

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

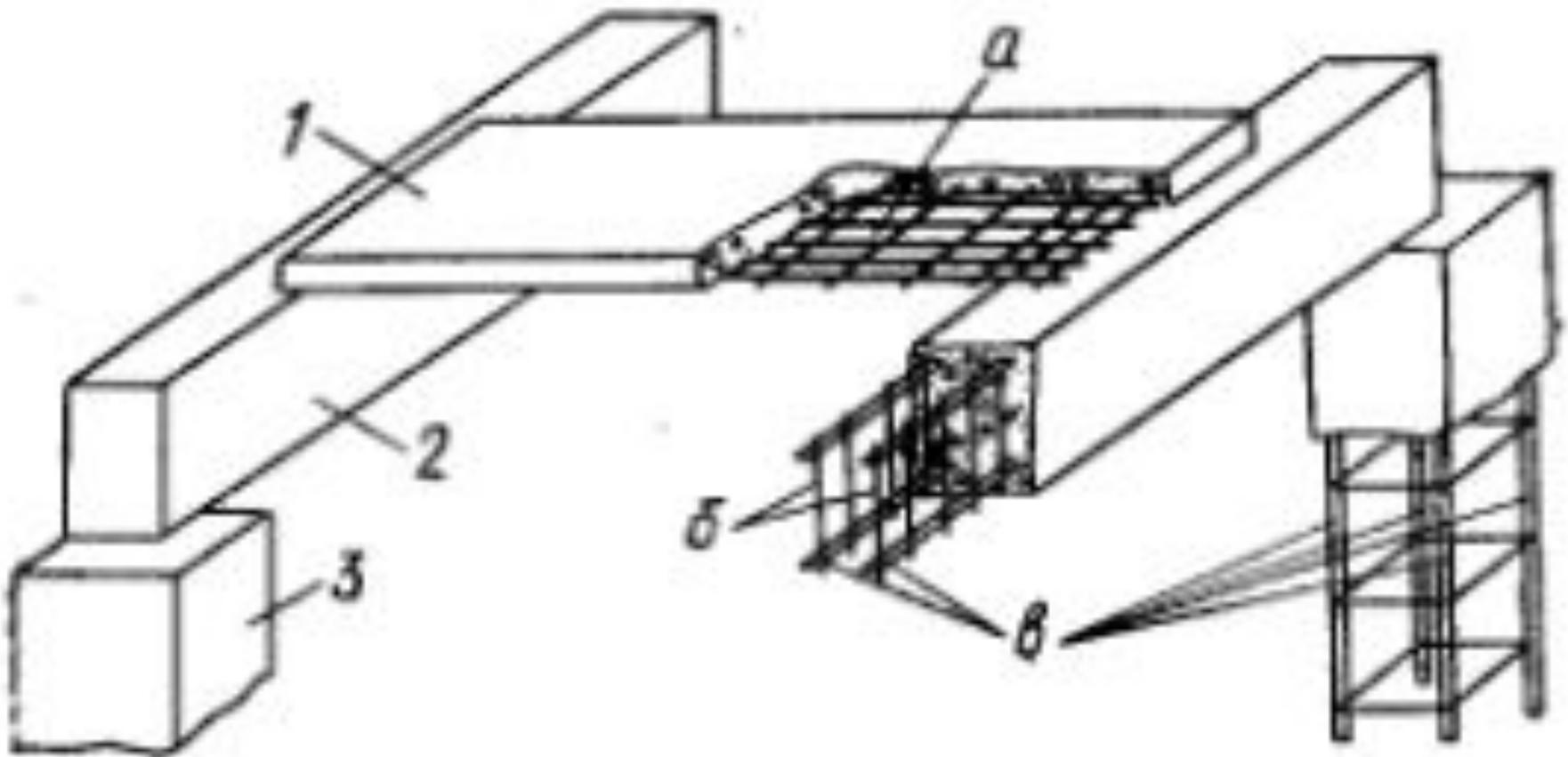
Монтажная арматура обеспечивает проектное положение рабочей арматуры в конструкции и более равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями рабочей арматуры. Кроме того, монтажная арматура может воспринимать обычно не учитываемые расчетом усилия от усадки бетона, изменения температуры конструкции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

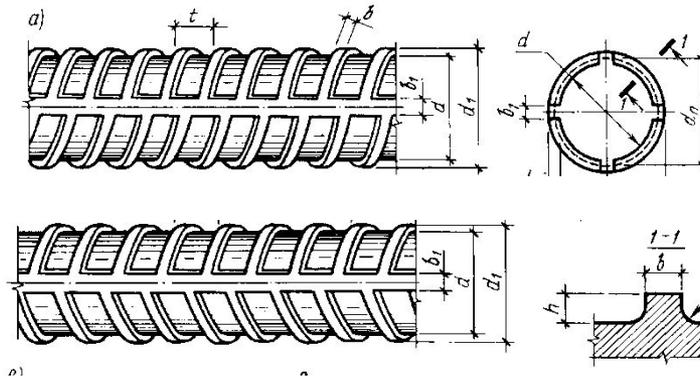


Виды арматуры

Арматуру разделяют по четырем признакам

1) в зависимости от технологии изготовления:

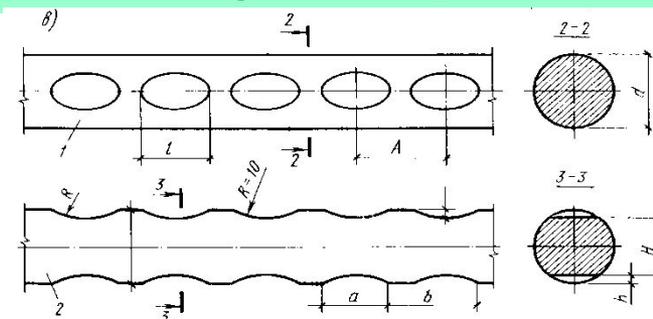
- горячекатаная стержневая от **A-I** до **A-VI**; Под стержневой в данной классификации подразумевается арматура любого диаметра и независимо от того, как она поставляется промышленностью



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);

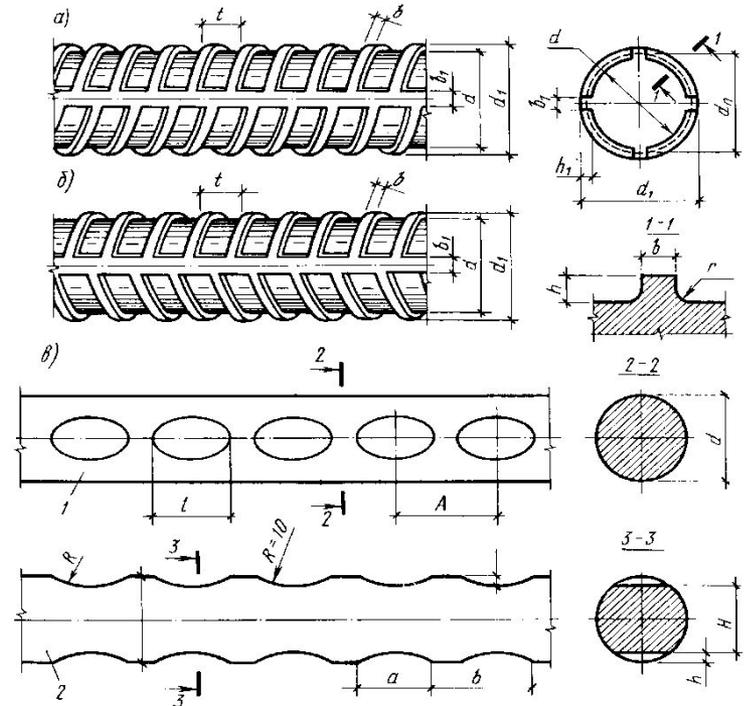
- упрочненная в холодном состоянии

— 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 $\sigma - \epsilon$, получаемой из испытания образцов на растяжение .

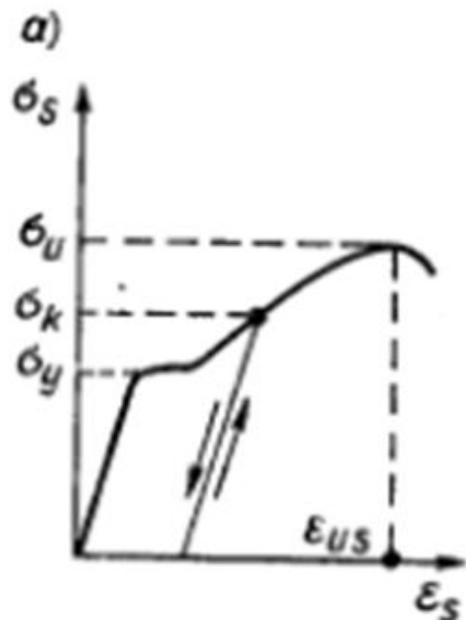


Диаграмма $\sigma_s - \epsilon_s$, при растяжении арматурной стали

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** σ_y ,

Напряжение, непосредственно предшествующее разрыву, носит название **временного сопротивления арматурной стали** σ_u .

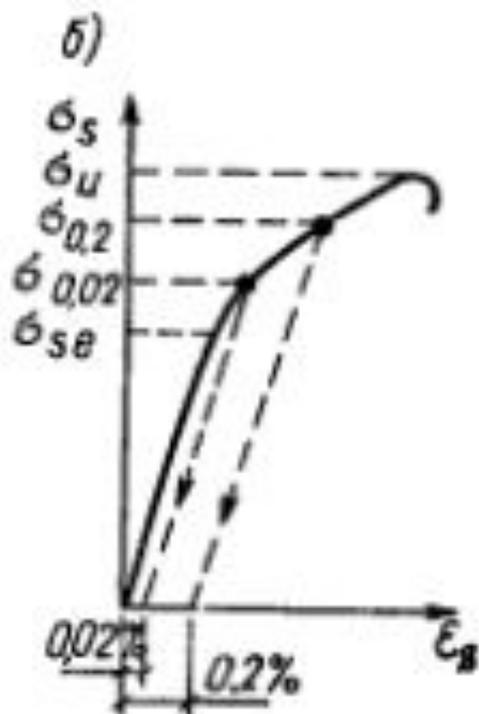


Диаграмма $\sigma_s - \varepsilon_s$ при растяжении
арматурной стали

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 сталей

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

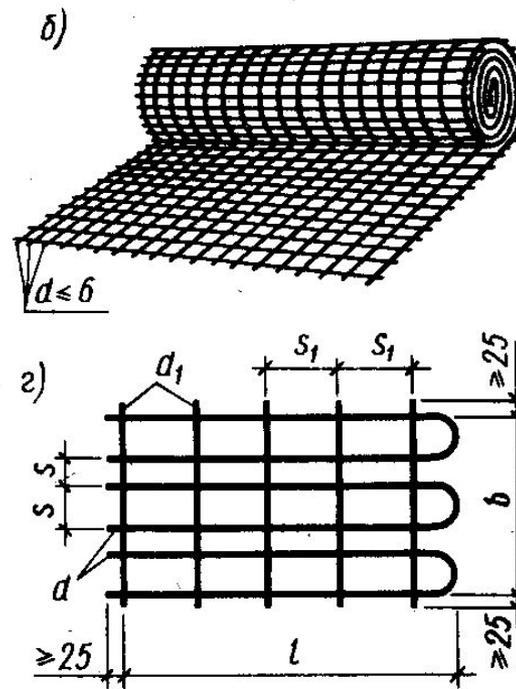
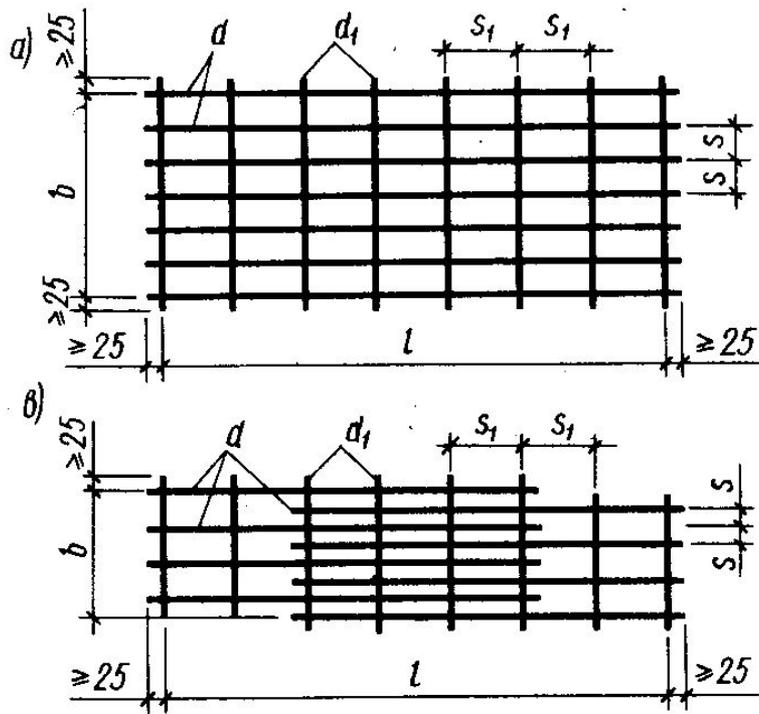
Динамическая прочность арматурной стали наблюдается при нагрузках большой интенсивности, действующих на сооружение за весьма короткий промежуток времени. В условиях высокой скорости деформирования арматурные стали работают упруго при напряжениях, превышающих физический предел текучести, при этом происходит 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 σ_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)**.

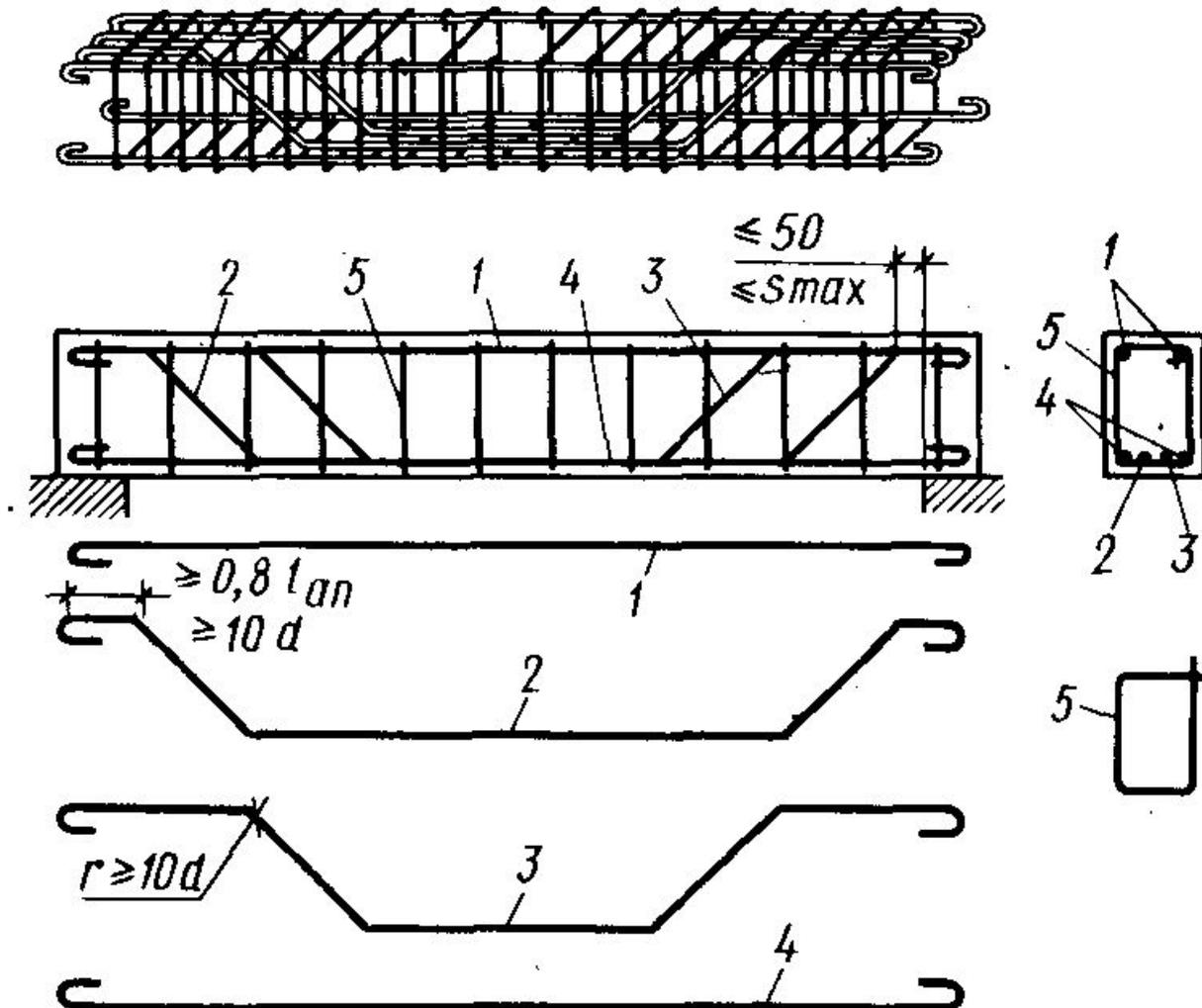
Ширина сетки ограничивается размером 3800мм длина сетки принимается по проекту, но не более 9000мм длина рулонной сетки ограничивается массой рулона 900-1300 кг

КАРКАСЫ

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

Армирование балки вязанным каркасом.

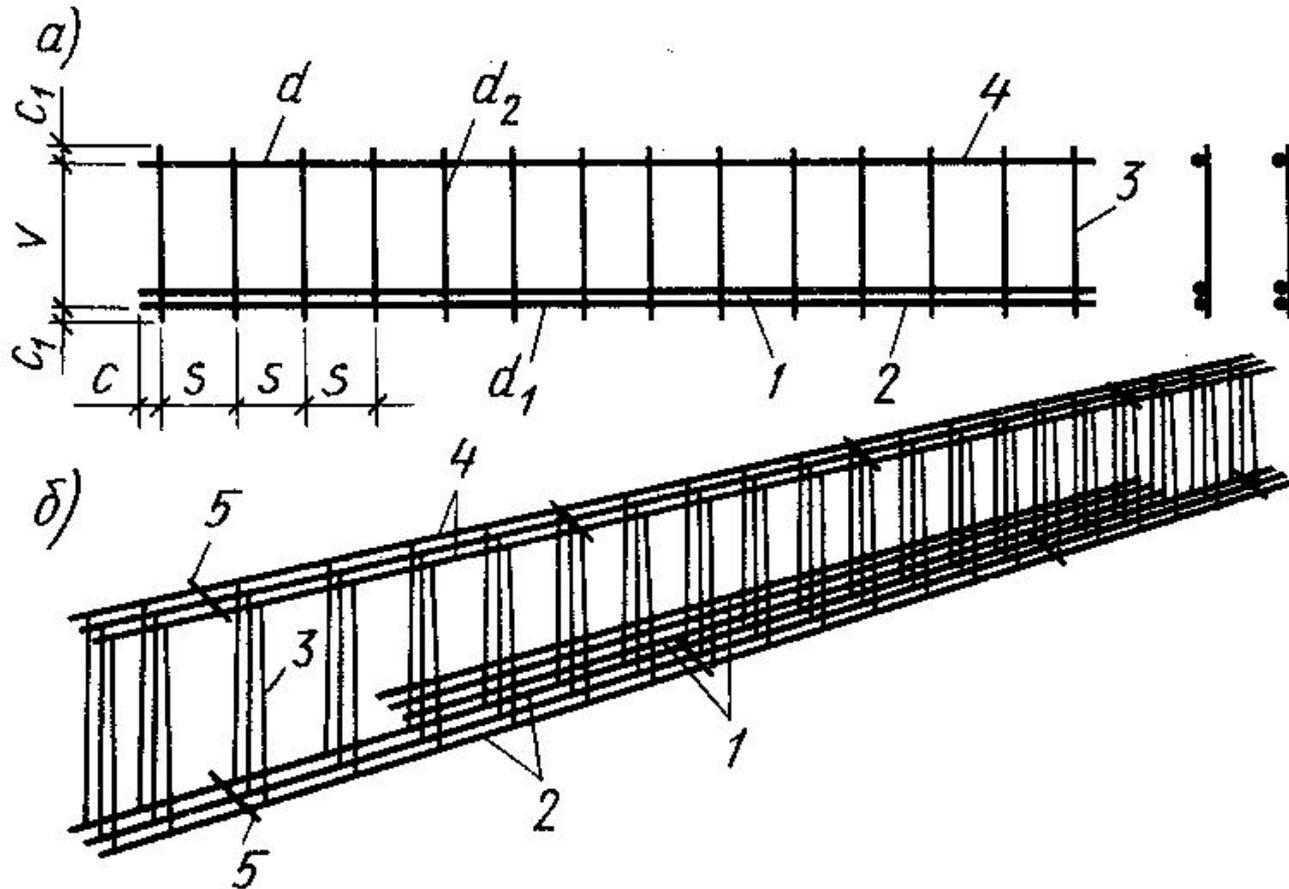
1- монтажная арматура; 2...4- рабочая арматура; 5- хомуты



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

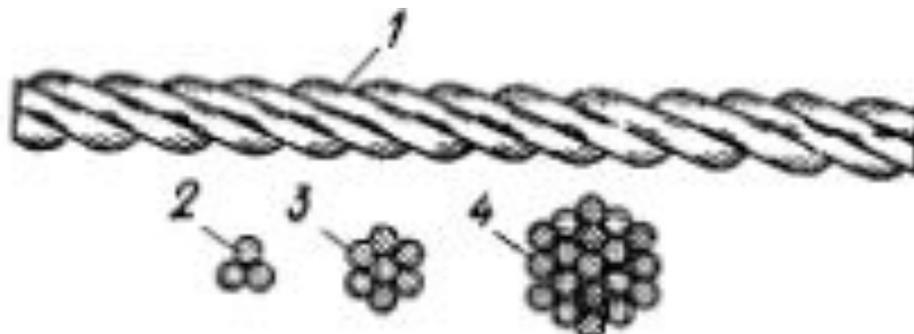
Арматурные изделия

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

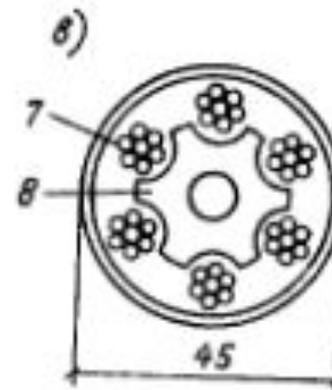
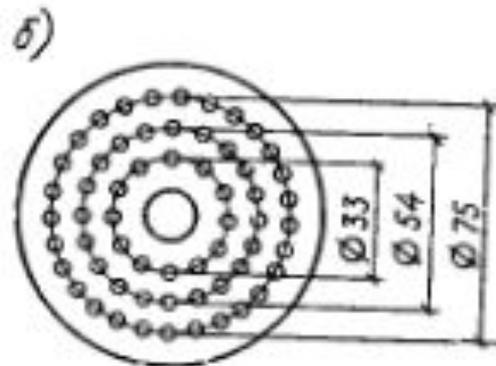
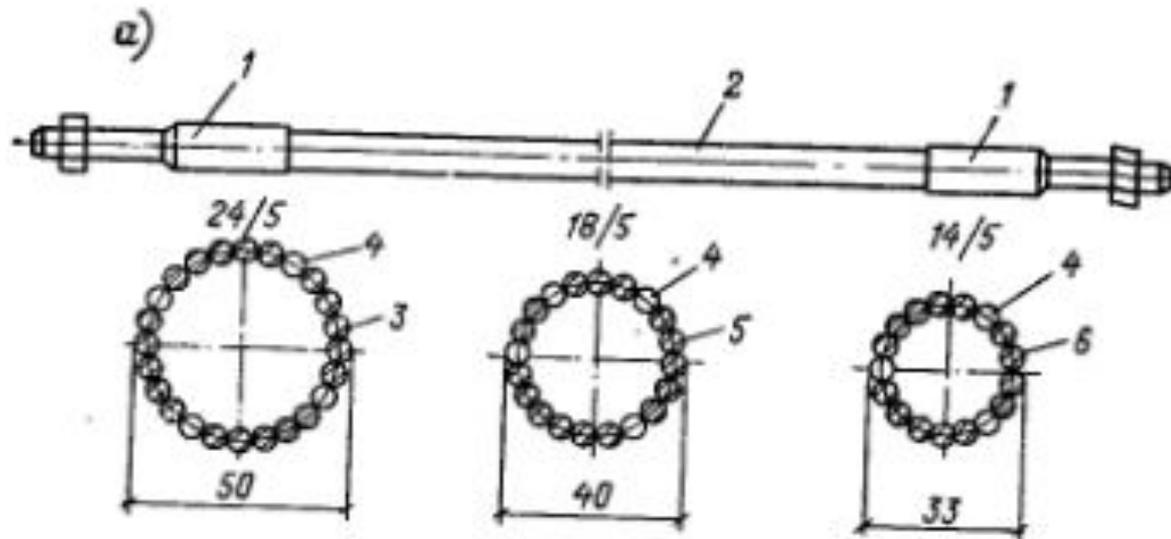
Арматурные пучки состоят из параллельно расположенных высокопрочных проволок.

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;

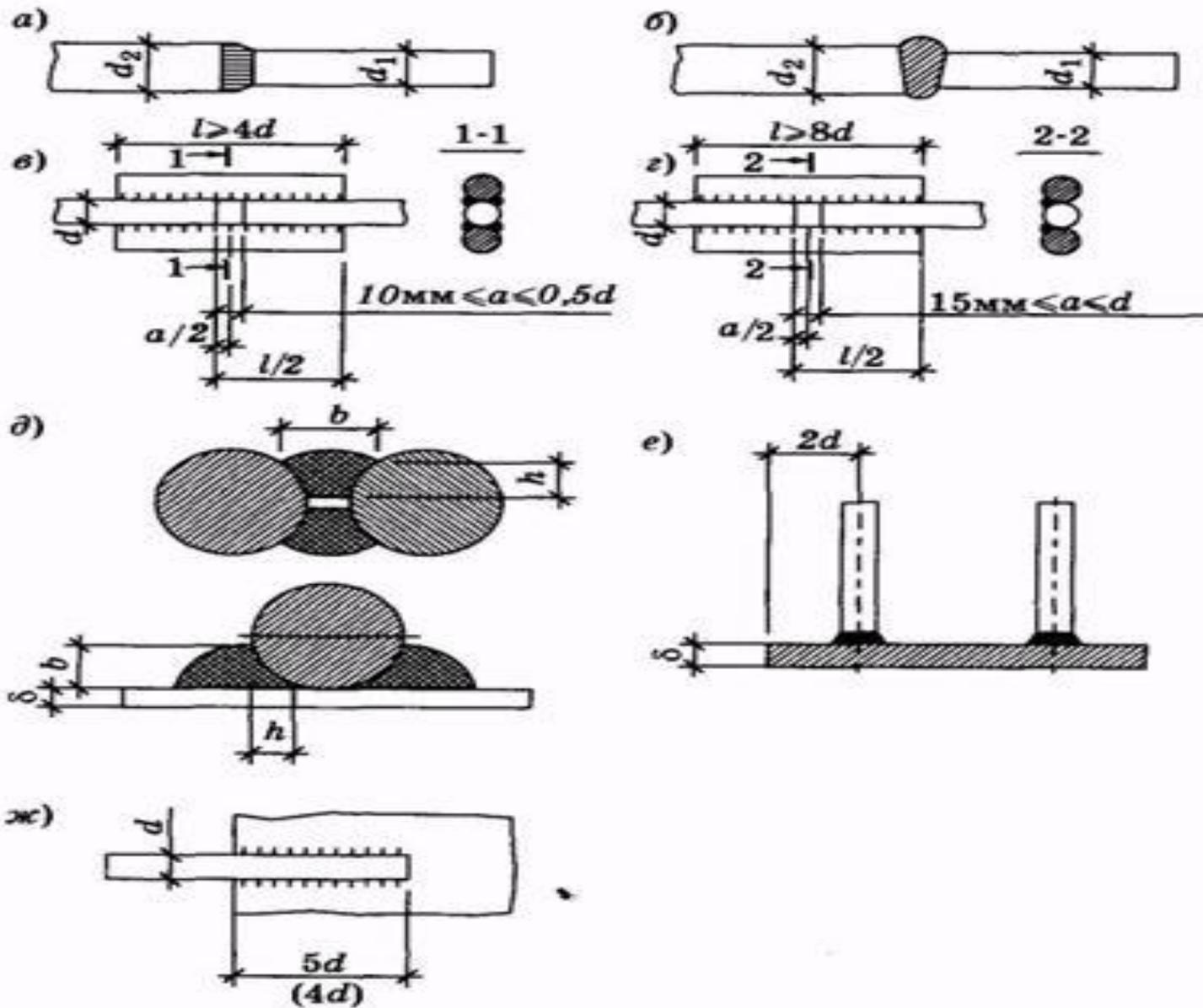
в — дуговая сварка с накладками с четырьмя фланговыми швами;

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 $d \leq 36\text{мм}$ (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.

