

Лекция 3

**Арматура  
и  
арматурные изделия**

# Арматура

**Арматура** - гибкие или жесткие **стальные стержни**, размещенные в массе бетона, в соответствии с эпюрами изгибающих моментов, поперечными или продольными силами, действующими на конструкцию в стадии ее эксплуатации

**Назначение** арматуры - **воспринимать растягивающие усилия** (при изгибе, внецентренном сжатии, центральном и внецентренном растяжении), а также усадочные и температурные напряжения в элементах конструкций.

**Также**, арматуру применяют **для усиления бетона сжатой зоны изгибаемых элементов**, однако она **высокоэффективна для армирования колонн с малыми (случайными) эксцентриситетами** (центрально-сжатые колонны).

# Арматура

В результате сцепления арматуры с бетоном в период твердения бетонной массы **конструкция работает под нагрузкой как одно монолитное тело.**

Необходимое **количество арматуры** определяют **расчетом элементов конструкций на нагрузки и воздействия.**

**Рабочая арматура** – это арматура, устанавливаемая по расчету

**Монтажная арматура** – арматура, устанавливаемая по конструктивным и технологическим соображениям

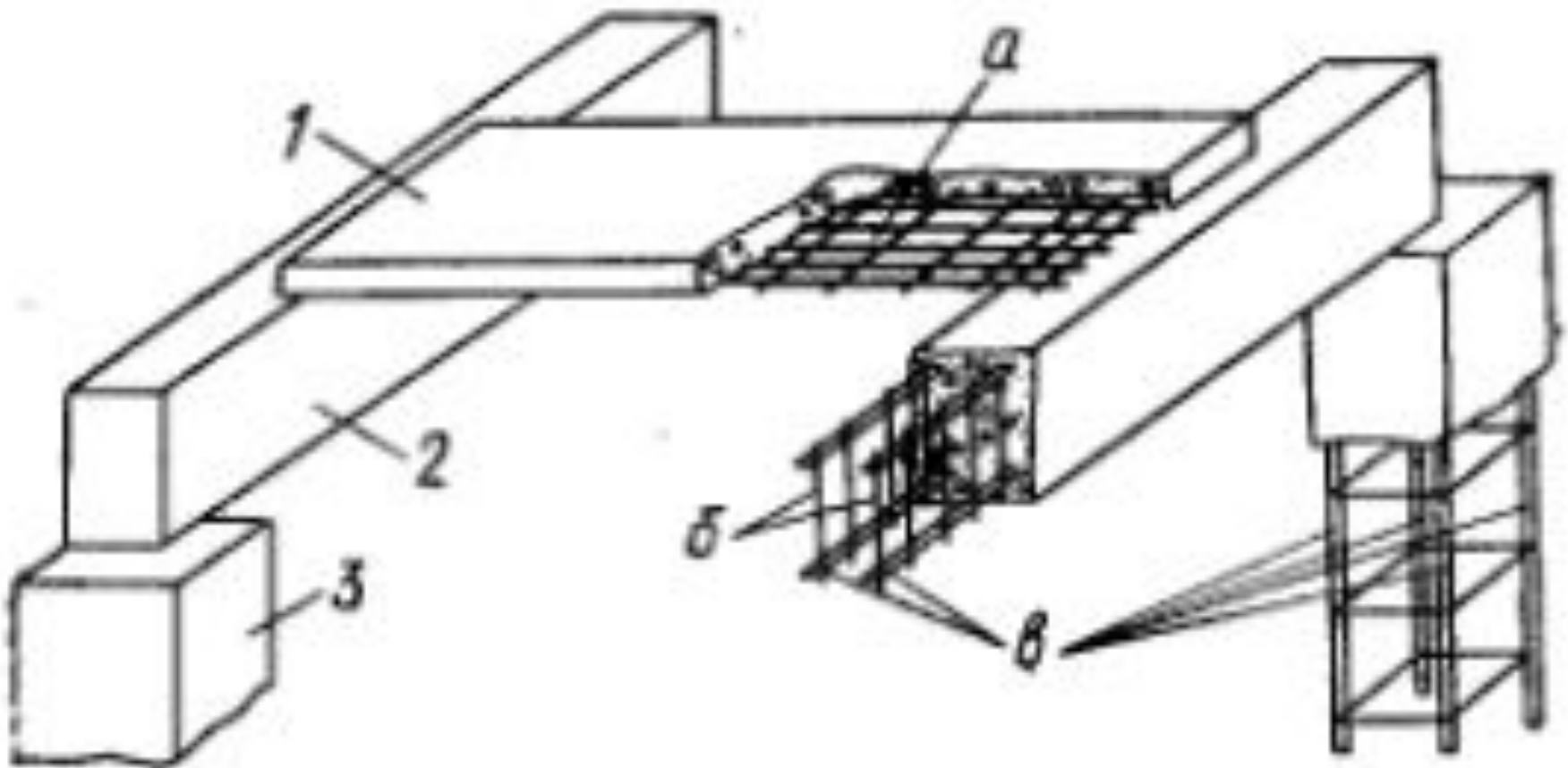
**Монтажная арматура** обеспечивает проектное положение рабочей арматуры в конструкции и более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры. Кроме того, монтажная арматура может воспринимать обычно не учитываемые расчетом усилия от усадки бетона, изменения температуры конструкции и т. п.

**Рабочую и монтажную арматуру объединяют в арматурные изделия — сварные и вязаные сетки и каркасы**

Их размещают в железобетонных элементах в соответствии с характером их работы под нагрузкой.

## Железобетонные элементы и их арматура

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

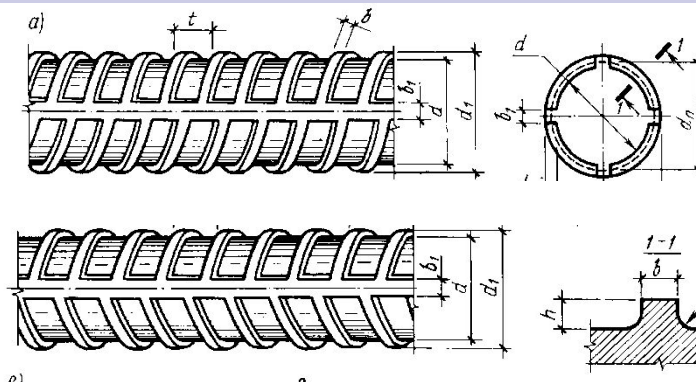


# Виды арматуры

Арматуру разделяют по четырем признакам

1) в зависимости от технологии изготовления:

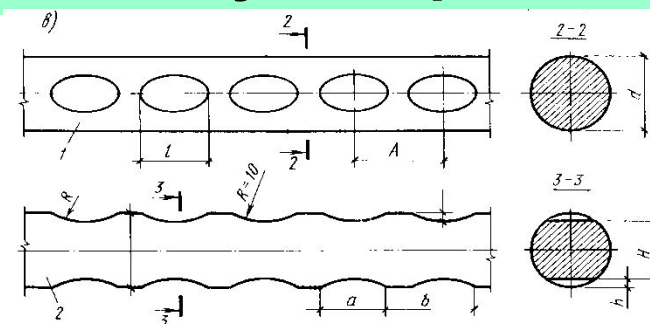
- горячекатаная стержневая от **A-I** до **A-VI**; Под стержневой в данной классификации подразумевается арматура любого диаметра и независимо от того, как она поставляется промышленностью



**A-II**

**A-III...A-VI**

холоднотянутая проволочная **B-I, B-II, Bp-I, Bp-II**



**Bp-I, Bp-II**

## 2) В зависимости от способа последующего упрочнения горячекатаная арматура:

- термически упрочненная –

подвергнутая термической обработке:

***Ат-III - Ат-VI; Ат-IIIСК - Ат-IVСК***

(***С*** – свариваемость, ***К*** – коррозиостойкая);

- упрочненная в холодном состоянии

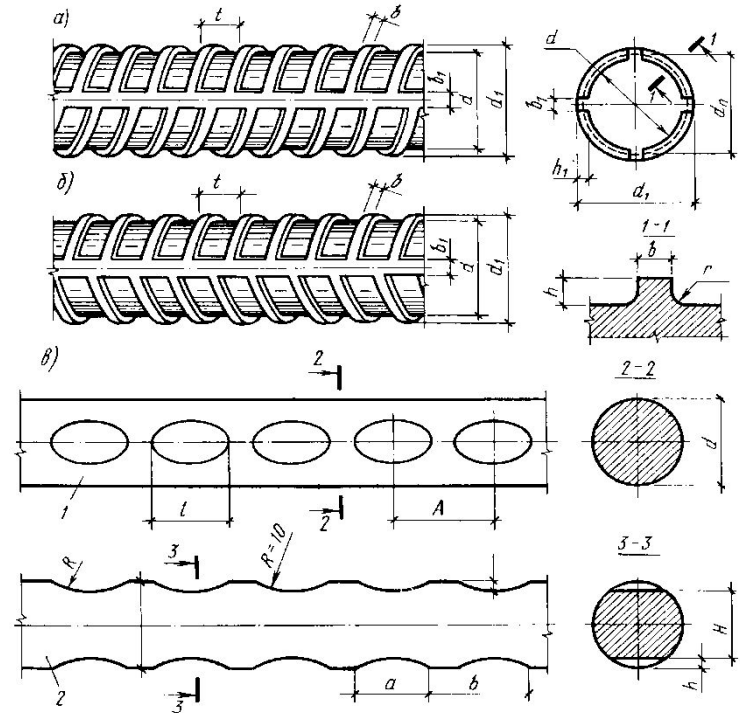
— вытяжкой, волочением : ***А-IIв, А-IIIв***



### 3) по форме поверхности:

- гладкого профиля: **A-I, B-II;**

- периодического профиля: **Ac-II - A-VI**  
(с - возможность применения в условиях низких температур)



*a* - стержневая класса A-II; *б* - то же, A-III и A-IV; *в* -высокопрочная проволока

#### 4) по способу применения при армировании железобетонных элементов:

- **напрягаемая арматура, подвергаемая предварительному натяжению**
- **ненапрягаемая**

**Жесткая арматура** в виде прокатных двутавров, швеллеров, уголков до отвердения бетона работает как металлическая конструкция на нагрузку от собственного веса, веса подвешиваемой к ней опалубки и свежееуложенной бетонной смеси.

Она может быть целесообразной для монолитных большепролетных перекрытий, сильно загруженных колонн нижних этажей многоэтажных зданий и др.

## Механические свойства арматурных сталей

Характеристики прочности и деформаций арматурных сталей устанавливают по диаграмме  $\sigma - \varepsilon$ , получаемой из испытания образцов на растяжение .

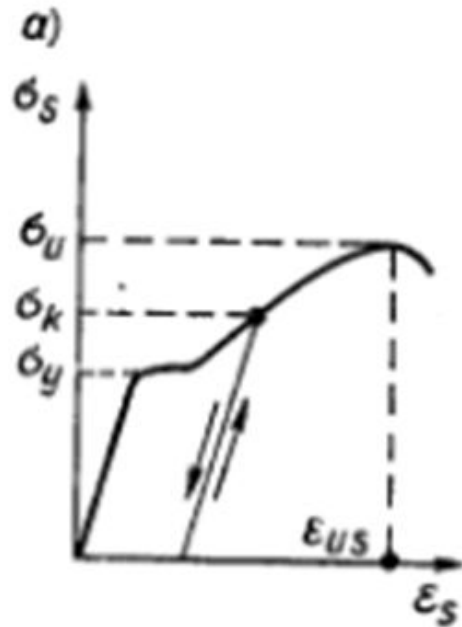


Диаграмма  $\sigma_s - \varepsilon_s$ , при растяжении арматурной стали

a - с площадкой текучести (мягкой);

Горячекатаная арматурная сталь с площадкой текучести на диаграмме (мягкая сталь) обладает значительным удлинением после разрыва - до 25% (рис. a).

Напряжение, при котором деформации развиваются без заметного увеличения нагрузки, называется **физическим пределом текучести арматурной стали**  $\sigma_y$ ,

Напряжение, непосредственно предшествующее разрыву, носит название **временного сопротивления арматурной стали**  $\sigma_u$ .

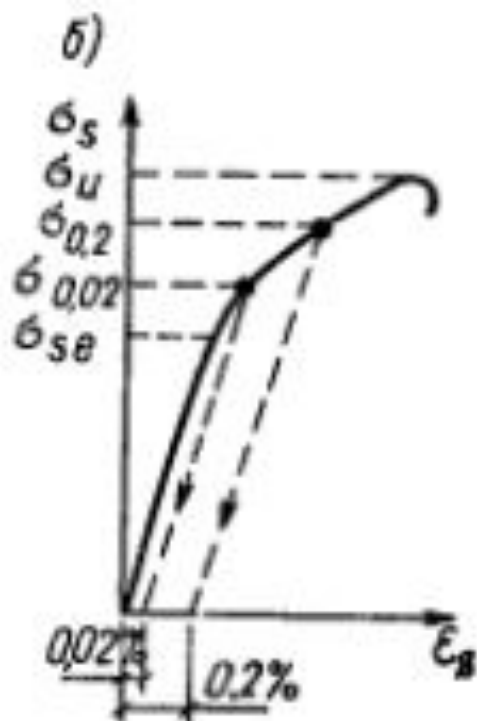


Диаграмма  $\sigma_s - \epsilon_s$  при растяжении  
арматурной стали

б - с условным пределом текучести

Высоколегированные и термически упрочненные арматурные стали переходят в пластическую область постепенно — без ярко выраженной площадки текучести (рис. б).

Для этих сталей устанавливают **условный предел текучести** - напряжение  $\sigma_{0,2}$ , при котором остаточные деформации составляют  $0,2\%$ , а также **условный предел упругости** — напряжение  $\sigma_{0,02}$ , при котором остаточные деформации равны  $0,02\%$  и **предел упругости**  $\sigma_{se} = 0,8\sigma_{0,2}$

## Механические свойства арматурных сталей

**Физический предел текучести**  $\sigma_y = 230...400$  МПа имеет арматура классов А-I, А-II, А-III, **условный предел текучести**  $\sigma_{0.2} = 600...1000$  МПа имеет высоколегированная арматура классов А-IV, А-V, А-VI и термически упрочненная арматура.

Для обыкновенной арматурной проволоки  $\sigma_u = 550$  МПа, для высокопрочной проволоки  $\sigma_u = 1300...1900$  МПа.

## Пластические свойства арматурных сталей

Имеют большое значение для работы железобетонных конструкций под нагрузкой, механизации арматурных работ, удобства натяжения напрягаемой арматуры и др.

Арматурная сталь обладает достаточной пластичностью, однако **понижение ее пластических свойств может стать причиной хрупкого (внезапного) разрыва арматуры** в конструкциях под нагрузкой, хрупкого излома напрягаемой арматуры в местах резкого перегиба или при закреплении в захватах и т. п.

Они характеризуются **относительным удлинением при испытании на разрыв образцов длиной, равной пяти диаметрам стержня, или 100 мм**, а также оцениваются испытанием на загиб в холодном состоянии вокруг оправки толщиной 3—5 диаметров стержня

## Пластические свойства арматурных сталей

**Полное относительное удлинение после разрыва**  $\delta_{, \%}$ , устанавливается по изменению первоначальной длины образца, включающей длину шейки разрыва, а **относительное равномерное удлинение после разрыва**  $\delta_{p, \%}$  — по изменению длины образца на участке, не включающем длину шейки разрыва.

**Относительное удлинение** после разрыва зависит от класса арматуры. Значительным удлинением обладает арматура классов *A-II*, *A-III* ( $\delta=14\dots19\%$ ), сравнительно небольшим удлинением - арматура классов *A-IV*, *A-V*, *A-VI*, термически упрочненная всех классов и проволоки ( $\delta=4\dots8\%$ ).



## Свойства арматурных сталей

**Свариваемость** арматурных сталей характеризуется надежным соединением, отсутствием трещин и других пороков металла в швах и прилегающих зонах. Свариваемость имеет существенно важное значение для механизированного изготовления сварных сеток и каркасов, выполнения стыков стержневой арматуры, анкеров, различных закладных деталей и т. п.

**Хорошо свариваются –**

***горячекатаные малоуглеродистые и низколегированные арматурные стали.***

**Нельзя сваривать -**

***арматурные стали, упрочненные термической обработкой или вытяжкой,***

так как при сварке утрачивается эффект упрочнения — происходят отпуск и потеря закалки термически упрочненных сталей, отжиг и потеря наклепа проволоки, упрочненной вытяжкой.

## Свойства арматурных сталей

**Хладноломкость** - склонность к хрупкому разрушению под напряжением при отрицательных температурах (ниже минус 30°С). Обладают горячекатаные арматурные стали периодического профиля некоторых видов — из полуспокойной мартеновской и конвертерной стали и др.

Арматурные стали из высокопрочной проволоки и термически упрочненные обладают более низким порогом хладноломкости.

## Свойства арматурных сталей

**Реологические свойства** арматурной стали характеризуются ползучестью и релаксацией.

**Ползучесть** арматурной стали нарастает с повышением напряжений и ростом температуры.

**Релаксация**, или уменьшение напряжений, наблюдается в арматурных стержнях при неизменной длине - отсутствии деформаций. Релаксация зависит от механических свойств и химического состава арматурной стали, технологии изготовления и условий применения и др. Значительной релаксацией обладают упрочненная вытяжкой проволока, термически упрочненная арматура, а также высоколегированная стержневая арматура. Релаксация горячекатаных низколегированных арматурных сталей незначительна.

Наиболее интенсивно релаксация развивается в течение первых часов, однако она может продолжаться длительное время. Релаксация арматурной стали оказывает большое влияние на работу предварительно напряженных конструкций, так как приводит к частичной потере искусственно созданного предварительного напряжения.

## Свойства арматурных стале́й

**Усталостное разрушение** арматурной стали наблюдается при действии многократно повторяющейся нагрузки, оно носит хрупкий характер.

**Предел выносливости** арматурной стали в железобетонных конструкциях зависит от числа повторений нагрузки  $n$ , характеристики цикла  $\rho = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$ , качества сцепления и наличия трещин в бетоне растянутой зоны и др.

С увеличением числа циклов предел выносливости уменьшается. Термически упрочненные арматурные стали имеют пониженный предел выносливости.

## Свойства арматурных сталей

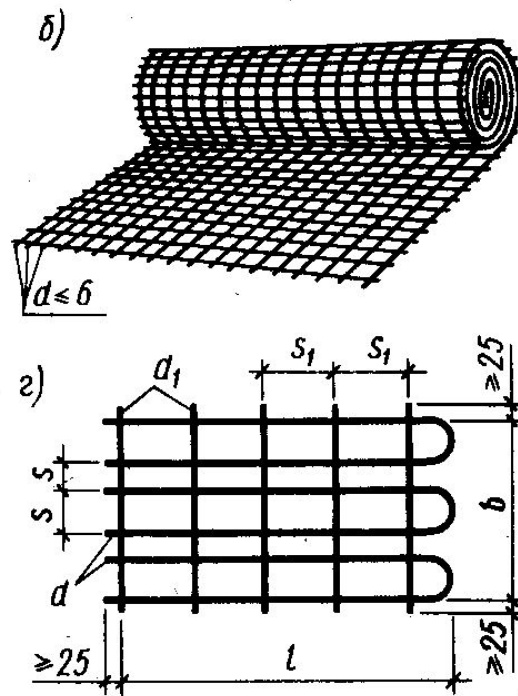
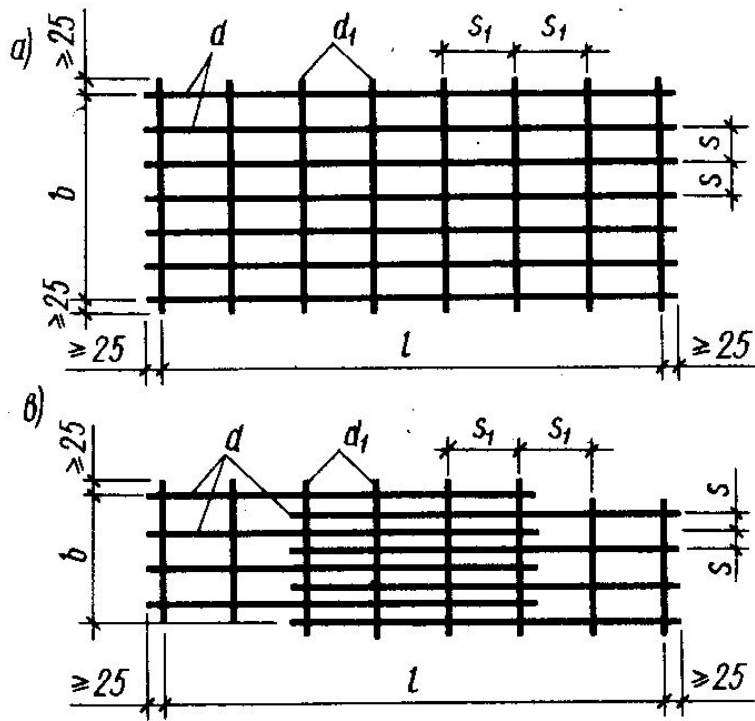
**Динамическая прочность** арматурной стали наблюдается при нагрузках большой интенсивности, действующих на сооружение за весьма короткий промежуток времени. В условиях высокой скорости деформирования арматурные стали работают упруго при напряжениях, превышающих физический предел текучести, при этом происходит запаздывание пластических деформаций. Превышение динамического предела текучести над статическим пределом текучести связано с временем запаздывания.

В меньшей степени динамическое упрочнение проявляется на условном пределе текучести  $\sigma_{0,2}$  сталей легированных и термически упрочненных (не имеющих явно выраженной площадки текучести) и практически совсем не отражается на пределе прочности  $\sigma_u$  всех видов арматурных сталей, в том числе высокопрочной проволоки и изделий из нее.

# Арматурные изделия

Ненапрягаемую арматуру железобетонных конструкций изготавливают на заводах, как правило в виде арматурных сварных изделий — **сварных сеток и каркасов**.

## СЕТКИ



## СЕТКИ

Сварные сетки изготавливают по стандарту из обыкновенной арматурной проволоки диаметром 3-5 мм и арматуры класса А-III диаметром 6-10 мм; они бывают **рулонные** и **плоские**.

**В рулонных сетках** наибольший диаметр продольных стержней 7 мм. **Рабочей арматурой** могут служить продольные или поперечные стержни сетки; стержни, расположенные перпендикулярно рабочим, являются **распределительными (монтажными)**.

Ширина сетки ограничивается размером 3800мм длина сетки принимается по проекту, но не более 9000мм длина рулонной сетки ограничивается массой рулона 900-1300 кг

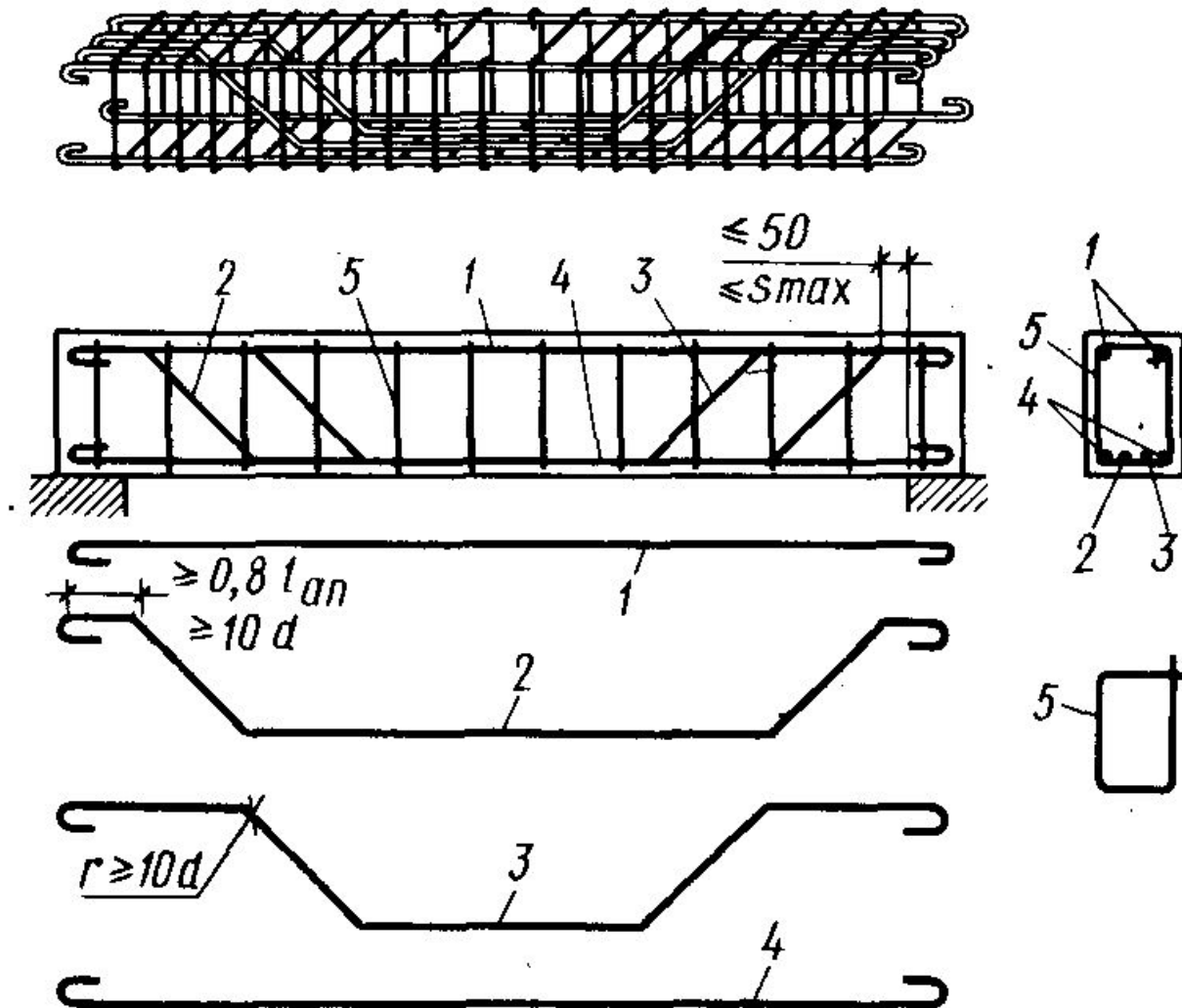
# КАРКАСЫ

**Каркасы изготавливают из одного или двух продольных рабочих стержней, монтажного стержня и присоединенных к ним поперечных стержней.**



## Армирование балки вязанным каркасом.

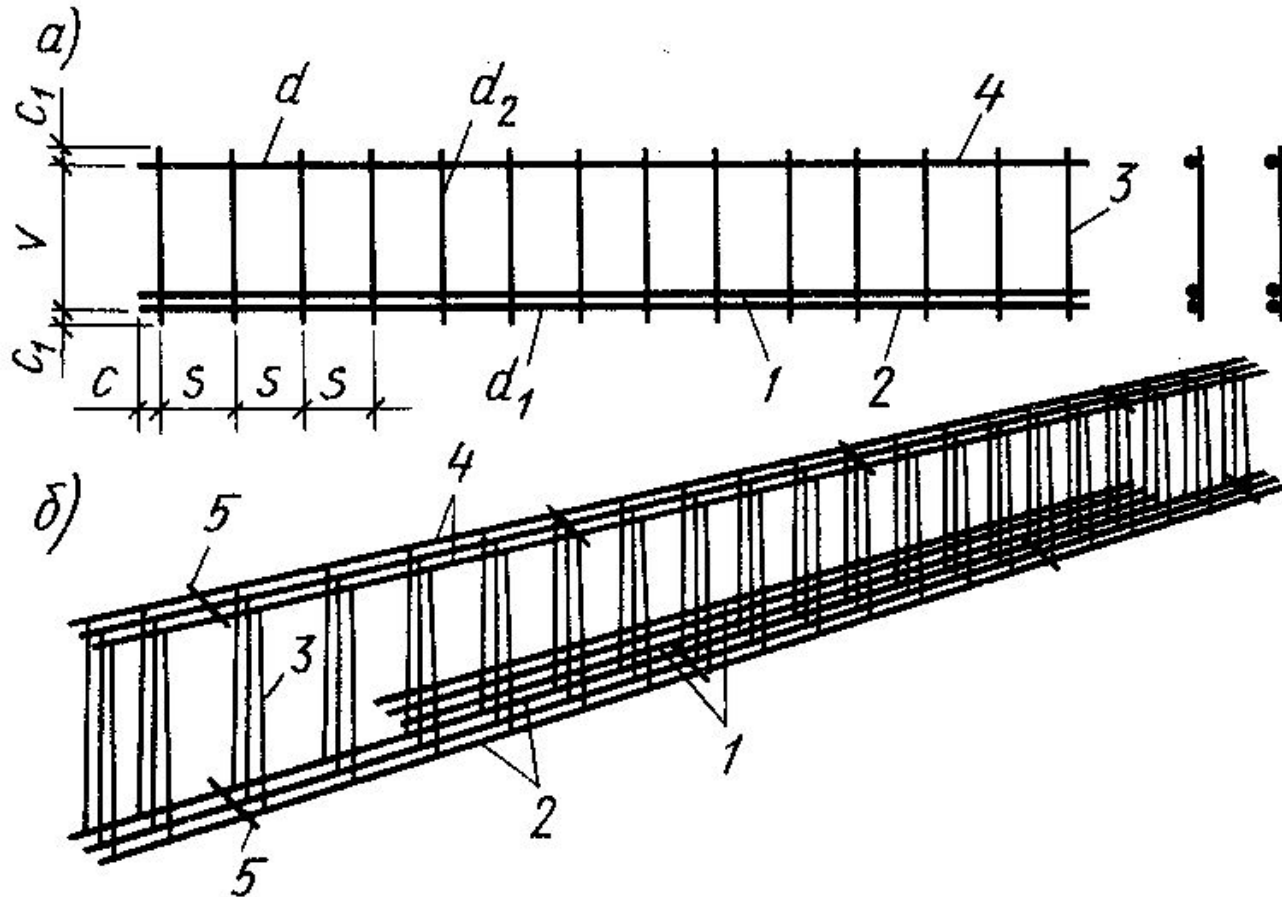
1- монтажная арматура; 2...4- рабочая арматура; 5- хомуты



## Каркасы

*a*- плоский; *б*- пространственный.

1- рабочая арматура второго ряда; 2- рабочая арматура нижнего ряда;  
3- хомуты; 4- монтажная арматура; 5- распределительная монтажная арматура



# КАРКАСЫ

При назначении диаметров продольных и поперечных стержней необходимо учитывать **условия технологии сварки во избежание пережога** более тонких стержней:

Диаметры продольных стержней, мм	3...10	12...16	18...20	22	25...32	36...40
Наименьшие диаметры поперечных стержней, мм	3	4	5	6	8	.10

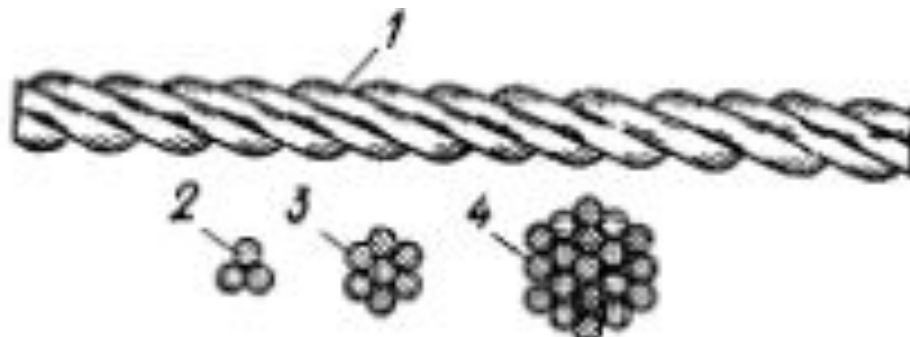
# Арматурные изделия

## АРМАТУРНЫЕ КАНАТЫ И ПУЧКИ.

Армирование конструкции отдельными высокопрочными проволоками (вследствие их большого числа) **трудоемко** и часто приводит к **излишнему развитию сечений элементов.**

В связи с этим проволоку укрупняют в **канаты и пучки.**

## АРМАТУРНЫЕ КАНАТЫ



**Канаты** обычно изготавливают из **3, 7** или **19 проволок** одного диаметра (обозначение К-3, К-7 или К-19), навивая на центральную прямолинейную проволоку остальные в один или несколько слоев. Диаметр проволок канатов от 2 до 5 мм.

Применяют их в качестве напрягаемой арматуры для крупных сооружений. Они обладают повышенной деформативностью; чтобы уменьшить неупругие деформации их подвергают предварительной обтяжке.

## АРМАТУРНЫЕ ПУЧКИ

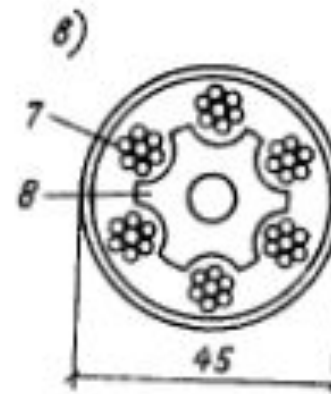
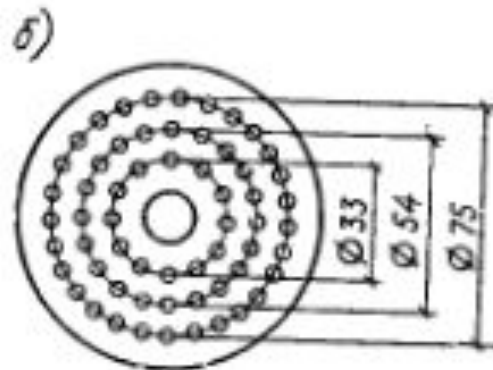
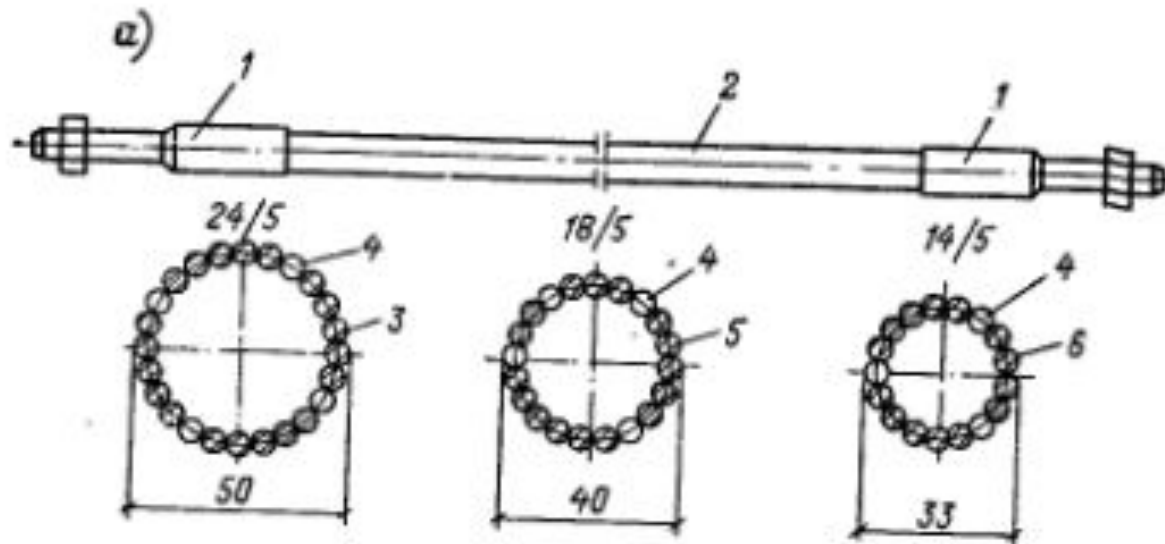
**Арматурные пучки состоят из параллельно расположенных высокопрочных проволок.**

Проволоки (14, 18 и 24 шт.) располагают по окружности с зазорами, обеспечивающими проникание цементного раствора внутри пучка, и обматывают мягкой проволокой.

В более мощных арматурных пучках вместо отдельных проволок применяют параллельно расположенные канаты. В многорядных пучках число отдельных проволок диаметром 4-5 мм достигает 100 шт. Арматурные пучки промышленностью не поставляются, их изготавливают на строительных площадках или на предприятиях строительной индустрии.

## Арматурные пучки

*a* — однорядные; *b* — многорядные; *в* - с применением 7-проволочных канатов;  
 1-анкер; 2-вид сбоку; 3, 5, 6 - сечения 14-, 18- и 24-проволочных пучков;  
 4-коротыш; 7-канат; 8-распределительная звездочка



## Соединения арматуры

### Сварные стыковые соединения арматуры:

а — контактная электросварка встык;

б — дуговая ванная сварка в инвентарной форме;

в — дуговая сварка с накладками с четырьмя фланговыми швами;

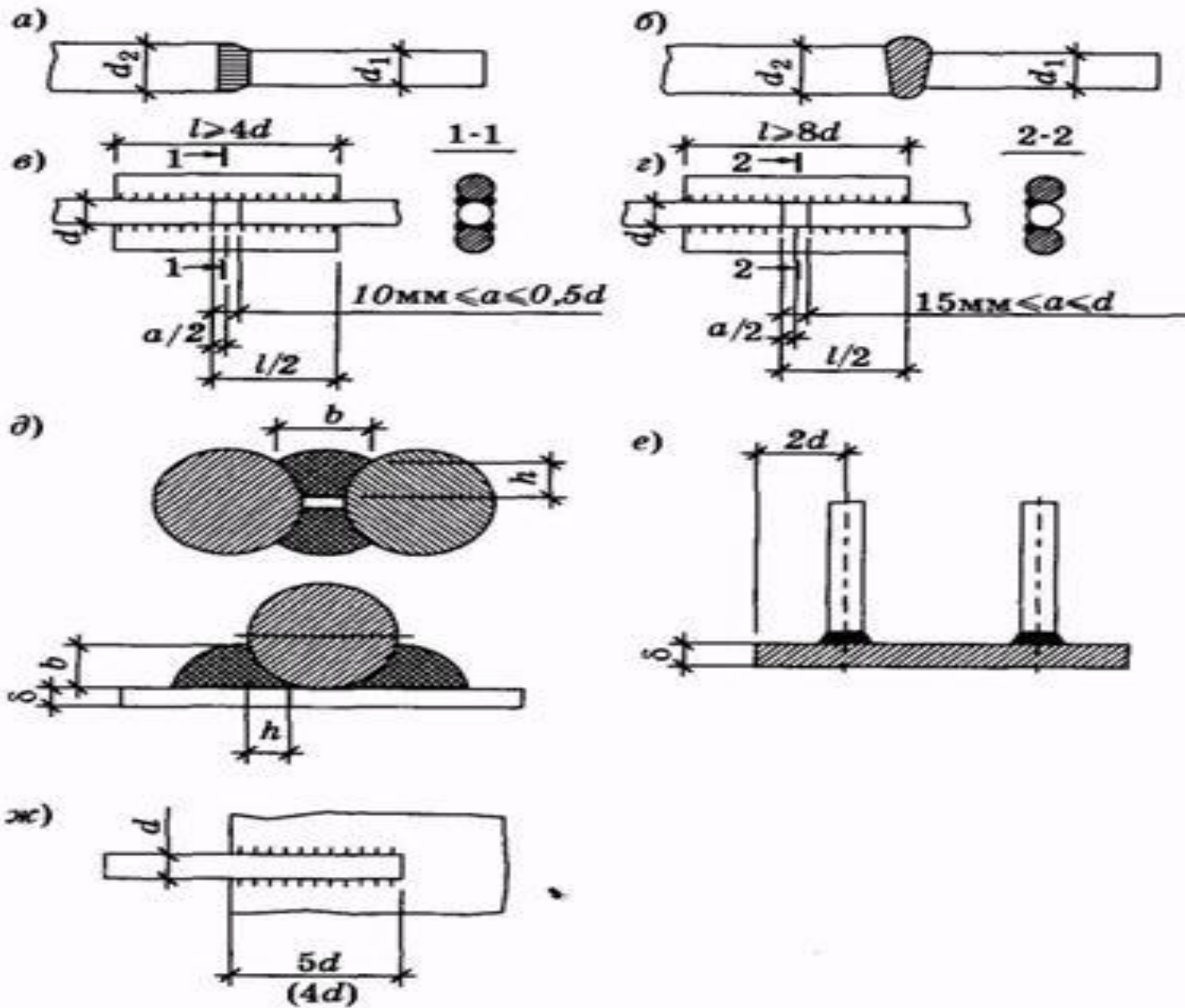
г — то же, с двумя фланговыми швами;

д — размеры сварного шва;

е — сварное соединение в тавр стержней с пластиной;

ж — сварное соединение внахлестку стержня с пластиной





# Соединения арматуры

Стык рабочих стержней **внахлестку** без сварки применяют при  $d \leq 36$  мм (рис. а) в тех местах, где прочность арматуры используется не полностью.

Стыки внахлестку **не допускаются в растянутых элементах.**

В местах стыка обязательно устанавливают дополнительные хомуты. Во всех случаях стыки следует делать вразбежку по длине элемента.

