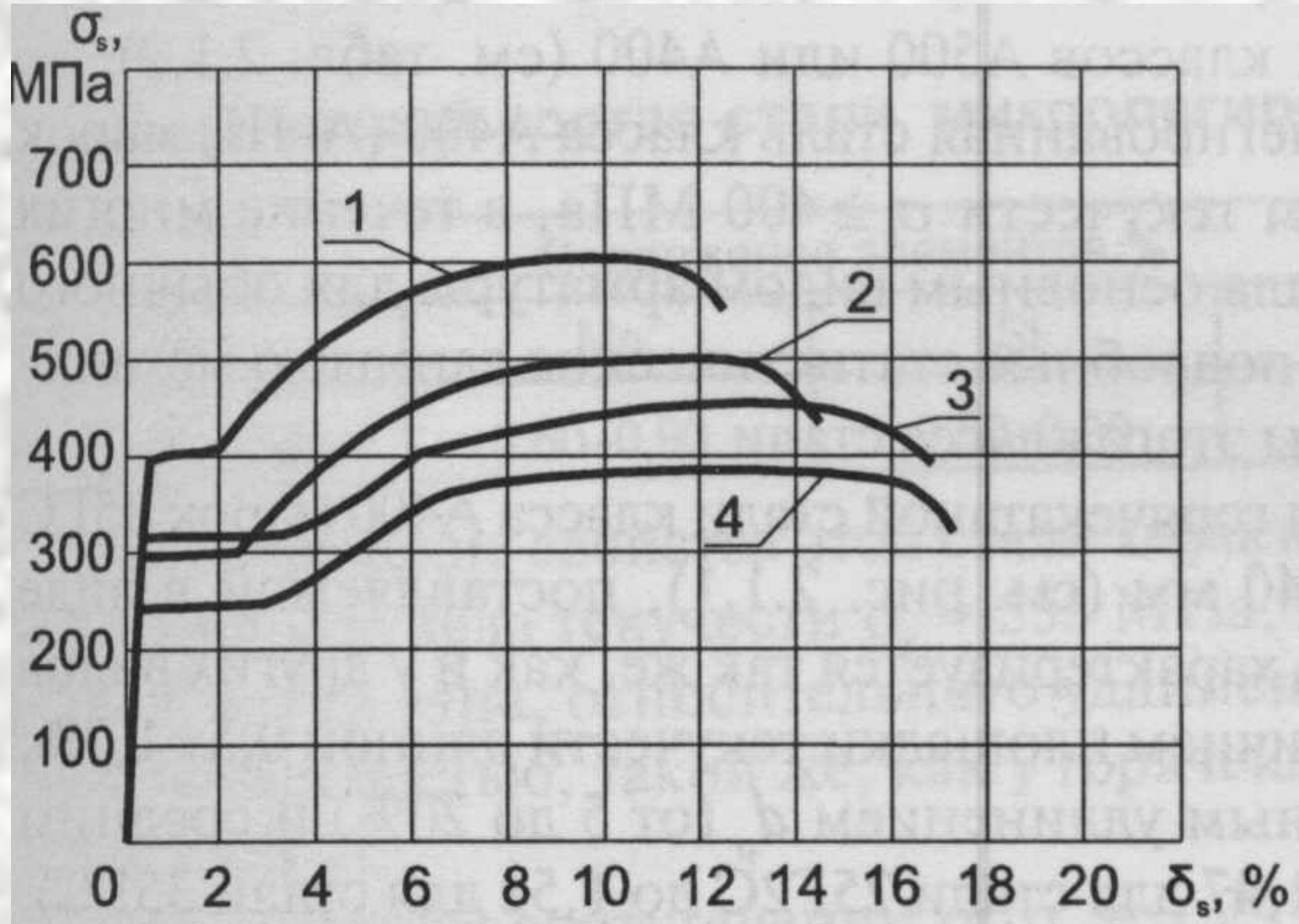
# Механические свойства арматурных сталей

Многократное волочение (через несколько последовательно уменьшающихся в диаметре отверстий) в холодном состоянии позволяет получать высокопрочную проволоку.

Временное сопротивление при этом увеличивается, а удлинение при разрыве становится малым ( $4...6\%$ ).

Предварительно осуществляют термообработку – патентирование – нагревание до  $t \approx 800^\circ\text{C}$  последующем специальным охлаждением (*B-II*, *Bp-II*).

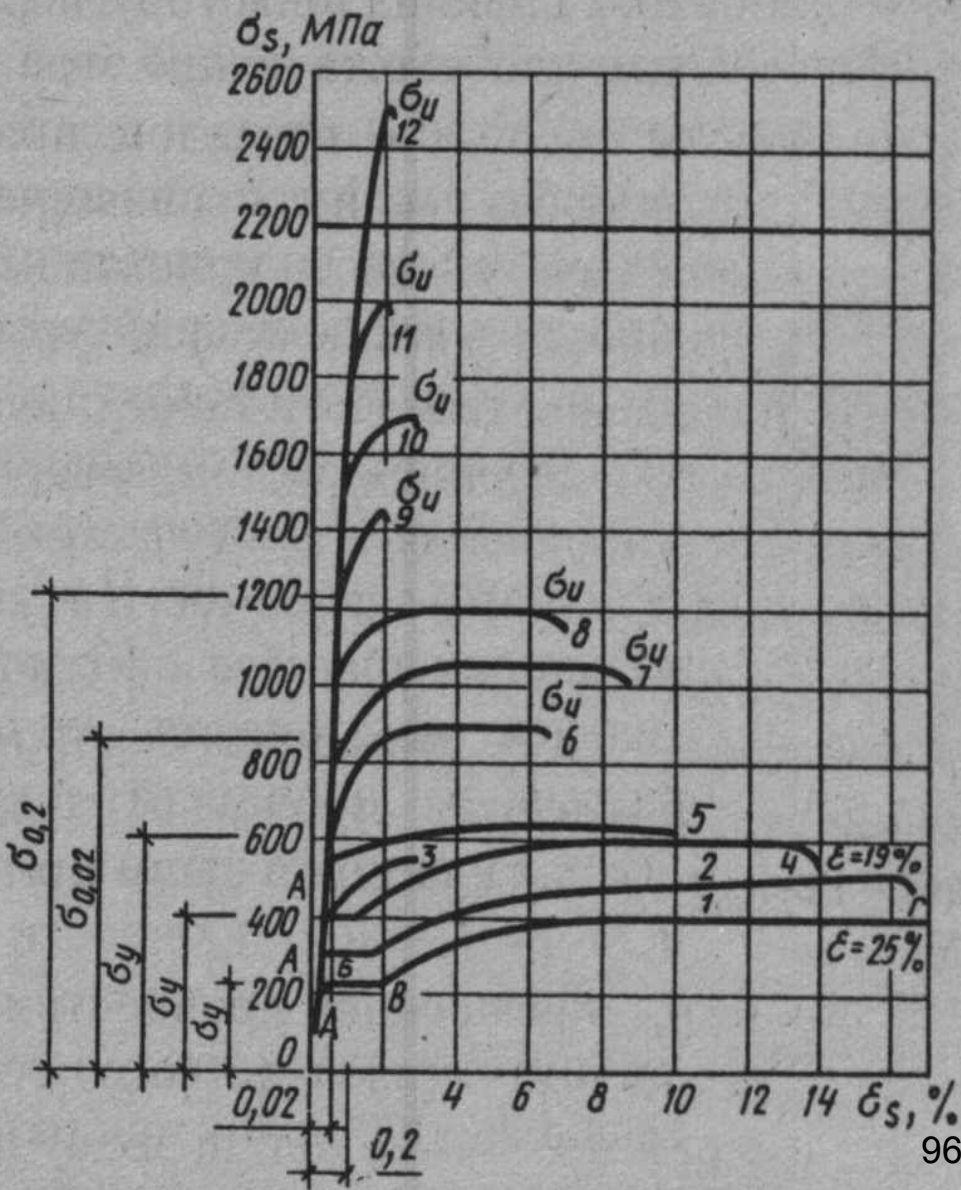
# Диаграмма $\sigma$ - $\varepsilon$ арматурных сталей



1 – A400 (A-III); 2 – A300 (A-II); 3 – Ac300 (Ac-II); 4 – A240 (A<sup>9</sup>-I)



# Диаграмма $\sigma$ – $\varepsilon$ арматурных сталей

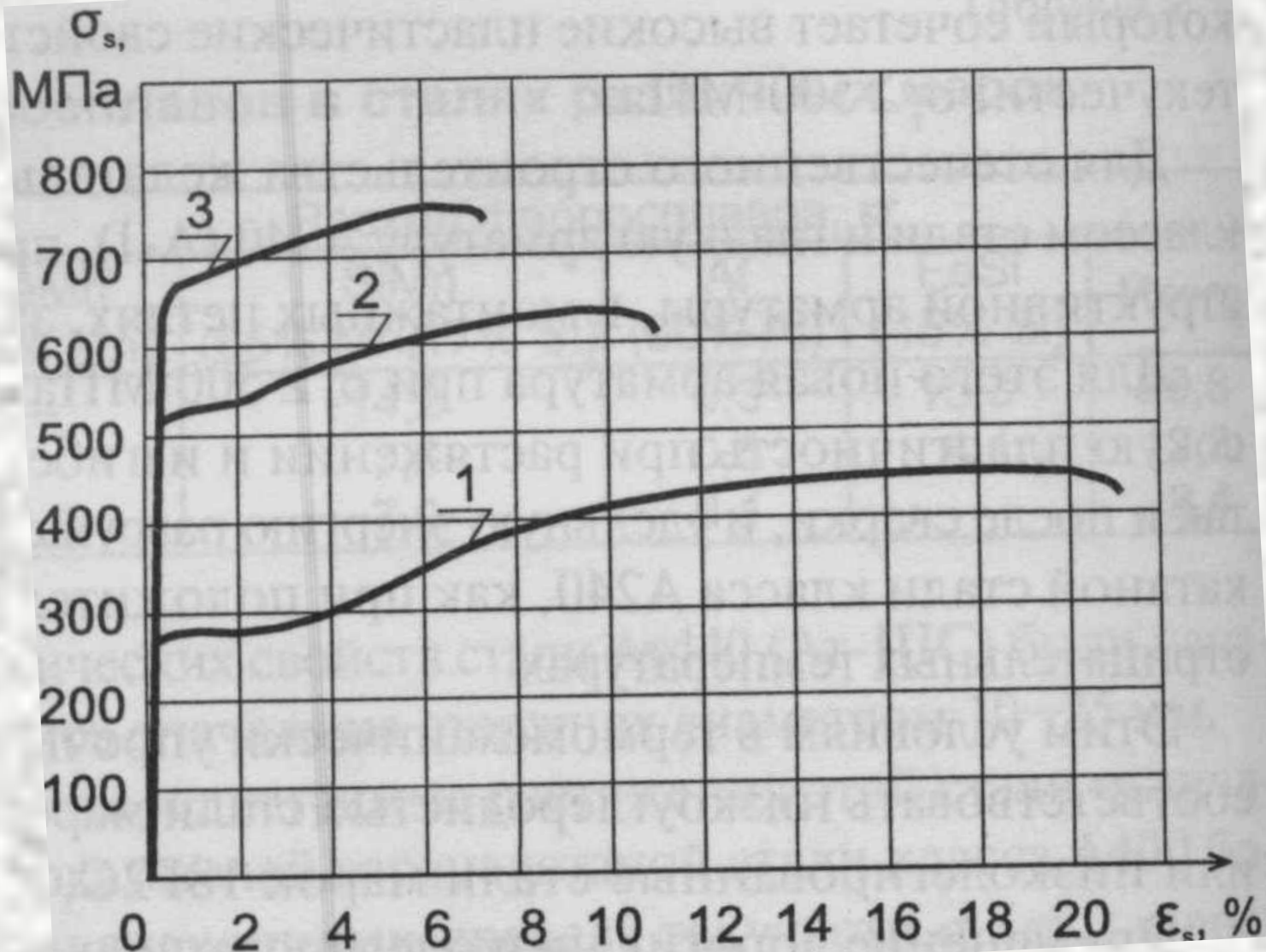


1 - горячекатаной круглой класса **A240**; 2 – горячекатаной периодического профиля класса **A300**; 3 – проволоки арматурной обыкновенной рифленой класса **B500**; 4 – горячекатаной периодического профиля класса **A400**; 5 – упрочненной вытяжкой периодического профиля класса Ат-ПС; 6 – горячекатаной периодического профиля класса **A600**; 7 – термически упрочненной периодического профиля класса **A800**; 8 – то же, класса **A1000**; 9 – высокопрочной арматурной проволоки **B1200** диаметром 8мм; 10 – то же, гладкой класса **B1300** диаметром 7мм; 11 – высокопрочной арматурной проволоки **B1400** диаметром 6–4мм; 12 – высокопрочной арматурной проволоки **B1500** диаметром 3мм.

$\sigma_y$  – физический предел текучести арматуры;  
 $\sigma_{0,02}$  – предел пропорциональности;  $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести арматуры;  $\sigma_u$  – временное сопротивление разрыву



# Диаграмма $\sigma$ – $\varepsilon$ арматурной стали А500



1 – исходная сталь <sup>96</sup>Ст3пс; 2,3 – сталь А500С

# Характеристики механических свойств высокопрочной стержневой стали

Класс арматуры	Диаметр арматура, мм	Марка арматуры	Средние значения механических свойств						Коэффициенты вариации, %	
			$\eta_1$	$E_{нач} \cdot 10^{-5}$	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta_5$	$\delta_p$	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$
A600 (A-IV)	12-16	80С	0,74	2,0	1073	668	11,00	6,30	4,70	7,44
A600(A-IV),	10-18	20ХГ2Т, 20ХГ2Ц	0,40	1,85	1067	718	13,50	5,90	7,40	10,50
A800 (A-V).	12-22	23Х2Г2Т	0,50	1,9	1185	898	14,00	4,60	6,30	8,80
A 1000 (A-VI)	10-14	22Х2Г2ТАЮ	0,60	1,9	1351	1086	12,05	3,73	3,67	3,03
АТ800 (АТ-V),	10-14	20ГС2, 20ГС, 08Г2С	0,65	$\frac{1,8^*}{1,9}$	$\frac{1117}{1251}$	$\frac{919}{1036}$	$\frac{14,3}{11,6}$	3,00	$\frac{3,00}{7,80}$	$\frac{3,00}{9,00}$
АТ800 (АТ-V),	16-22	20ГС2, 20ГС, 08Г2С	0,70	1,9	1130	971	13,40	3,10	5,60	5,80
АТ1000 (АТ-VI)	10-14	20ГС, 20ГС2	0,60	1,9	1311	1047	13,70	3,60	5,60	4,80
A-IIIв	10-36	35ГС	0,75	1,8	688	588	19,30	10,30	3,80	5,20

В числителе указаны данные НИИЖБ, в знаменателе — металлургических заводов.

## Пластические свойства

Арматурная сталь должна обладать достаточной пластичностью.

Пластичность характеризуется относительным удлинением при испытании на разрыв образцов равной *5 диаметрам стержня ( или 100мм )*, а также оценивается испытаниям их на изгиб в холодном состоянии вокруг оправки толщиной равной *3...5 диаметрам стержня.*



## *Пластические свойства*

Понижение пластичности может быть причиной хрупкого (внезапного) разрыва арматуры под нагрузкой, хрупкого излома напрягаемой арматуры в местах резкого перегиба или при закреплении в захватах.



# Пластические свойства

Понижение пластичности может быть причиной хрупкого (внезапного) разрыва арматуры под нагрузкой, хрупкого излома напрягаемой арматуры в местах резкого перегиба или при закреплении в захватах.

***Полное относительное удлинение*** после разрыва в % устанавливается по изменению первоначальной длины образца, включая шейку разрыва.

# Пластические свойства

Понижение пластичности может быть причиной хрупкого (внезапного) разрыва арматуры под нагрузкой, хрупкого излома напрягаемой арматуры в местах резкого перегиба или при закреплении в захватах.

**Полное относительное удлинение** после разрыва в % устанавливается по изменению первоначальной длины образца, включая шейку разрыва.

**Относительное равномерное удлинение** после разрыва в % по изменению длины образца на участке, не включающем шейку разрыва.

# Пластические свойства

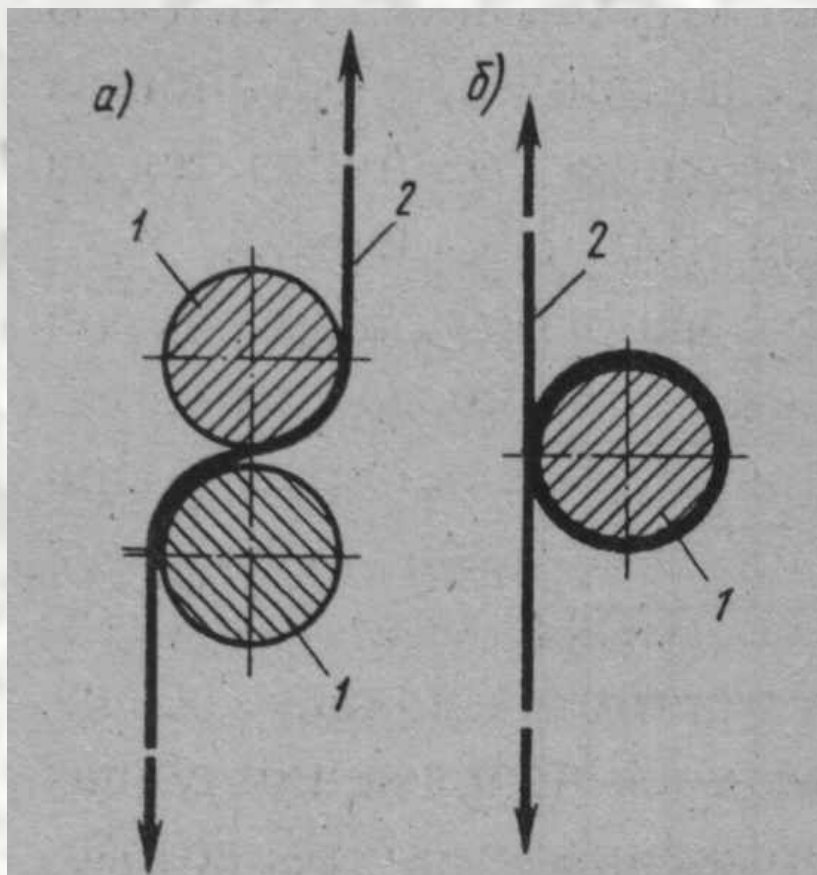


Рис. 43. Схемы перегибов проволоки на роликах при испытании:

*а* — схема I; *б* — схема II;  
1 — ролик; 2 — натянутый образец

# Свариваемость арматурных сталей

Свариваемость арматурных сталей характеризуется надежностью соединения, отсутствием трещин и других пороков металла в швах и прилегающих зонах.

Хорошо свариваются горячекатаные малоуглеродистые и низколегированные арматурные стали.

*Нельзя сваривать арматурные стали, упрочненные термической обработкой или вытяжкой.*

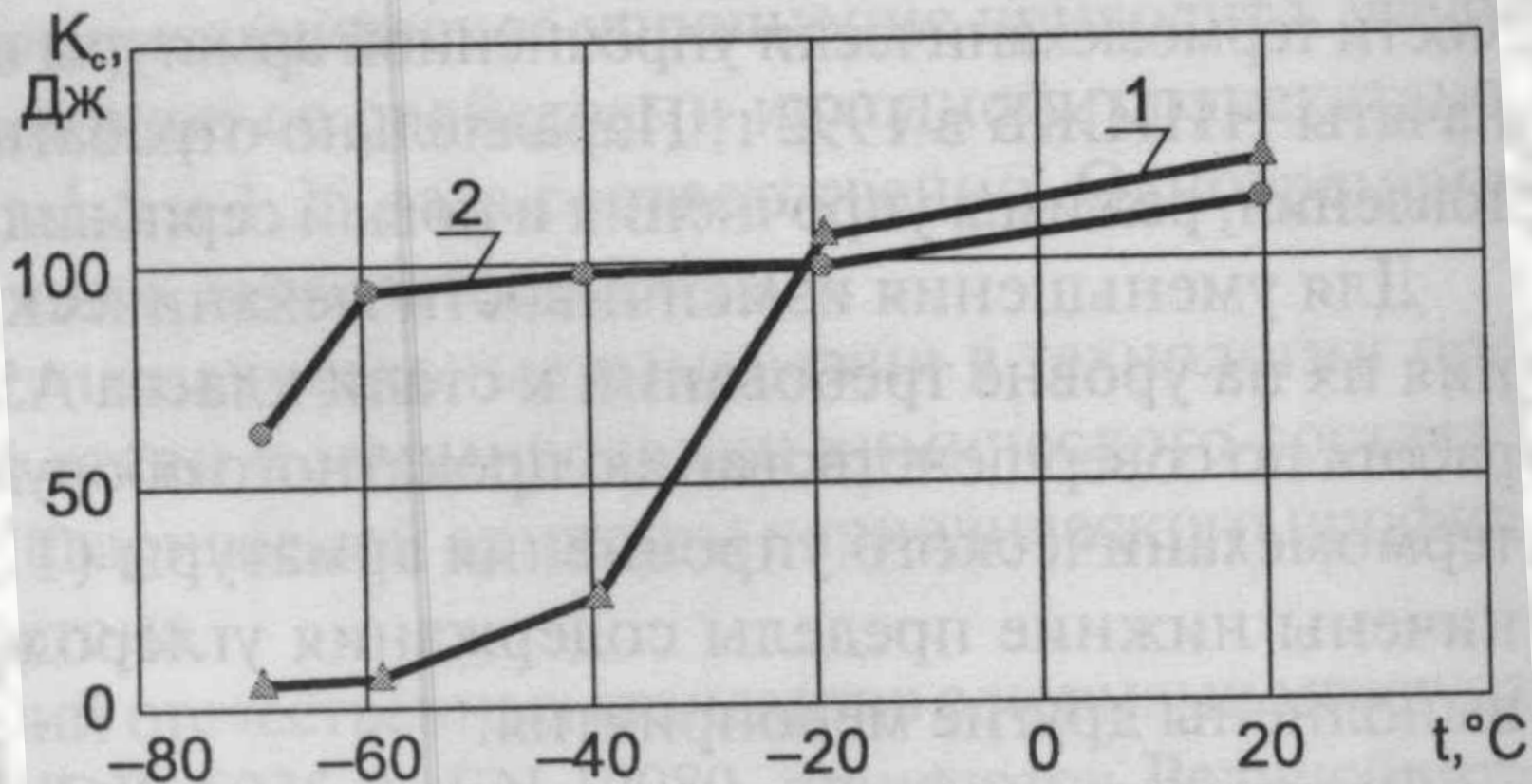


# Хладноломкость

Склонность к хрупкому разрушению под напряжением при отрицательных температурах (*ниже  $-30^{\circ}\text{C}$* ) – горячекатаные арматурные стали периодического профиля из полуспокойной мартеновской и конвертерной стали.

Высокопрочная арматурная проволока и термически упроченная арматура имеют более *низкий порог хладноломкости*.

# Хладноломкость



**Рис. 2.1.3.** Работа разрушения при ударном изгибе образцов типа «ЦНИПС»: 1 — горячекатаная сталь СтЗсп класса А240; 2 — термомеханически упрочненная сталь СтЗпс класса А500С

# *Реологические свойства (ползучесть и релаксация)*

Ползучесть возрастает с повышением температуры и напряжений.

Значительной релаксацией обладает упрочненная вытяжкой проволока, термически упрочненная арматура и высоколегированная стержневая арматура.

Релаксация приводит к частичной потере искусственно созданного напряжения.

# Усталостное разрушение

Наблюдается при многократном действии повторяющейся нагрузки и носит характер хрупкого разрушения.

Предел выносливости зависит:

- от числа циклов нагружения  **$n$** ;
- характеристики цикла;
- сцепления с бетоном;
- наличия трещин в растянутой зоне.

С увеличением количества циклов предел прочности уменьшается.



# *Динамическая прочность*

Динамическая прочность наблюдается при нагрузках большой интенсивности, действующих в короткий промежуток времени.

# *Динамическая прочность*

Динамическая прочность наблюдается при нагрузках большой интенсивности, действующих в короткий промежуток времени.

При высокой скорости нагружения сталь работает упруго при напряжениях больше физического предела текучести, происходит запаздывание пластических деформаций.

# Динамическая прочность

Динамическая прочность наблюдается при нагрузках большой интенсивности, действующих в короткий промежуток времени.

При высокой скорости нагружения сталь работает упруго при напряжениях больше физического предела текучести, происходит запаздывание пластических деформаций.

В меньшей степени динамическое упрочнение оказывается на условном пределе текучести  $\sigma_{0,2}$  и практически не сказывается на пределе прочности  $\sigma_u$ .

## *Свойства стали при высокотемпературном нагреве*

При нагреве до  $400^{\circ}\text{C}$  предел текучести горячекатаной арматуры класса *A400* уменьшается на *30%*, классов *A240* и *A300* – на *40%*, модуль упругости уменьшается на *15%*.



# *Свойства стали при высокотемпературном нагреве*

При нагреве до  $400^{\circ}\text{C}$  предел текучести горячекатаной арматуры класса *A400* уменьшается на 30%, классов *A240* и *A300* – на 40%, модуль упругости уменьшается на 15%.

При  $t > 350^{\circ}\text{C}$  наблюдается ползучесть стали.

# Свойства стали при высокотемпературном нагреве

При нагреве до  $400^{\circ}\text{C}$  предел текучести горячекатаной арматуры класса *A400* уменьшается на 30%, классов *A240* и *A300* – на 40%, модуль упругости уменьшается на 15%.

При  $t > 350^{\circ}\text{C}$  наблюдается ползучесть стали.

Происходит отжиг и потеря наклепа арматуры, упрочненной холодным деформированием, поэтому временное сопротивление у высокопрочной арматурной проволоки снижается интенсивнее.

# Свойства стали при высокотемпературном нагреве

При нагреве до  $400^{\circ}\text{C}$  предел текучести горячекатаной арматуры класса *A400* уменьшается на 30%, классов *A240* и *A300* – на 40%, модуль упругости уменьшается на 15%.

При  $t > 350^{\circ}\text{C}$  наблюдается ползучесть стали.

Происходит отжиг и потеря наклепа арматуры, упрочненной холодным деформированием, поэтому временное сопротивление у высокопрочной арматурной проволоки снижается интенсивнее.

После охлаждения прочность горячекатаной арматуры восстанавливается полностью, а высокопрочной арматурной проволоки лишь частично.

# Применение арматуры в конструкциях

Сортамент арматуры составлен по **номинальным диаметрам**, что соответствует:

- для стержневой арматуры периодического профиля диаметрам равновеликих по площади поперечного сечения круглых гладких стержней;
- для арматурной проволоки периодического профиля – диаметру проволоки до профилирования.



# Применение арматуры в конструкциях

## **НЕНАПРЯГАЕМАЯ:**

- **A240 (A-I)** - монтажная, для хомутов в вязанных каркасах, поперечных стержней сварных каркасов.
- **A300 (A-II)** - при неполном использовании **A400**
- **A400 (A-III), A500** - рабочая
- **Bp500, Bp500 (Bp-I)** - арматурная проволока

# *Применение арматуры в конструкциях*

## ***НАПРЯГАЕМАЯ:***

***Стержневая арматура:***

***A600 (A-IV, Ат-IV, Ат-IVС)***

***A800 (A-V, Ат-V)***

***A1000 (A-VI, Ат-VI)***

# Применение арматуры в конструкциях

## **НАПРЯГАЕМАЯ:**

*Стержневая арматура:*

*A600 (A-IV, Ат-IV, Ат-IVС)*

*A800 (A-V, Ат-V)*

*A1000 (A-VI, Ат-VI)*

для элементов  $> 12$  м :

*Проволочная арматура:*

*Vp1200, Vp1300, Vp1400, Vp1500, Vp1600 ( Vp-II ) –*

проволока холоднодеформированная периодического профиля;

# Применение арматуры в конструкциях

## **НАПРЯГАЕМАЯ:**

*Стержневая арматура:*

*A600 (A-IV, Ат-IV, Ат-IVС)*

*A800 (A-V, Ат-V)*

*A1000 (A-VI, Ат-VI)*

для элементов  $> 12$  м :

*Проволочная арматура:*

*Vp1200, Vp1300, Vp1400, Vp1500, Vp1600 ( Vp-II )* – проволока  
холоднодеформированная периодического профиля;

*Арматурные канаты:*

*K1400, K1500 (K-7, K-19)* – канаты 7- и 19-проволочные.



# Применение арматуры в конструкциях

## **НАПРЯГАЕМАЯ:**

*Стержневая арматура:*

*A600 (A-IV, Ат-IV, Ат-IVС)*

*A800 (A-V, Ат-V)*

*A1000 (A-VI, Ат-VI)*

для элементов  $> 12$  м :

*Проволочная арматура:*

*Vp1200, Vp1300, Vp1400, Vp1500, Vp1600 ( Vp-II )* – проволока  
холоднодеформированная периодического профиля;

*Арматурные канаты:*

*K1400, K1500 (K-7, K-19)* – канаты 7- и 19-проволочные.

# Применение арматуры в конструкциях

## **Стержневая арматура:**

**A600 (A-IV, Ат-IV, Ат-IVС)**

**A800 (A-V, Ат-V)**

**A1000 (A-VI, Ат-VI)**

для элементов > 12 м :

## **Проволочная арматура:**

**Vp1200, Vp1300, Vp1400, Vp1500, Vp1600 ( Vp-II )** – проволока холоднодеформированная периодического профиля;

## **Арматурные канаты:**

**K1400, K1500 (K-7, K-19)** – канаты 7- и 19-проволочные.

Хорошо сваривается контактной сваркой: **A240...A600 (A-I...A-IV)**

Нельзя сваривать: **A800 (Ат-V), A1000(Ат-VI), Vp1200, Vp1300, Vp1400, Vp1500, Vp1600 ( Vp-II, B-II ), K1400, K1500 (K-7, K-19)**

# Применение арматуры в конструкциях

Хорошо сваривается контактной сваркой:  
***A240...A600 (A-I...A-IV)***

Нельзя сваривать: ***A800 (AT-V), A1000(AT-VI), B-II, Bp-II***

# *Арматурные сварные изделия*

- Сварные сетки
- Вязанные сетки
- Плоские каркасы (сварные и вязанные)
- Пространственные каркасы



## **Сварные сетки:**

- ***B500***  $\text{Ø}$  ***3...5*** мм,
- ***A400*** –  $\text{Ø}$  ***6...10*** мм.

Сетки бывают рулонные и плоские.

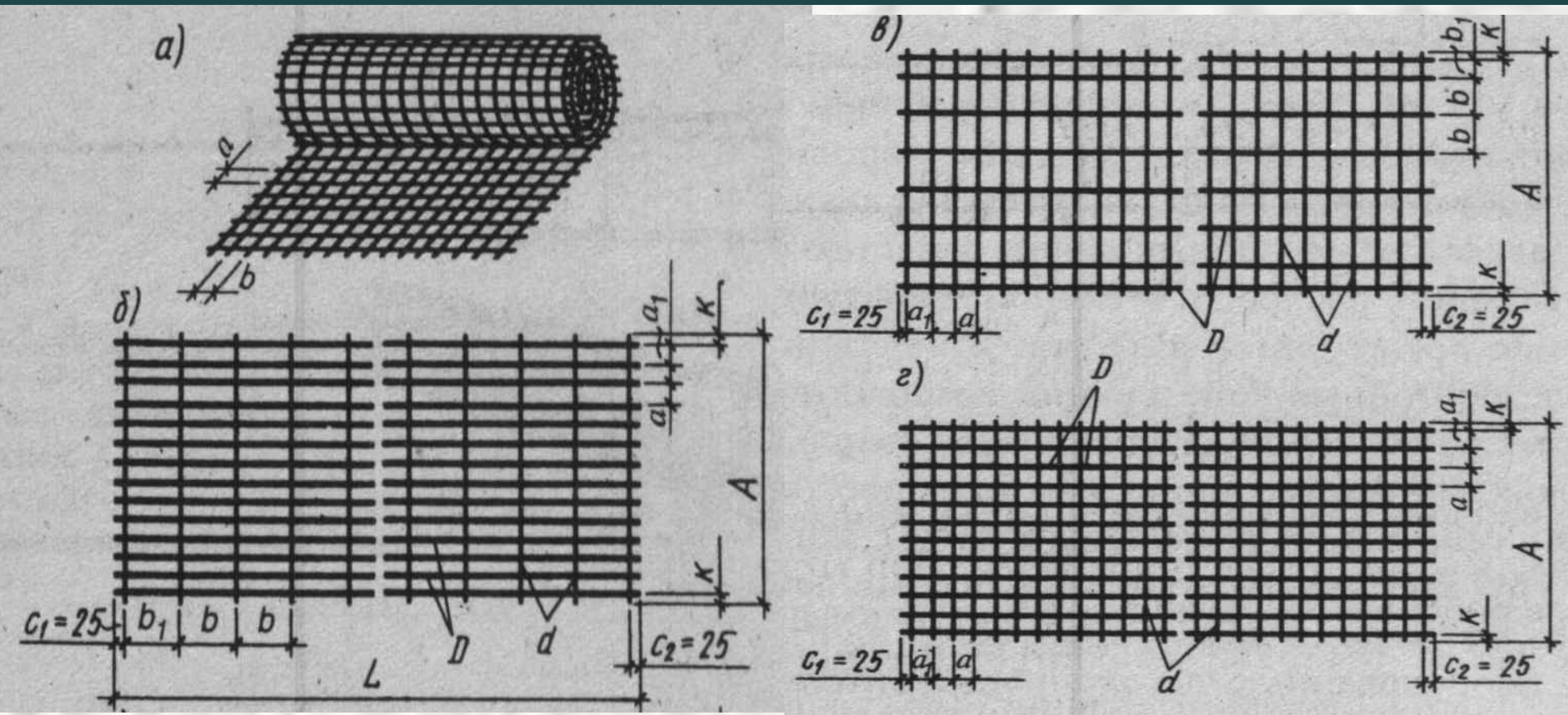
Наибольший диаметр рулонных сеток - ***7мм***.

Рабочей могут быть как продольная, так и поперечные стержни.

Ширина сетки  $\leq$  ***3800*** мм,

Длина – ограничивается массой рулона – ***900...1300*** кг,  
***но не больше 9000*** мм.

# Сварные арматурные сетки



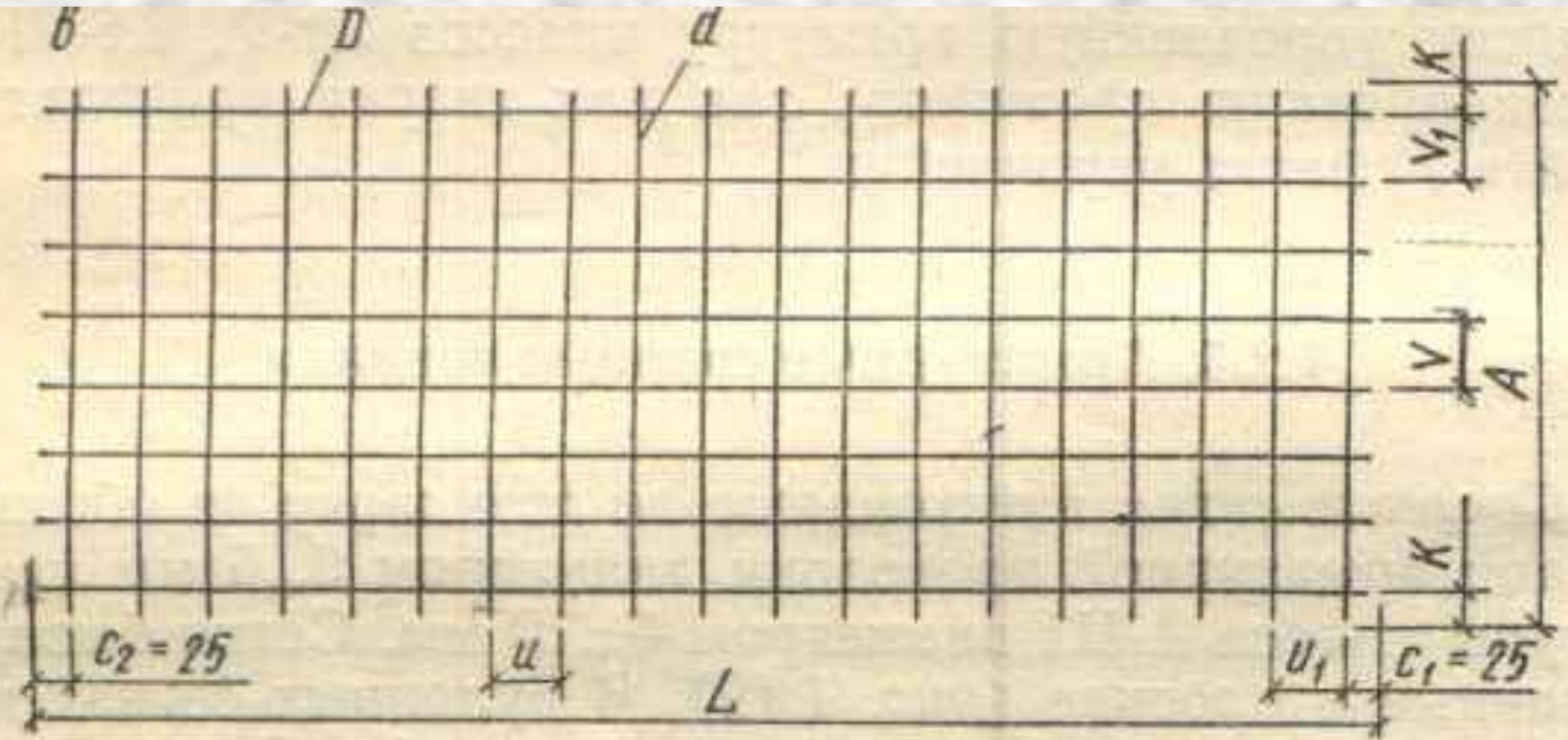
***a*** – рулонная; ***б, в, г*** – плоские с рабочей арматурой соответственно продольной, поперечной и рабочей в обоих направлениях; ***D*** – диаметр рабочих стержней; ***d*** – диаметр распределительных стержней; ***A*** – ширина сетки; ***a<sub>96</sub>*** и ***b*** – расстояния между осями рабочих и распределительных стержней

# Сварные арматурные сетки

$$\frac{D - v}{d - u} A \times \bar{L} \frac{c_1 - c_2}{k}$$

- D** – диаметр продольных стержней; **d** – диаметр поперечных стержней; **v** – шаг (расстояния между осями) продольных стержней; **u** – шаг (расстояния между осями) поперечных стержней; **A** – ширина сетки; **L** – длина сетки; **c<sub>1</sub>**, **c<sub>2</sub>** – длина свободных концов продольных стержней; **k** – длина свободных концов поперечных стержней (если **c<sub>1</sub>=c<sub>2</sub>**, приводится только значение **c<sub>1</sub>**; если **c<sub>1</sub>=c<sub>2</sub>=k**, приводится только значение **c<sub>1</sub>**; если **c<sub>1</sub>=c<sub>2</sub>=k=25мм**, значение **c<sub>1</sub>** опускается)
- В сетках возможно чередование шага основного **v** или **u** доборного **v<sub>1</sub>** или **u<sub>1</sub>** (обозначается в сортаменте знаком **x**).

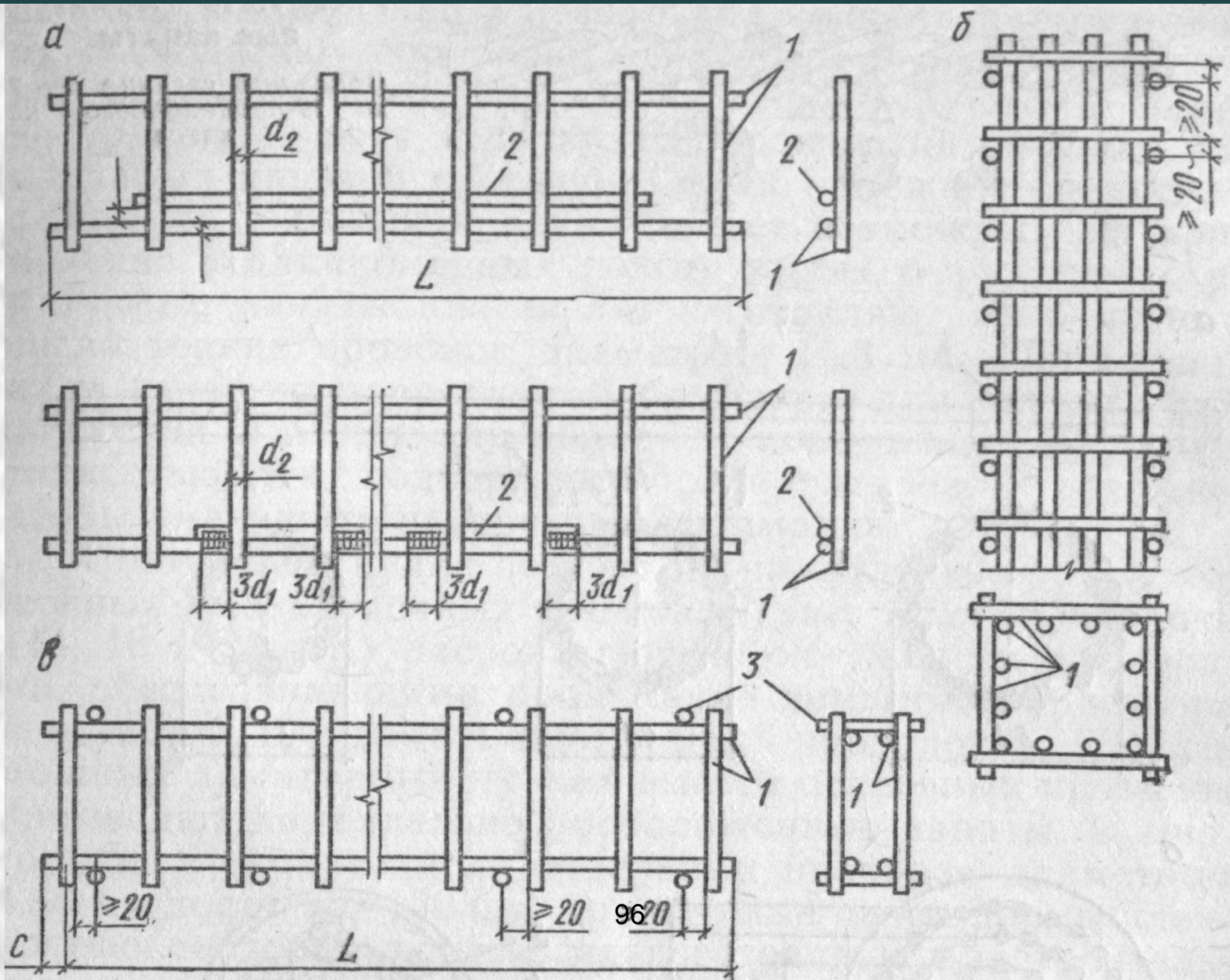






- *Плоские сварные каркасы (сетки) изготавливают из одного или двух продольных рабочих стержней и приваренных к ним поперечных стержней.*
- *Концевые выпуски продольных и поперечных стержней каркасов должны быть не менее  $0,5d_1 + d_2$  или  $0,5d_2 + d_1$  и не менее 20 мм.*
- *Пространственные каркасы конструируют из плоских каркасов, в ряде случаев применяют соединительные стержней.*

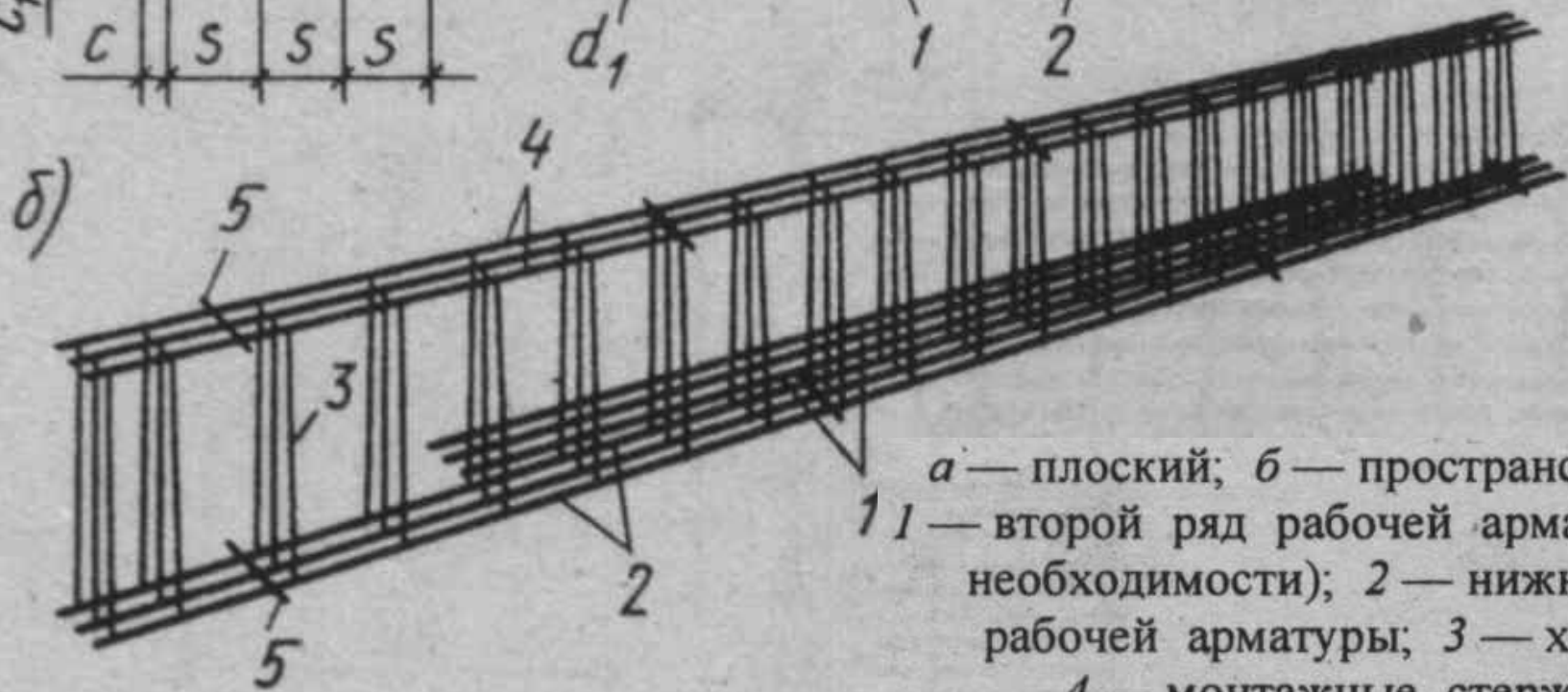
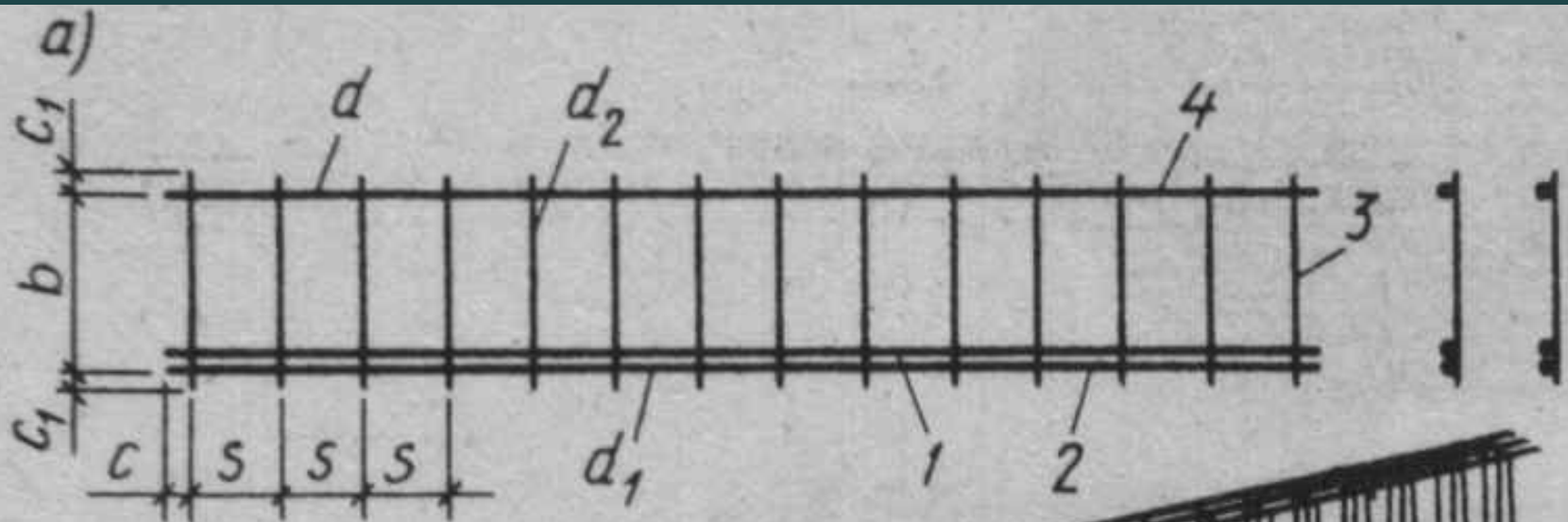
# Типы арматурных каркасов



- *Качество точечной электросварки каркасов зависит от соотношения диаметров свариваемых поперечных и продольных стержней, которое должно быть не менее  $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}$ .*
- *Наименьшее расстояние между осями свариваемых стержней также зависит от диаметров стержней.*



# Типы арматурных каркасов



*a* — плоский; *б* — пространственный;  
1 — второй ряд рабочей арматуры (при необходимости); 2 — нижний ряд рабочей арматуры; 3 — хомуты; 4 — монтажные стержни; 5 — монтажные (соединительные) стержни



# Арматурные изделия заводского изготовления

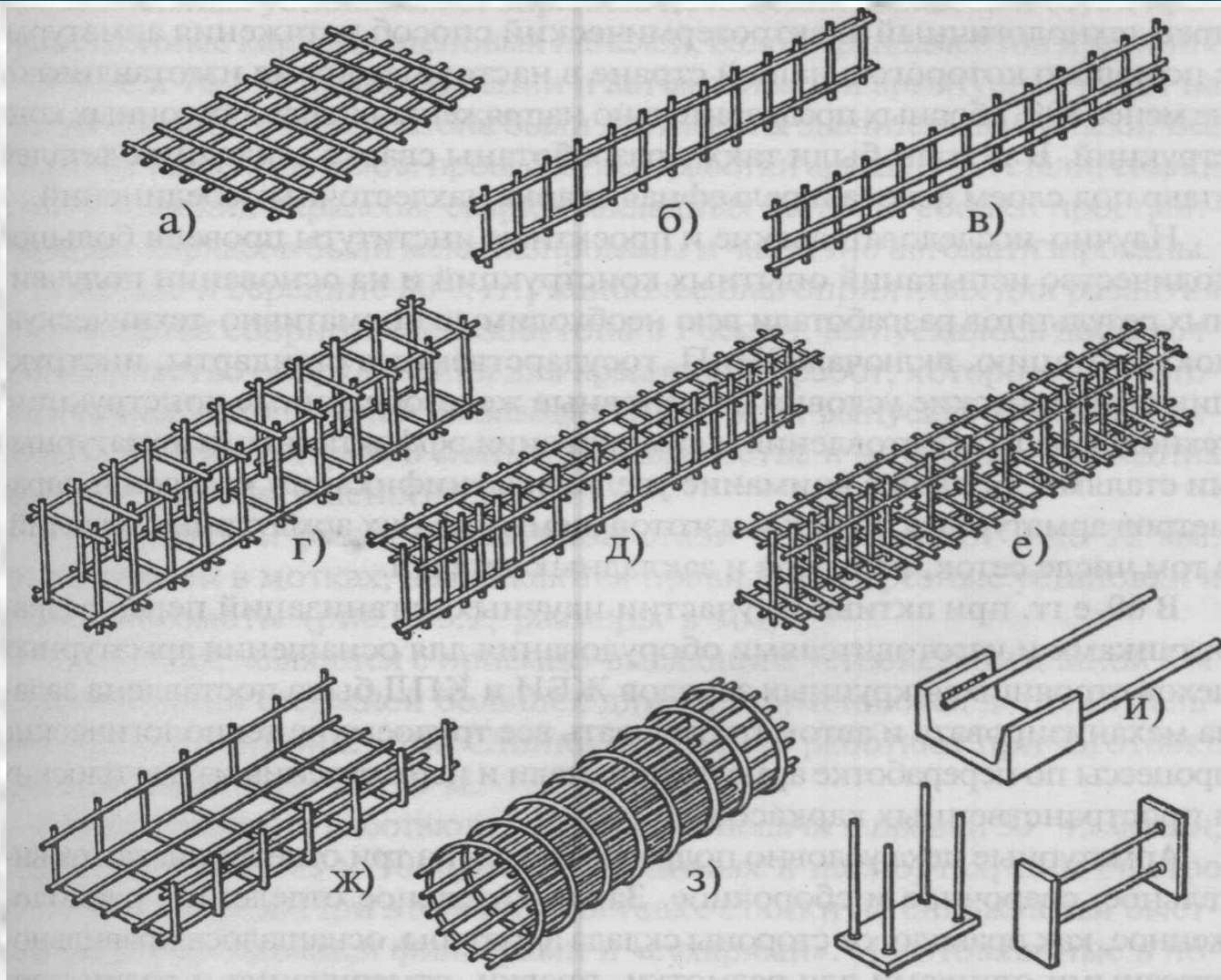


Рис. 2.5.1. Арматурные изделия заводского изготовления: а — плоская сетка; б, в — плоские каркасы; г — пространственный каркас; д — пространственный каркас таврового сечения; е — то же, двутаврового сечения; ж — гнутая сетка; з — то же, криволинейного сечения; и — закладные детали

# *Арматурные проволочные изделия*

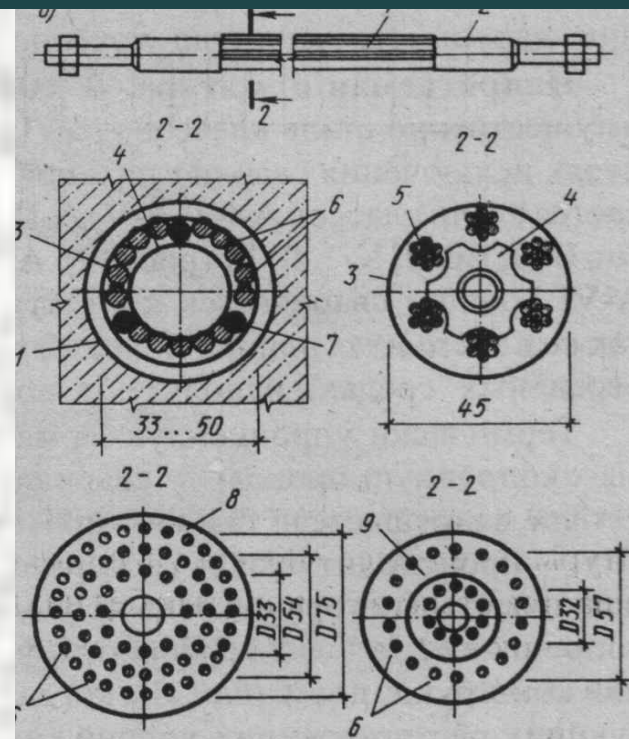
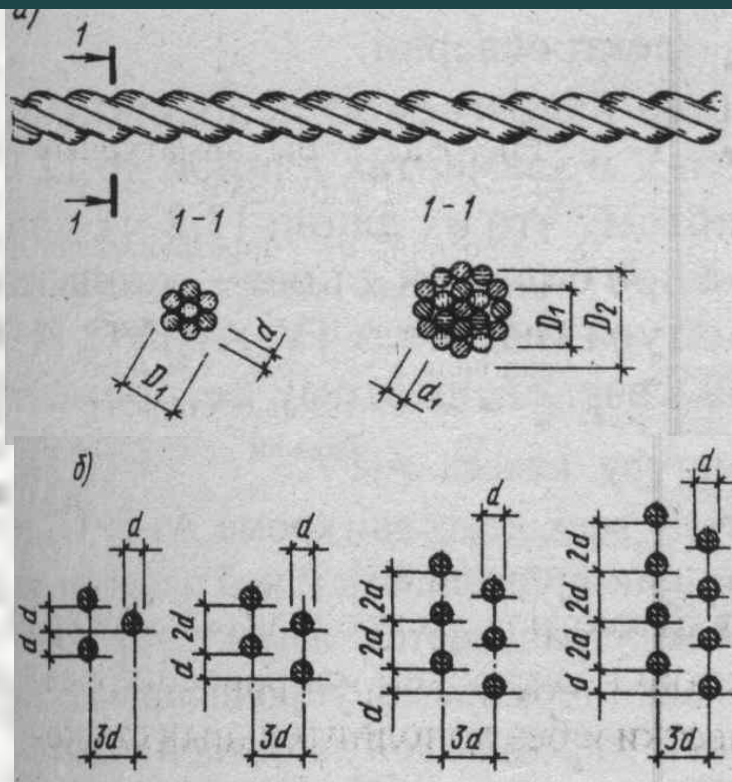
- *Канаты;*
- *Арматурные пучки*

Напрягаемую арматуру используют в виде отдельных стержней или проволок или в виде арматурных изделий – канаты и пучки.

Арматурный канат – эффективно напрягаемая арматура ***K-3, K-7, K-19*** (состоит из групп проволок, свитых таким образом, чтобы исключилось их раскручивание).

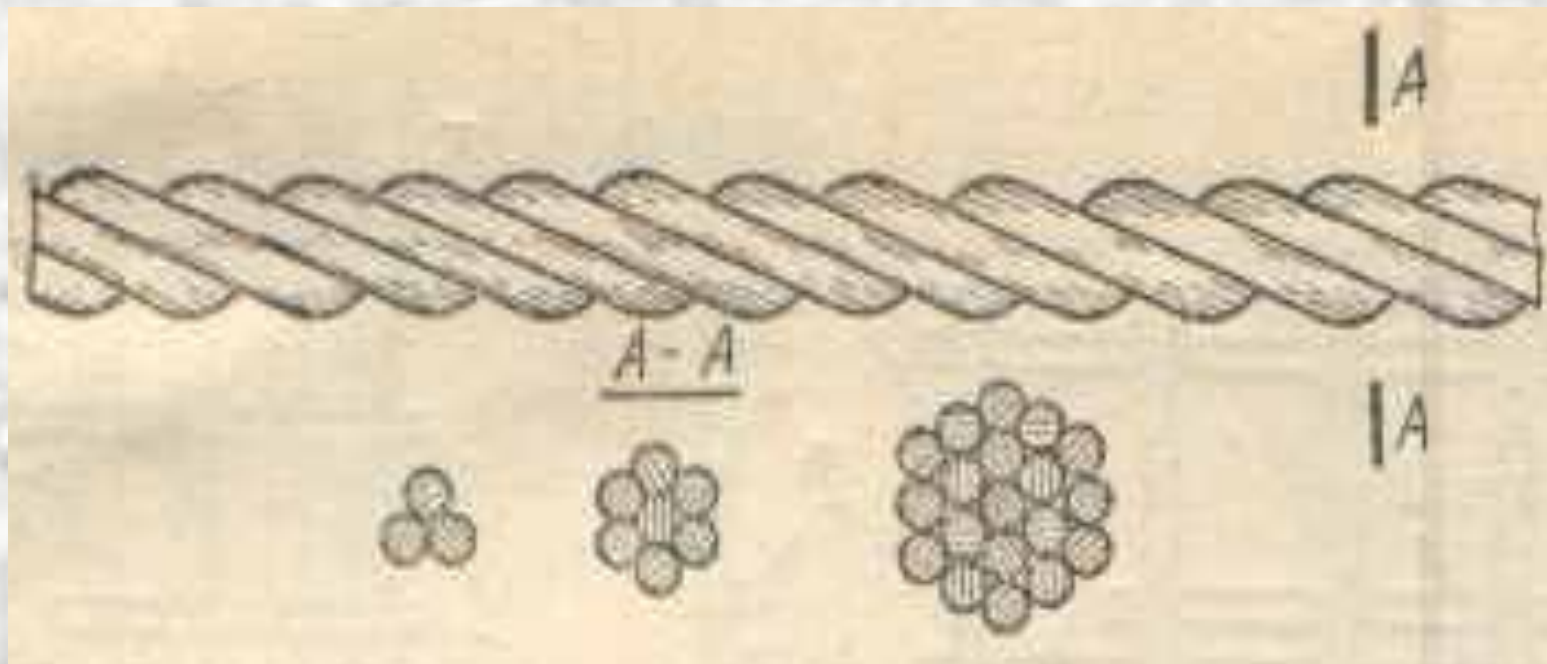


# Арматурные проволочные изделия

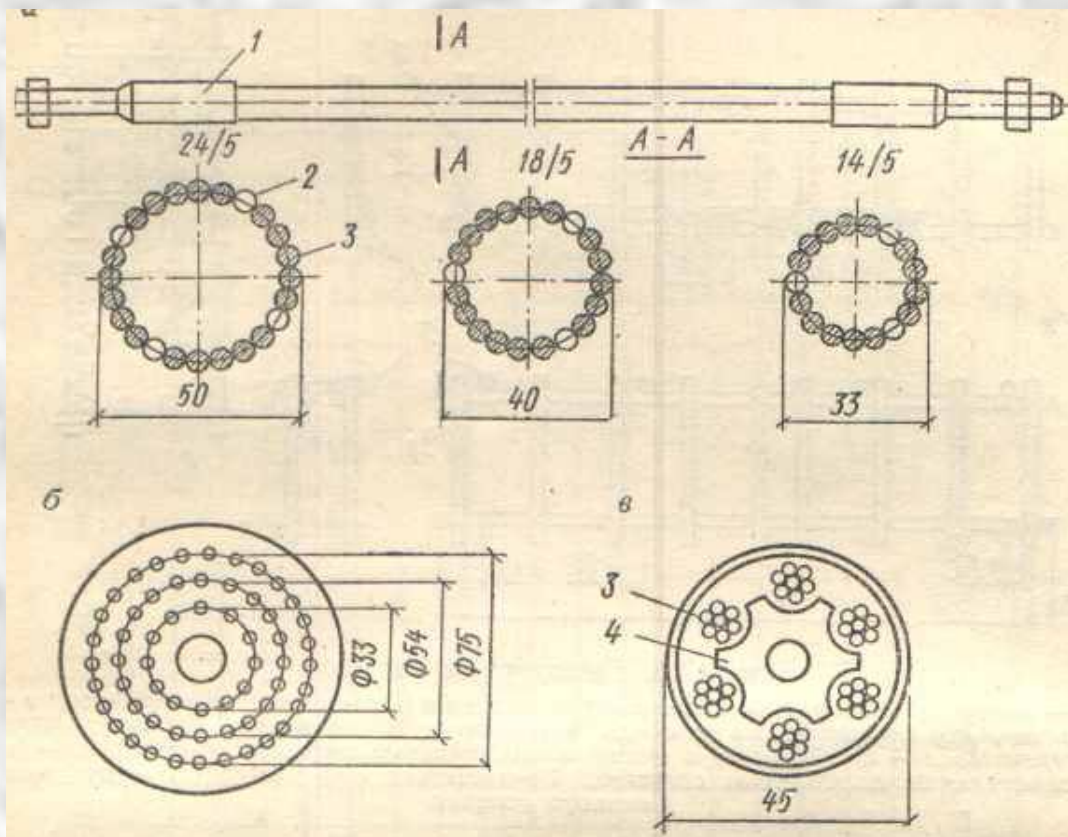


$a$  — проволочные канаты К-7 и К-19;  $б$  — пакеты из проволок класса Вр-II  $d=5$  мм УНАЭ-3...УНАЭ-8;  $в$  — однорядные (из 18 отдельных проволок и из 6 семипроволочных канатов) и многорядные (из 60 и 28 проволок) пучки из проволоки В-II  $d=5$  мм;  $1$  — трубка из кровельной стали;  $2$  — анкер;  $3$  — скрутки из мягкой проволоки  $d=3$  мм;  $4$  — отрезки спирали из сталистой проволоки  $d=2$  мм (распределительные звездочки в пучках из канатов);  $5$  — семипроволочные канаты;  $6$  — отдельно уложенные проволоки;  $7$  — коротыши  $d=18$  мм, длиной 100 мм, с шагом 1000 мм — для свободного заполнения полости пучка раствором;  $8$  — многорядный пучок;  $9$  — двухрядный пучок;  $d$  — диаметр составляющих проволок;  $D_1$  — условный диаметр первого повива;  $D_2$  — то же, второго повива

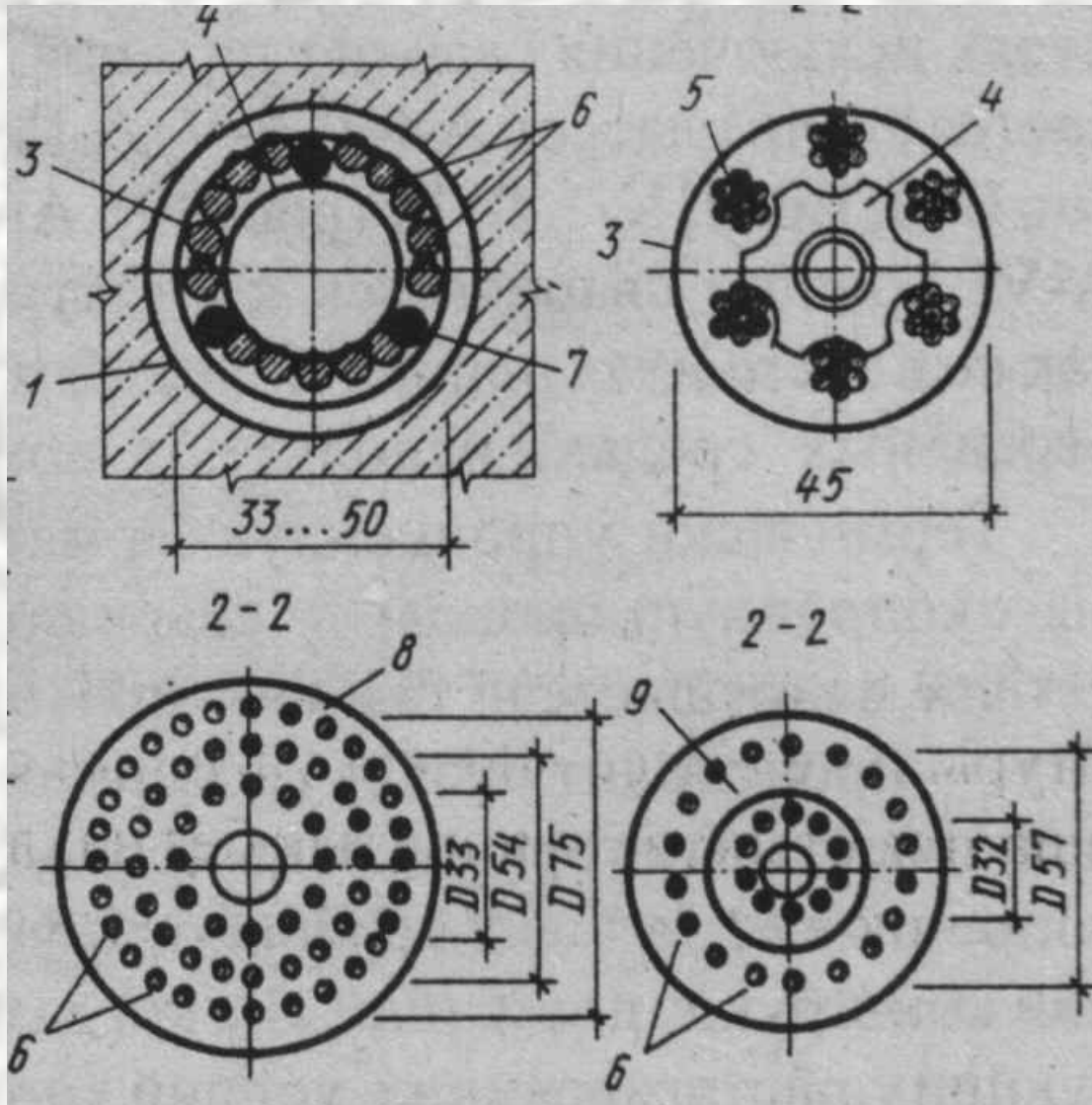




*Арматурные канаты – **K-3, K-7, K-19***



***а** – однорядные; **б** – многорядные; **в** - с применением 7-проволочных канатов; **1**- анкер; **2** – коротыши; **3** – канат; **4** – распределительная звездочка; показаны сечения 14-, 18- и 24-проволочных пучков*





- *Арматурные пучки состоят из параллельно расположенных высокопрочных проволок .*
- *Проволоки (14, 18 и 24 шт.) располагают по окружности с зазорами, обеспечивающими проникание цементного раствора внутрь пучка.*
- *В более мощных арматурных пучках вместо отдельных проволок применяют параллельно расположенные канаты.*



- *В многорядных пучках число отдельных проволок  $d$  4...5 мм достигает 100 шт.*
- *Арматурные пучки изготавливают на предприятиях стройиндустрии или на строительных площадках.*

# *Соединение арматуры*

## *Сварные стыки арматуры*

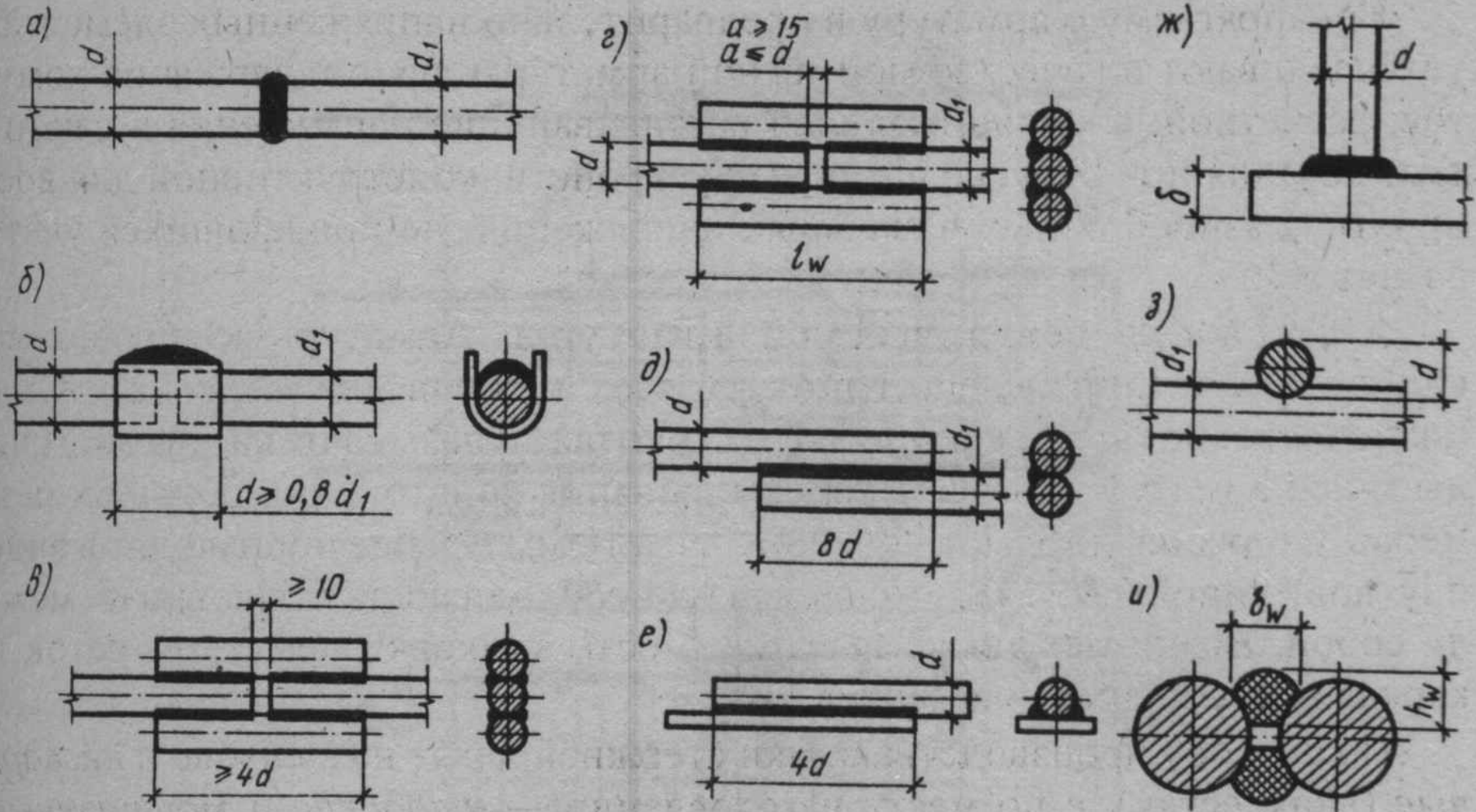
- Основной вид соединения арматуры – сварка встык.*
- В заводских условиях: контактная сварка*

*$\frac{d_1}{d} \geq 0,85$  а наименьший диаметр  $d_1=10$  мм.*

- При использовании специальной технологии*

*сварки*  $\frac{d_1}{d_2} = 0,5$

# Сварные стыки ненапрягаемой арматуры



а — контактный; б — ваннный в инвентарной форме; в — двусторонний шов с накладками; г — односторонний шов с накладками; д — нахлесточный стык при соединении двух стержней; е — то же, при соединении стержня с пластиной; ж — тавровый стык при соединении стержня перпендикулярно пластине; з — контактно-точечный стык при соединении пересекающихся стержней сеток и каркасов; и — сварные фланговые швы



## Сварные стыки ненапрягаемой арматуры

- На монтаже: А-I, А-II, А-III, АТ-III – дуговую ванную сварку (рис. 1.23, б).
- Если  $d$  соединяемых стержней  $d < 20$  мм, то применяют дуговую сварку стержней с накладками (4 фланговых шва  $l = 4d$ ) (рис. 1.23, в) или два шва с одной стороны удлиненные накладки (рис. 1.23, г).
- Размеры сварного шва:  $4 \text{ мм} \leq h = 0,25d$   
 $10 \text{ мм} \leq b = 0,5d$  (рис. 1.23, д).



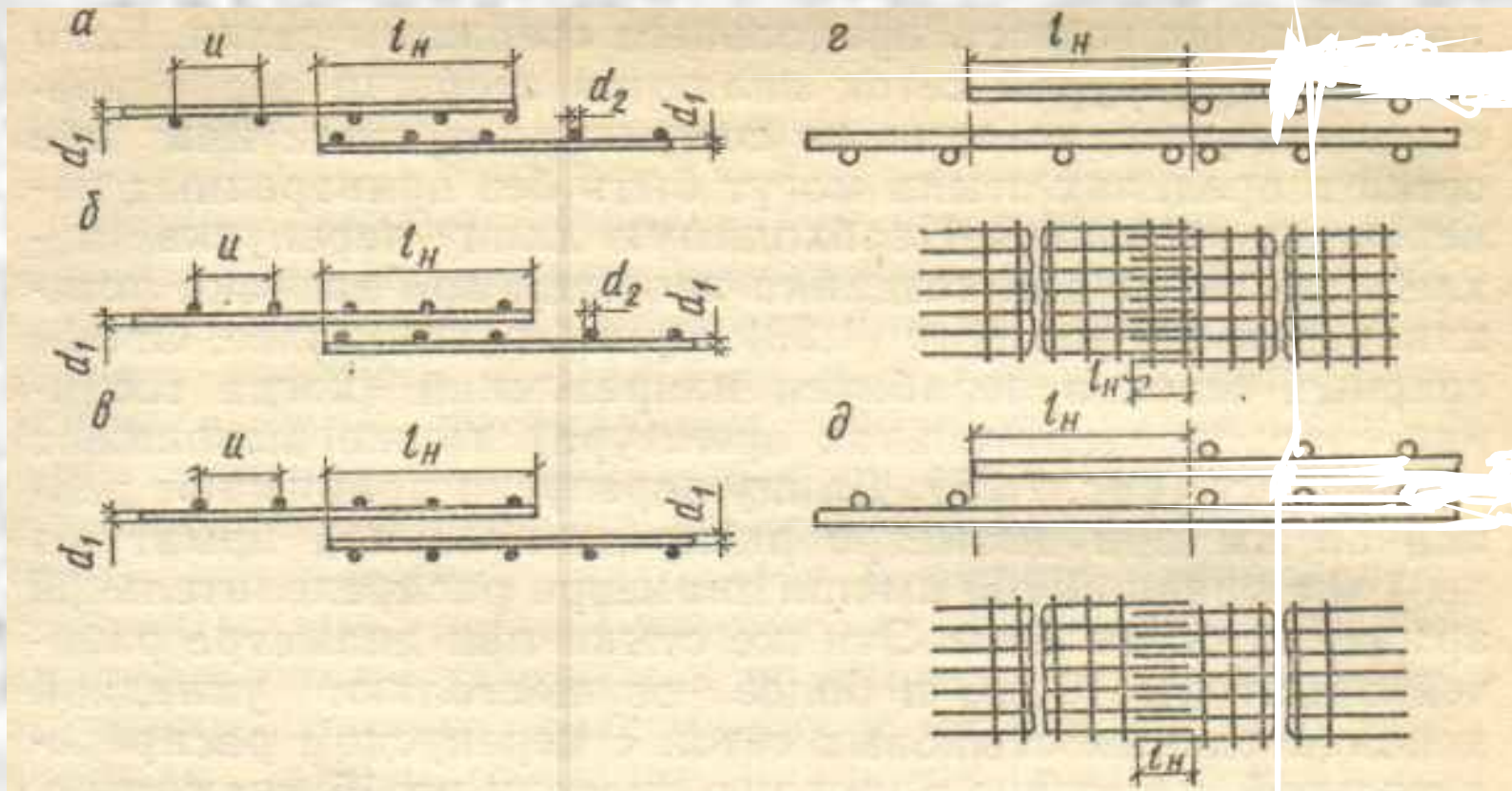
## Сварные стыки ненапрягаемой арматуры

- Соединение стержней втавр с пластиной толщиной  $\delta = 0,75d$  выполняют автоматической дуговой сваркой под флюсом (рис. 1.23, е).
- Соединение внахлестку арматурных стержней  $d = 8... 40\text{мм}$  с пластиной или с плоскими элементами проката выполняют дуговой сваркой фланговыми швами (рис. 1.23, ж).

## *Стыки арматуры в нахлестку без сварки*

- Допускается соединять арматуру классов А240(А-I), А300(А-II), А400(А-III) внахлестку без сварки с перепуском концов стержней на 20...50 диаметров в тех местах железобетонных конструкциях, где прочности арматуры используются не полностью (применять не рекомендуется из за излишнего расхода арматуры).*
- Внахлестку выполняется стыки сварных сеток в рабочем (рис. 1.24) и нерабочем (рис. 1.25) направлениях.*

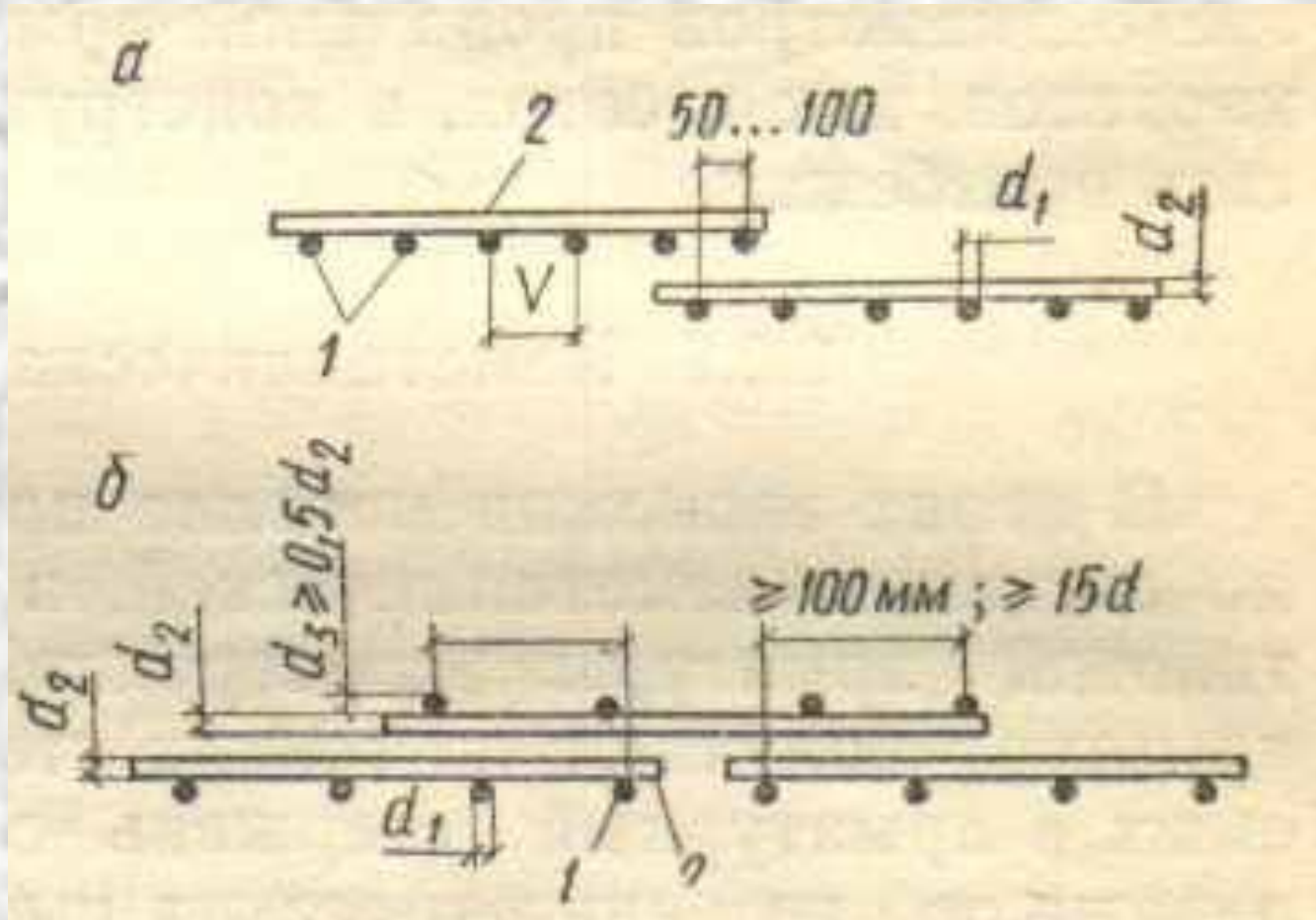
# Стыки сварных сеток в направлении рабочей арматуры



**а** - при гладких стержнях (поперечная арматура расположена в одной плоскости);  
**б, в** - то же, поперечные стержни расположены в разных плоскостях; **г** - при стержнях периодического профиля (поперечные стержни в пределах стыка отсутствуют в одном стыкуемом элементе); **д** - то же, в пределах стыка поперечные стержни отсутствуют;  
**u** - шаг поперечных стержней; **l<sub>н</sub>** - длина перепуска сеток; **d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>** - диаметры рабочей и поперечной арматуры



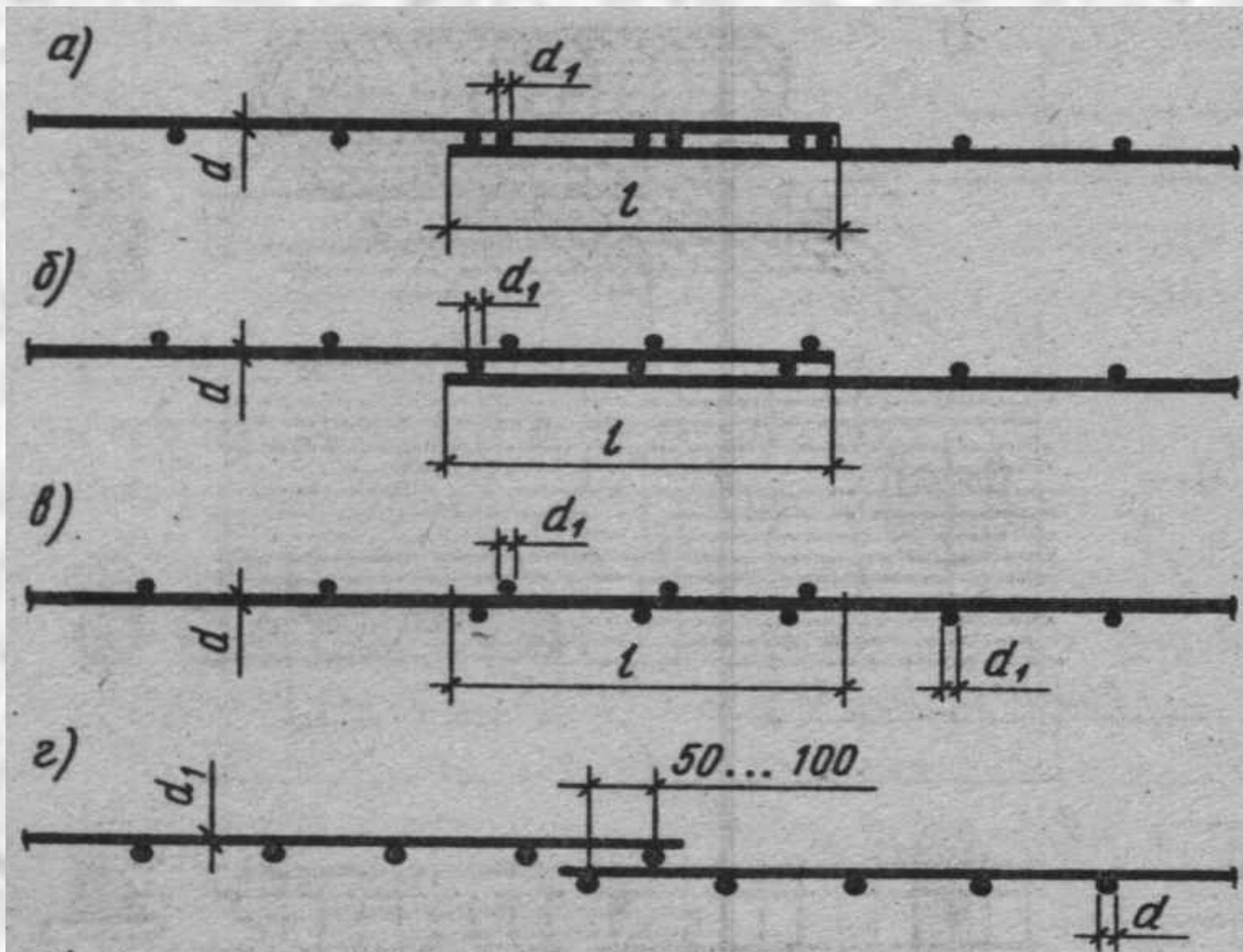
# Стыки сварных сеток в направлении нерабочей (распределительной) арматуры



*а* – внахлестку; *б* – с дополнительными стыковыми сетками;  
*1* – рабочие стержни; *2* – распределительные стержни

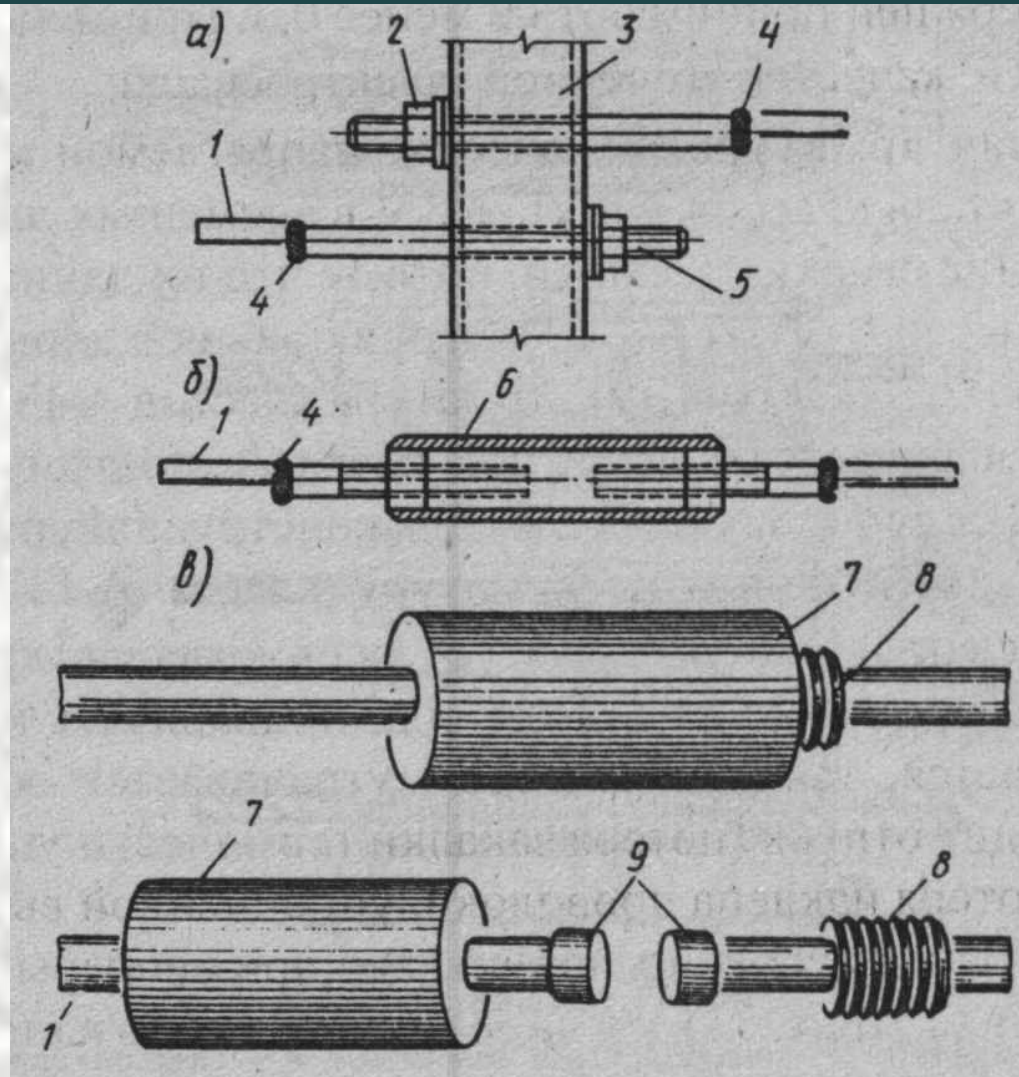


# Стыки плоских сеток внахлестку



*a, б* — рабочие стержни расположены в разных плоскостях; *в* — то же, в одной плоскости; *г* — нахлестка распределительных стержней:  $d$  — впритык с наложением дополнительной стыковой сетки

# Стыки напрягаемой арматуры



1 – напрягаемая арматура; 2 – натяжная гайка; 3 – стальная стойка из швеллера; 4 – контактная электросварка; 5 – нарезной конец; 6 – натяжная муфта; 7 – втулка; 8 – нарезная пробка; 9 – анкерные головки



# Стыки напрягаемой арматуры

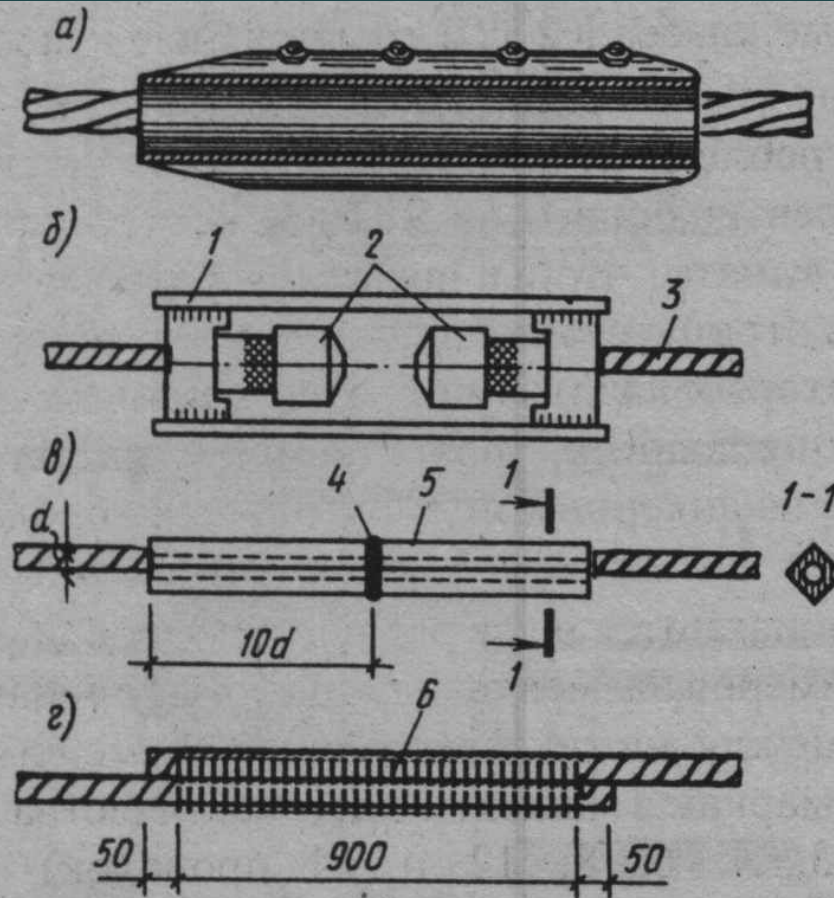


Рис. 41. Стыки канатов:

*а* — опрессованные муфтой; *б* — инвентарными зажимами; *в* — сваркой опрессованных гильз;  
*г* — внахлестку с обмоткой вязальной проволокой; *1* — рамка; *2* — зажимы типа НИИЖБ;  
*3* — канат; *4* — шов стыковой сварки; *5* — опрессованная гильза; *б* — вязальная проволока

## Неметаллическая арматура

- *Стеклопластиковая арматура (получают из таких стекловолокон, объединяемых с помощью связующих пластиков из синтетических смол).*
- *Прочность на разрыв до **1800 МПа**, но невысокий модуль упругости  **$E = 45000$  МПа**, имеет хорошее сцепление с бетоном.*

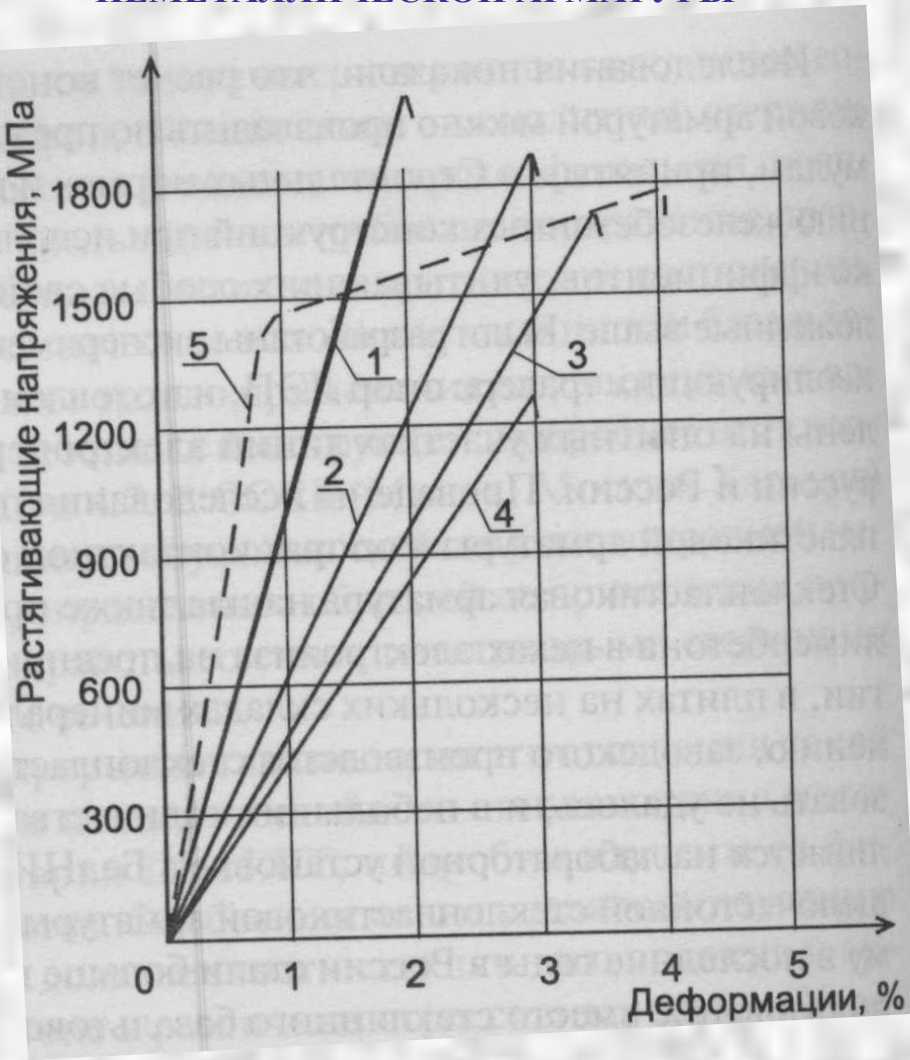


# Неметаллическая арматура

- Рекомендуется использование в качестве преднапряженной.
- Недостаток: склонность к разрушению от щелочных реакций и старение. Широкого применения не имеет.

# Неметаллическая арматура

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ



Стеклопластиковая арматура (получают из стекловолокон, объединяемых с помощью связующих пластиков из синтетических смол).

Прочность на разрыв до 1800 МПа, но невысокий модуль упругости  $E=45000$  МПа, имеет хорошее сцепление с бетоном. Рекомендуется использовать в качестве преднапряженной.

**Недостаток:** склонность к разрушению от щелочных реакций и старение. Широкого применения не имеет.

1- углепластиковая арматуры; 2 – арамидопластиковая арматура; 3 – стеклопластиковая арматура; 4 – базальтопластиковая арматура; 5 – семипроволочный стальной канат диаметром 15 мм