

# ИНЖЕНЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ



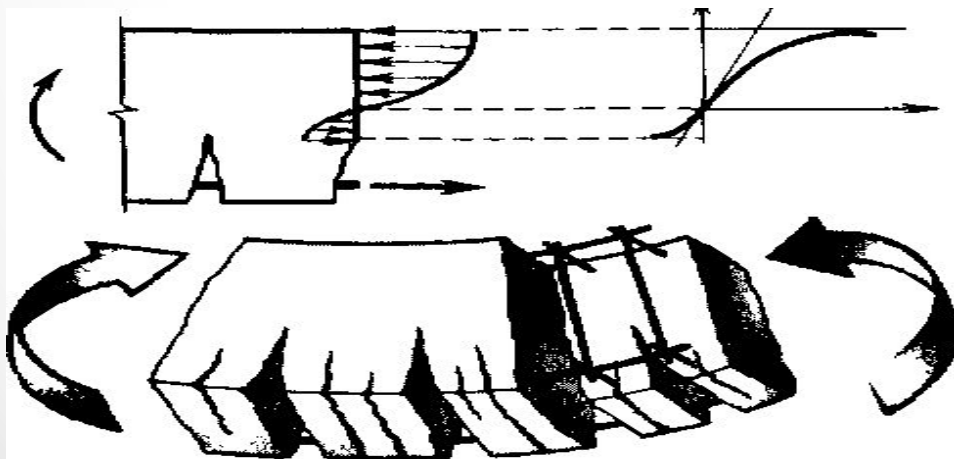
# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ

**Железобетон** - комплексный строительный материал, состоящий из бетона и стали, которые **работают совместно как одно целое** при силовых воздействиях.

Бетон, как любой каменный материал, характеризуется **высоким сопротивлением при сжатии** и низким (в 10...20 раз меньше — **при растяжении**).

Сталь одинаково хорошо сопротивляется как растяжению, так и сжатию. Эти особенности материалов и используются в железобетоне.

Бетонная балка (рис. а), испытывающая при изгибе растяжение ниже нейтральной оси и сжатие выше нее, имеет низкую несущую способность вследствие слабого сопротивления бетона растяжению. При этом прочность бетона в сжатой зоне используется не полностью.



Железобетонные конструкции, усиленные в растянутой зоне арматурой, обладают значительно более высокой несущей способностью. Так, несущая способность железобетонной балки с уложенной внизу арматурой в 10...20 раз больше, чем несущая способность бетонной балки таких же размеров. При этом прочность бетона в сжатой зоне балки используется полностью.

В качестве арматуры применяют стальные стержни, проволоки, прокатные профили

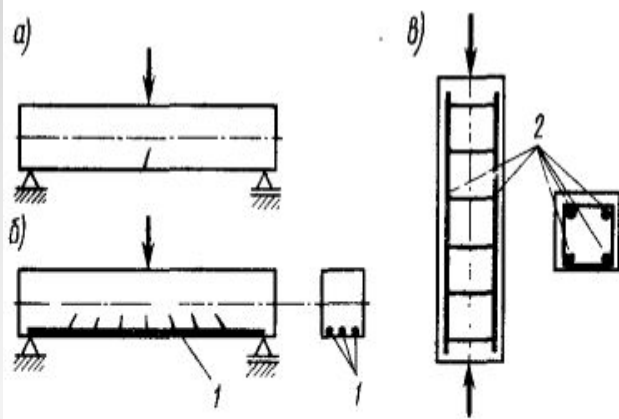


Рис. 14.1. Схемы элементов под нагрузкой:  
1 — растянутая арматура; 2 — сжатая арматура

Конструкции армируют при их работе на *растяжение и изгиб, на сжатие* (рис. в). Сталь имеет высокое сопротивление растяжению и сжатию, включение ее в сжатые элементы значительно повышает их несущую способность.

Совместная работа таких различных по свойствам материалов, как бетон и сталь, обеспечивается следующими факторами:

- 1) *сцеплением арматуры с бетоном*, возникающим при твердении бетонной смеси; благодаря сцеплению оба материала деформируются совместно;
- 2) *близкими по значению коэффициентами линейных температурных деформаций*, что исключает появление начальных напряжений в материалах и проскальзывание арматуры в бетоне при изменениях температуры до  $100^{\circ}\text{C}$

3) надежной защитой стали, заключенной в плотный бетон от коррозии, непосредственного действия огня и механических повреждений.

Особенностью железобетонных конструкций является **возможность образования трещин в растянутой зоне** при действии внешних нагрузок.

Раскрытие этих трещин во многих конструкциях в стадии эксплуатации невелико (0,1...0,4 мм) и не вызывает коррозии арматуры или нарушения нормальной работы конструкции. Но имеются конструкции, в которых **образование трещин недопустимо** (напорные трубопроводы, лотки, резервуары и т.п.).

В этом случае **те зоны элемента**, в которых под действием эксплуатационных нагрузок **появляются растягивающие усилия, заранее** (до приложения внешних нагрузок) **подвергают интенсивному обжатию путем предварительного натяжения арматуры.**

Такие конструкции называют **предварительно напряженными**. Предварительное обжатие конструкций выполняют в основном двумя способами:

- натяжением арматуры на упоры (до бетонирования) и
- на бетон (после бетонирования).

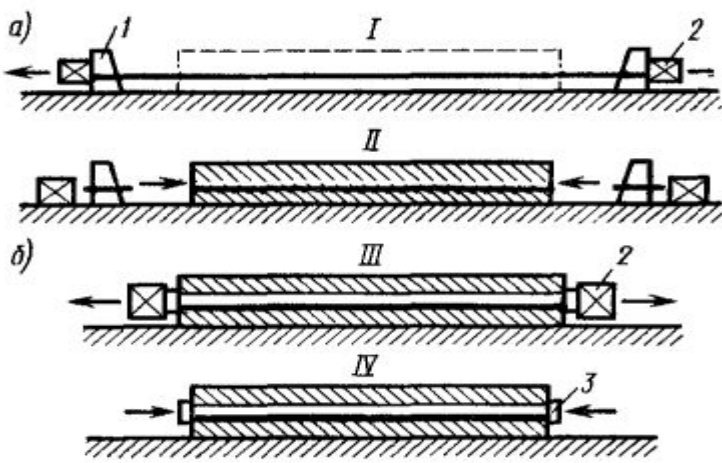


Рис. 14.2. Способы создания предварительного напряжения:

*a* — натяжение на упоры; *б* — натяжение на бетон; *I* — натяжение арматуры и бетонирование элемента; *II*, *IV* — готовый элемент; *III* — элемент во время натяжения арматуры; *1* — упор; *2* — домкрат; *3* — анкер

В первом случае перед бетонированием конструкции арматуру натягивают и закрепляют на торцах формы (рис. а). Затем бетонировать элемент. После приобретения бетоном необходимой прочности для восприятия сил предварительного обжатия арматуру освобождают от упоров и она, стремясь укоротиться, сжимает бетон. Передача усилия на бетон происходит благодаря сцеплению между арматурой и бетоном, а также посредством специальных анкерных устройств, находящихся в бетоне конструкции, если сцепления недостаточно.

Во втором случае изготавливают бетонный или слабоармированный элемент с каналами (рис. б). При достижении бетоном требуемой прочности в каналы заводят арматуру, натягивают ее с упором натяжного приспособления на торец элемента и заанкеривают. Т.о бетон оказывается обжатым. Для создания сцепления арматуры с бетоном в каналы инъецируют цементный раствор. Если напрягаемая арматура располагается на наружной поверхности элемента (кольцевая арматура трубопроводов, резервуаров и т. п.), то навивка ее с одновременным обжатием бетона производится специальными навивочными машинами. После натяжения арматуры на поверхность элемента наносят торкретированием защитный слой бетона.

*Основное достоинство предварительно напряженных конструкций — высокая трещиностойкость.*

При загрузении предварительно напряженного элемента внешней нагрузкой в бетоне растянутой зоны погашаются предварительно созданные сжимающие напряжения и только после этого возникают растягивающие напряжения. Чем выше прочность бетона и стали, тем большее предварительное обжатие можно создать в элементе.

Применение высокопрочных материалов позволяет сократить расход арматуры на 30...70% по сравнению с ненапрягаемым железобетоном. Расход бетона и масса конструкции при этом также снижаются.

*Высокая трещиностойкость* предварительно напряженных конструкций *повышает их жесткость, водонепроницаемость, морозостойкость, сопротивление динамическим нагрузкам, долговечность.*

К недостаткам предварительно напряженного железобетона следует отнести значительную трудоемкость изготовления конструкций, необходимость в специальном оборудовании и высокой квалификации рабочих.

# ВИДЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Железобетонные конструкции бывают **сборными, монолитными и сборно-монолитными**.

**Сборные конструкции** наиболее распространены. При изготовлении сборных конструкций в заводских условиях можно широко применять наиболее прогрессивную технологию приготовления, укладки и обработки бетонной смеси, автоматизировать производство.

**Монолитные конструкции** широко применяют в сооружениях, (гидротехнические сооружения, тяжелые фундаменты, оболочки покрытий и т.п.), а также при строительстве в отдаленных районах.

**Сборно-монолитные конструкции** - сочетание сборных элементов и монолитного бетона, укладываемого на месте строительства.

Сборные элементы выполняют **функцию опалубки для монолитного бетона**, отдельных несущих или армирующих элементов. Сборно-монолитные конструкции по сравнению со сборными отличаются большей монолитностью и более простым устройством стыков, но уступают им в индустриальности и трудоемкости. Они особенно целесообразны для массивных гидротехнических сооружений, а также в случае если конструкции необходимо придать неразрезность и жесткость.



# Классификация бетонов

**Тяжелый бетон** — это бетон плотной структуры, на цементном вяжущем и плотных крупных и мелких заполнителях. Он является наиболее распространенным в строительстве и в основном применяется для несущих железобетонных конструкций. В гидротехнических сооружениях используют только тяжелый (гидротехнический) бетон. В качестве плотных заполнителей применяют щебень из дробленых горных пород (песчаник, гранит, диабаз и др.) и природный кварцевый песок.

**Легкий бетон** (на цементном вяжущем и пористых заполнителях) применяют в несущих конструкциях зданий, мостов при сравнительно небольших нагрузках и в ограждающих конструкциях.

**Ячеистые бетоны** используют в ограждающих конструкциях, **крупнопористые** — только в бетонных конструкциях (например, дренажи и фильтры гидротехнических сооружений),

**мелкозернистые** — для заполнения швов сборных конструкций и в армоцементных конструкциях.

# АРМАТУРА И АРМАТУРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Железобетонные конструкции армируют *рабочей, конструктивной и монтажной арматурой*.

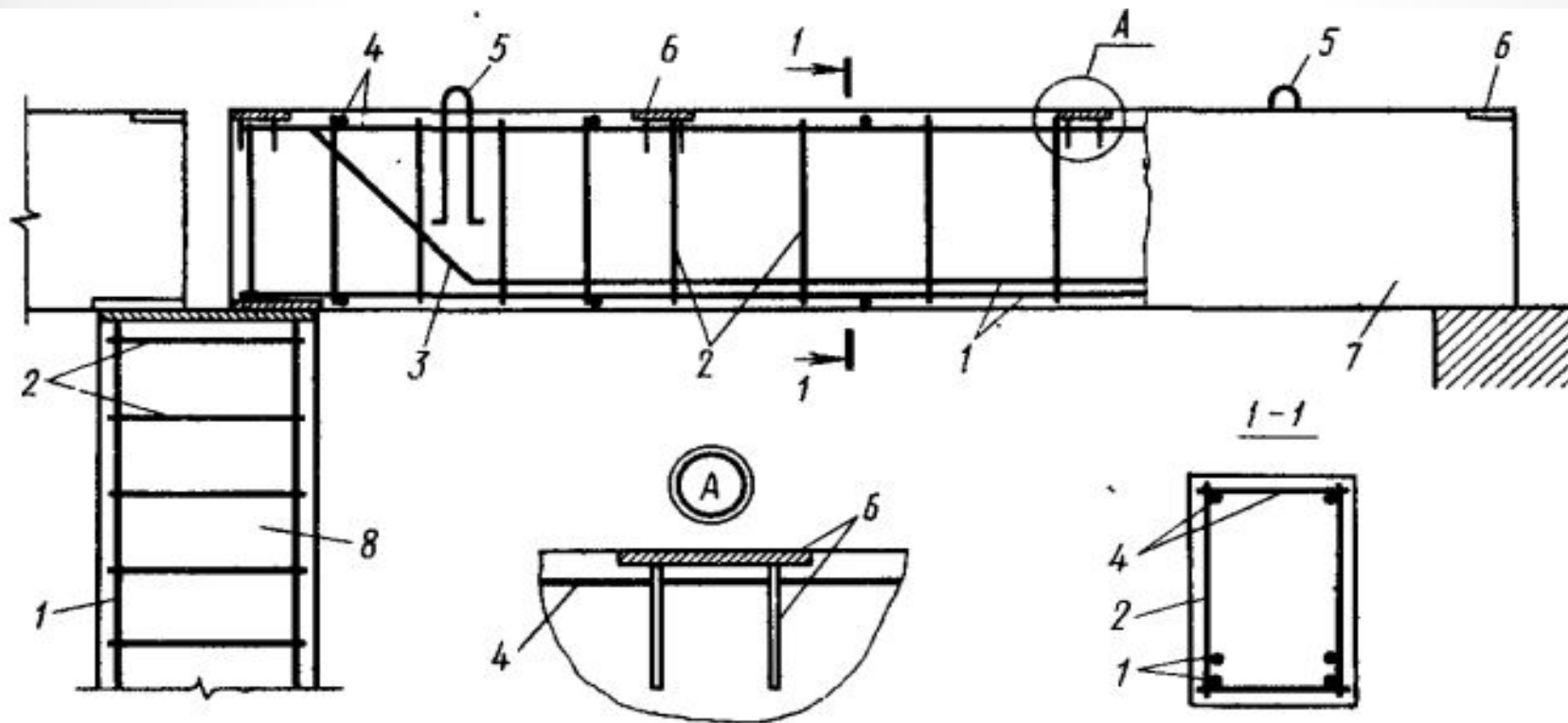


Рис. Арматура железобетонных элементов:

1 — продольная арматура; 2 — хомуты; 3 — отогнутые стержни; 4 — монтажная арматура; 5 — монтажные петли; 6 — закладные детали; 7 — балка; 8 — колонна

**Рабочую арматуру** устанавливают по расчету на действующие усилия для восприятия растягивающих напряжений и усиления сжатых зон конструкции.

В зависимости от воспринимаемых усилий ее подразделяют на

- **продольную 1** ;
- **поперечную**,
  - включающую хомуты 2 (поперечные стержни);
  - отогнутые стержни 3 (рис. ).

**Конструктивную и монтажную арматуру** устанавливают по конструктивным и технологическим соображениям:

**конструктивная** — воспринимает неучитываемые расчетом усилия от усадки бетона, изменения температуры, равномерно распределяет усилия между отдельными стержнями и т. д.;

**монтажная** — обеспечивает проектное положение рабочей арматуры, объединяет ее в каркасы и т. п.

Всю арматуру объединяют в арматурные изделия — сварные или вязаные сетки и каркасы.

## **Классификация арматуры и ее применение в конструкциях**

Стержневая арматура обозначается буквой А и римской цифрой (чем больше цифра, тем выше прочность).

В зависимости от основных механических характеристик и способов упрочнения она подразделяется на следующие классы: А-I, **АII**, А-III, **А-IV**, **А-V**, **А-VI** — горячекатаная, не подвергаемая после проката упрочняющей обработке;

Стержневая арматура выпускается заводами диаметром 6...80 мм и длиной 6...12 м.

***Холоднотянутая проволочная арматура*** обозначается буквой В (от слова «волочение») и подразделяется:

на обыкновенную гладкую арматурную проволоку класса **В-I**;

рифленую (периодического профили) класса Вр-I;

высокопрочную гладкую класса В-II;

рифленую класса Вр-11;

***витую проволочную арматуру:***

семипроволочные канаты класса К-7; 19-проволочные класса К-19 и др.

Класс арматуры для железобетонных конструкций выбирают с учетом назначения арматуры, класса и вида бетона, условий изготовления арматурных изделий (сварка, вязка) и конструкций, условий эксплуатации (опасность коррозии, воздействие низких или высоких температур и т. п.).

# Арматурные изделия

- Для армирования железобетонных конструкций используют различные **арматурные изделия**. В целях индустриализации и механизации арматурных работ ненапрягаемую арматуру преимущественно применяют в виде **сварных сеток и каркасов**.
- Их изготавливают контактной точечной сваркой из арматуры классов А-I, А-II, А-I 11, В-I и Вр-1 на многоэлектронных или одноточечных сварочных машинах, а также с помощью сварочных клещей.

**Сварные сетки** применяют для армирования плитных конструкций.

В зависимости от направления рабочих стержней они бывают **трех типов**:

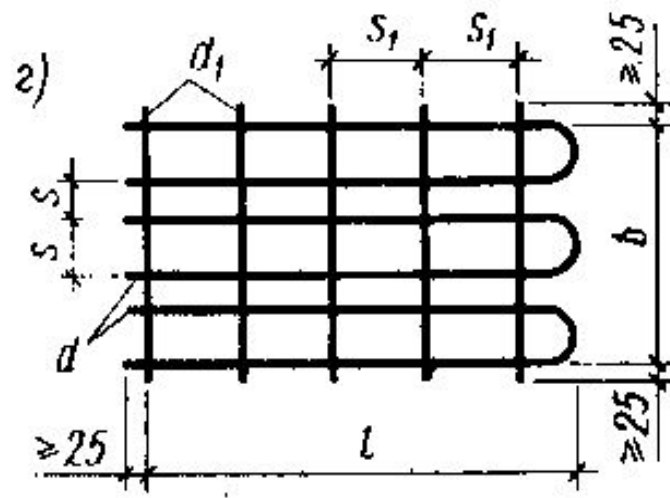
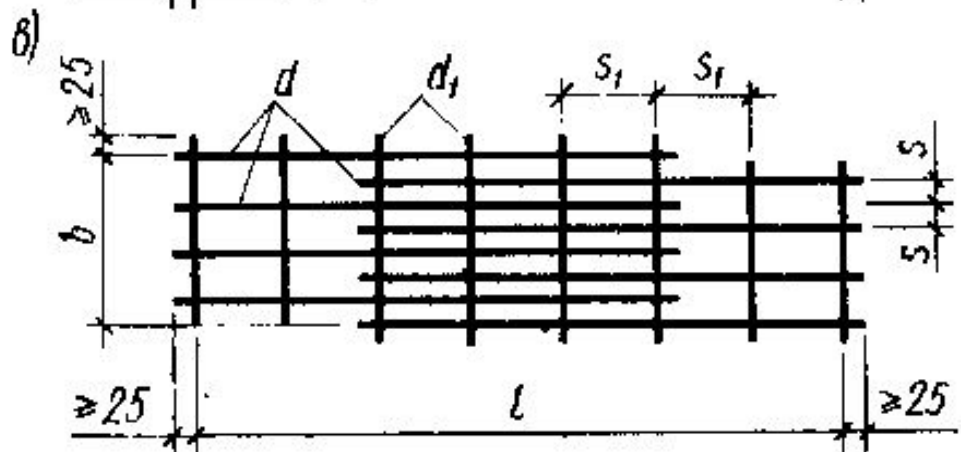
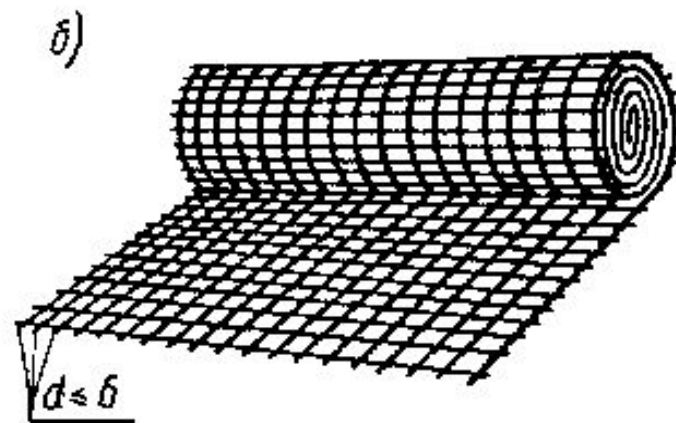
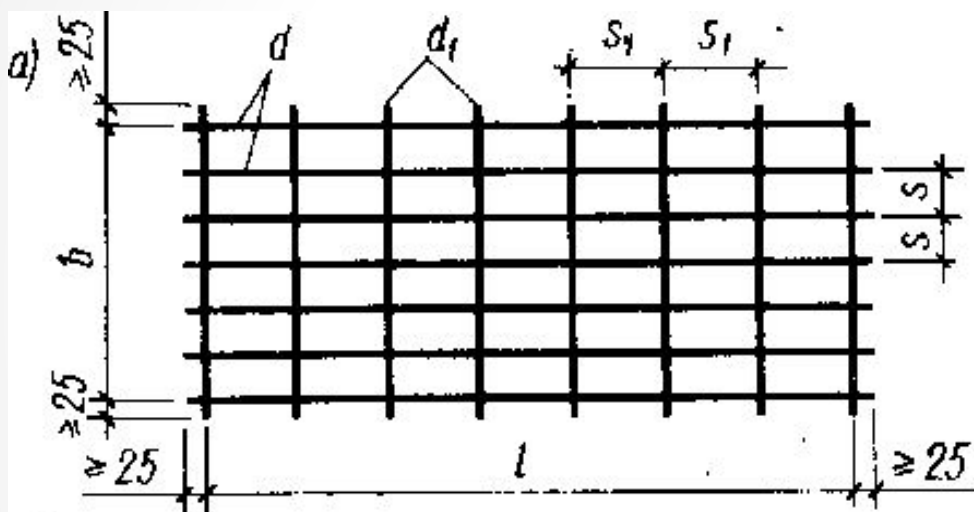
- 1) с продольной рабочей арматурой;
- 2) с поперечной рабочей арматурой;
- 3) с рабочей арматурой в обоих направлениях.

Стержни, расположенные перпендикулярно рабочим, являются **распределительными (монтажными)**.

Сетки могут быть стандартными и индивидуального проектирования.

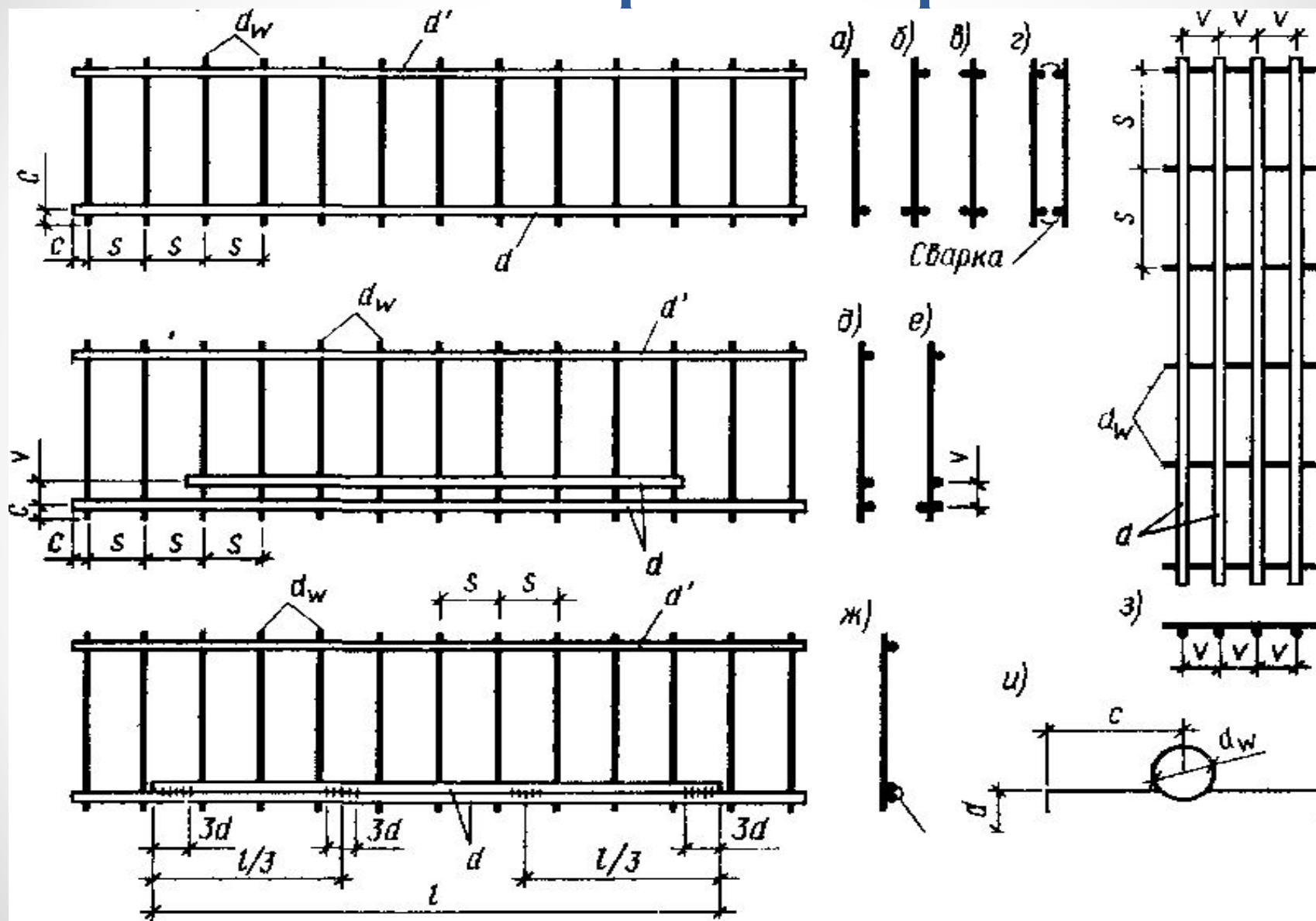
# Сварные сетки

Сварные каркасы применяют для армирования линейных элементов (балок, колонн и т. п.). Они могут быть плоскими и пространственными.





# Плоские сварные каркасы



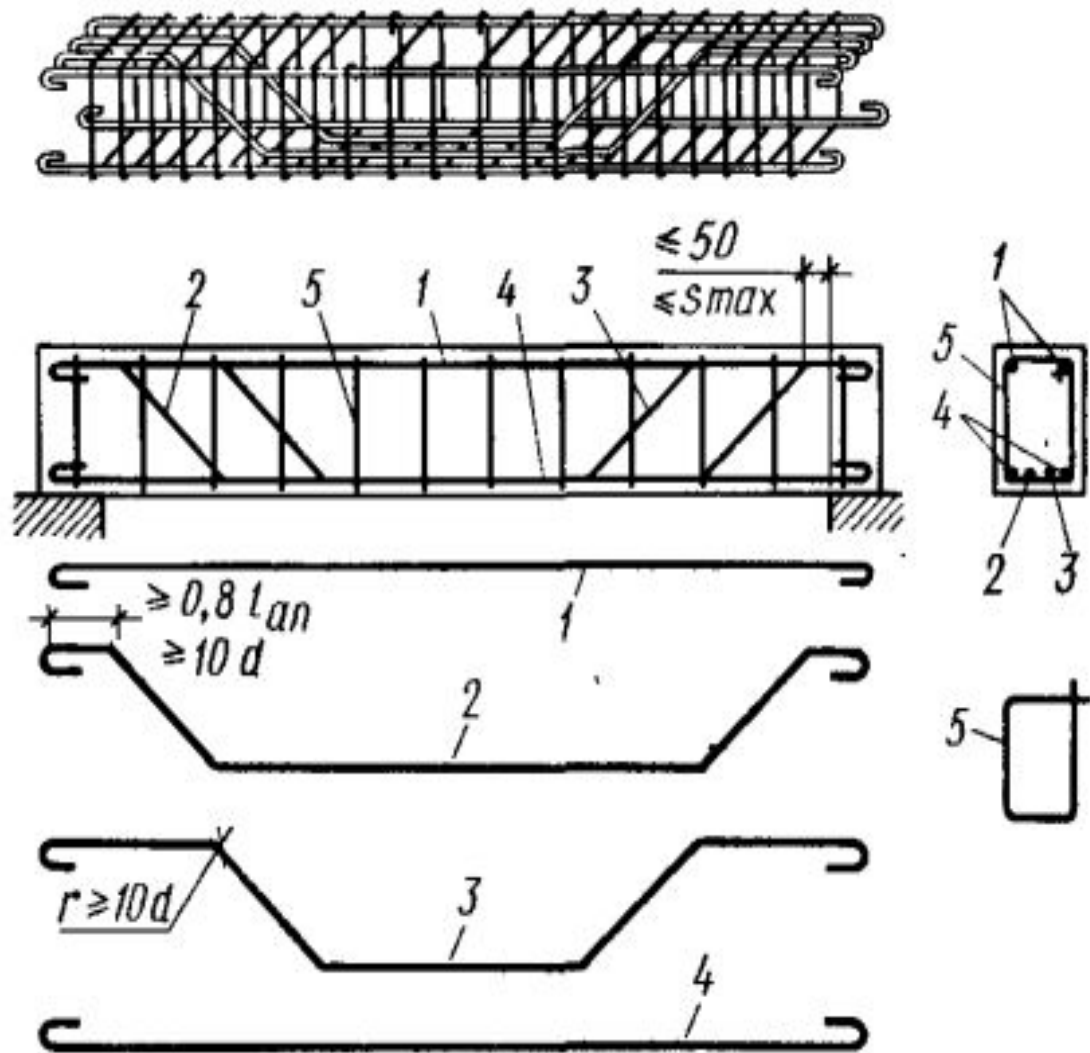


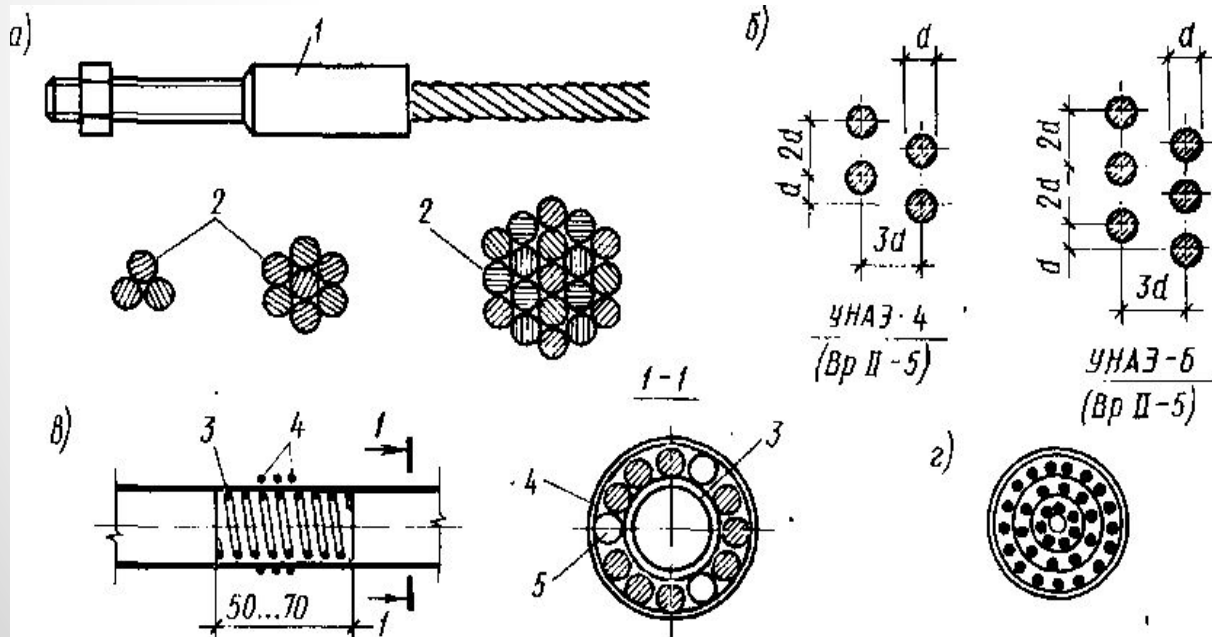
Рис. Армирование балки вязаным каркасом:

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

**Вязаные сетки и каркасы** применяют в монолитных конструкциях сложной конфигурации при малой повторяемости арматурных изделий, а также в конструкциях, подверженных воздействию многократно повторяющихся нагрузок, либо эксплуатируемых при отрицательных температурах (ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

**Проволочные изделия** применяют для напрягаемой арматуры в предварительно напряженных конструкциях в виде канатов, пакетов и пучков.

Арматурные канаты свиты из трех (К-3), семи (К-7) или девятнадцати (К-19) высокопрочных проволок (рис. а) диаметром 2...5 мм. Периодический профиль канатов обеспечивает их надежное сцепление с бетоном, что позволяет применять их при натяжении арматуры на упоры (до бетонирования).



Арматурные проволочные изделия: / — гильзовый анкер; 2 сечения канатов К-3, К-7, К-19; 3 спираль; 4 — скрутка; 5 — коротыш

# Арматурные конструкции гидротехнических сооружений

Массивные железобетонные конструкции гидротехнических сооружений армируют **несущими и ненесущими армоконструкциями**.

**Ненесущие арматурные конструкции** применяют в тех частях сооружения, где опалубка подвергается лишь боковому давлению бетонной смеси и не требуется устройства лесов и других поддерживающих конструкций, т.е. в массивах, плитах и балках оснований, в быках, устоях, водосливах и т. п. Они подразделяются на **пакеты, сетки и армокаркасы**.

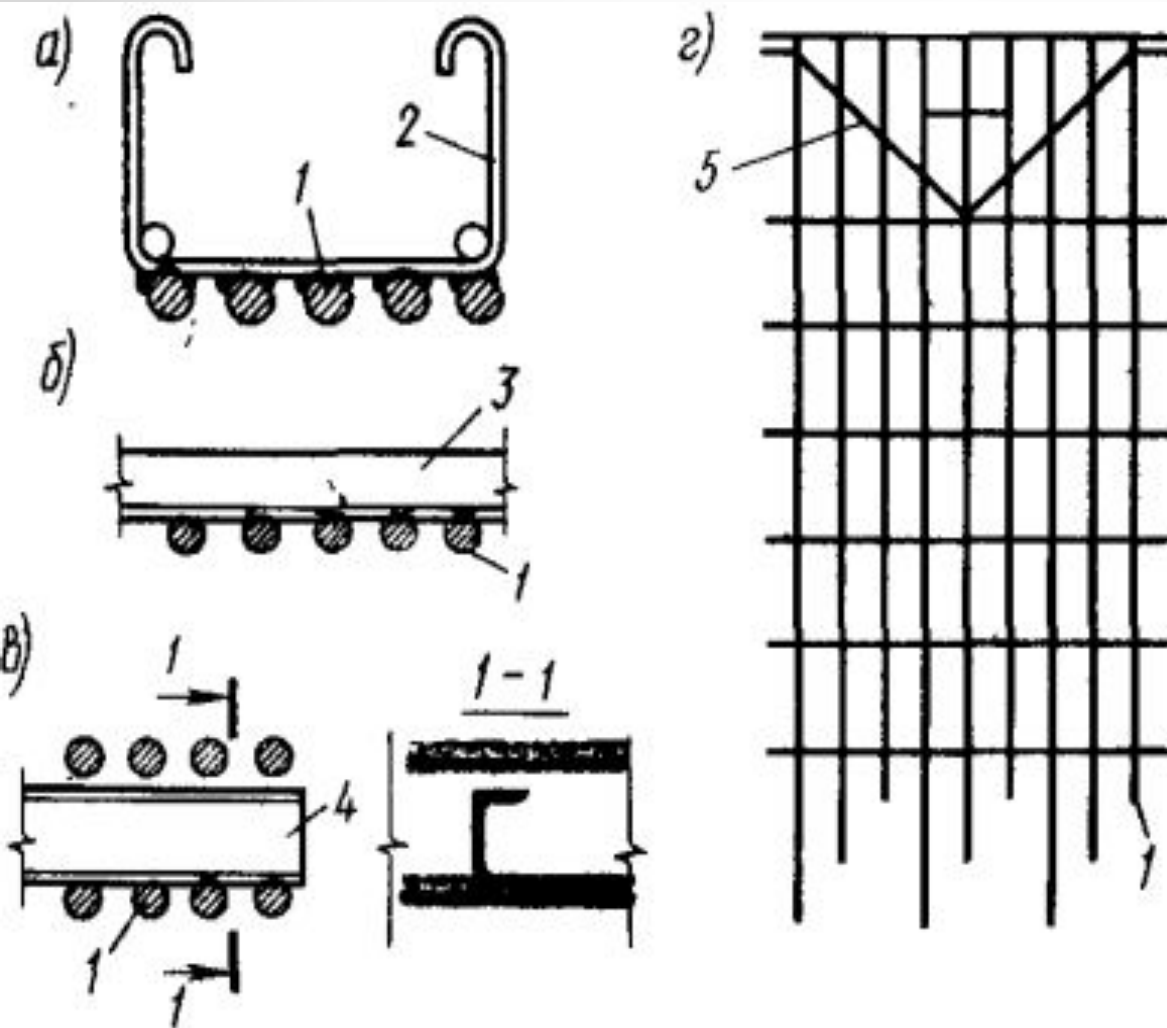


Рис. Конструкции пакетов и вертикальных сеток:

1 — рабочие стержни; 2 — монтажный элемент из стержня; 3, 4 — то же, из уголка и швеллера; 5 — шпренгель

**Пакеты** представляют собой конструкции из рабочих стержней, объединенных монтажными элементами (рис. ). Расстояние между рабочими стержнями назначают (2...4)  $d$ , между монтажными элементами — 2...4 м, длина пакетов принимается не более 400  $d$ , и 20 м. Пакеты бывают плоские - одноярусные (рис. а, б) и пространственные многоярусные (рис. в).

**Армокаркасы** конструируют из рабочих стержней, расположенных в сжатой и растянутой зонах и связанной между собой косыми или поперечными стержнями через всю толщу бетона. Косые и поперечные стержни могут быть расчетными или заменить опалубочные тяжи и монтажные стойки, поддерживающие арматуру. На рис. 15.14 показана схема размещения пакетов, сеток и армокаркйсов в сооружении.

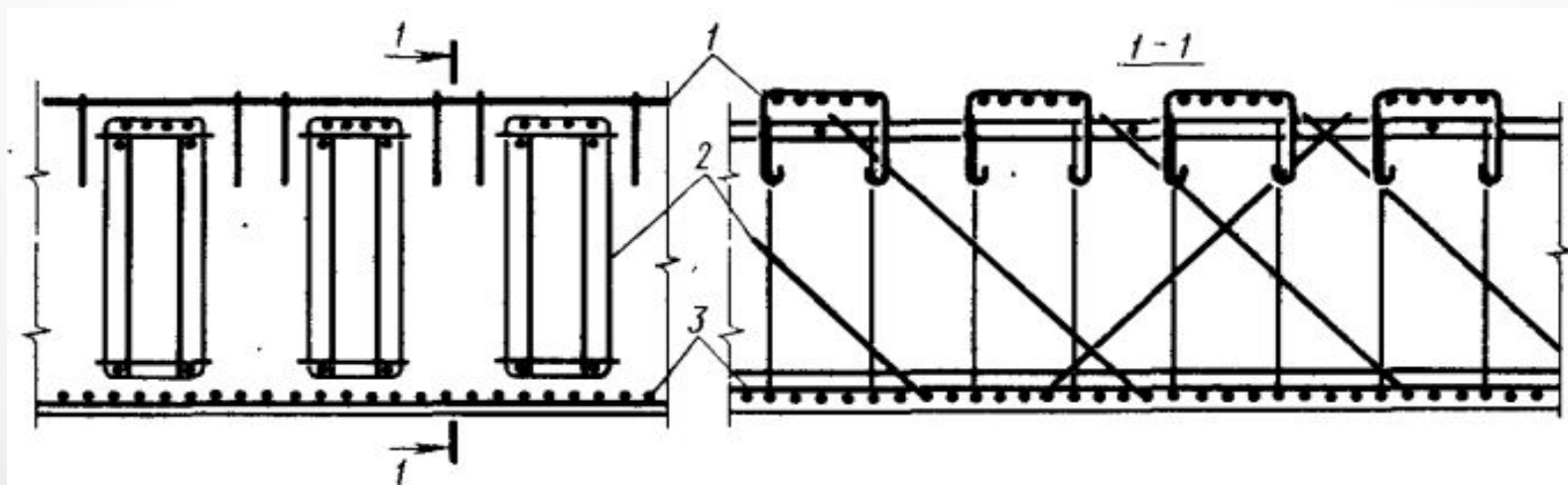


Рис. Схема расположения армоконструкций в сооружении:  
1 — пакеты, 2 — армокаркасы; 3 — сетки

## Закладные детали.

стальные детали, выходящие на поверхность железобетонного элемента и надежно заанкеренные в нем. Служат для соединения сборных деталей между собой, а также для крепления стальных конструкций, технологического и другого оборудования к железобетонным элементам.

Закладные детали могут быть *расчетными*, т. е. воспринимать действующие на них усилия, и *нерасчетными* (конструктивными)

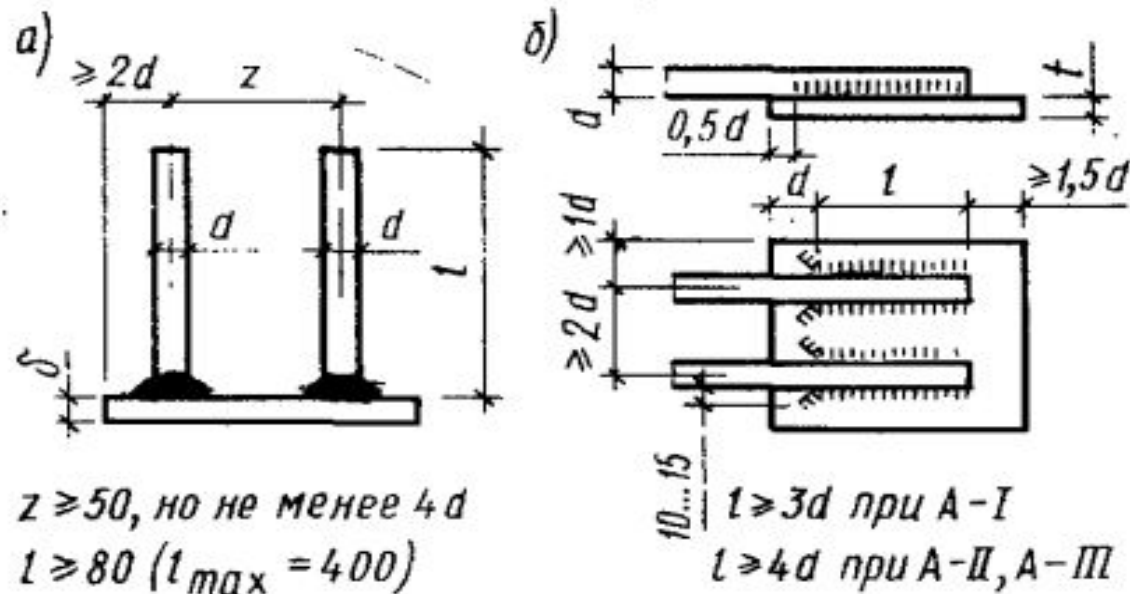
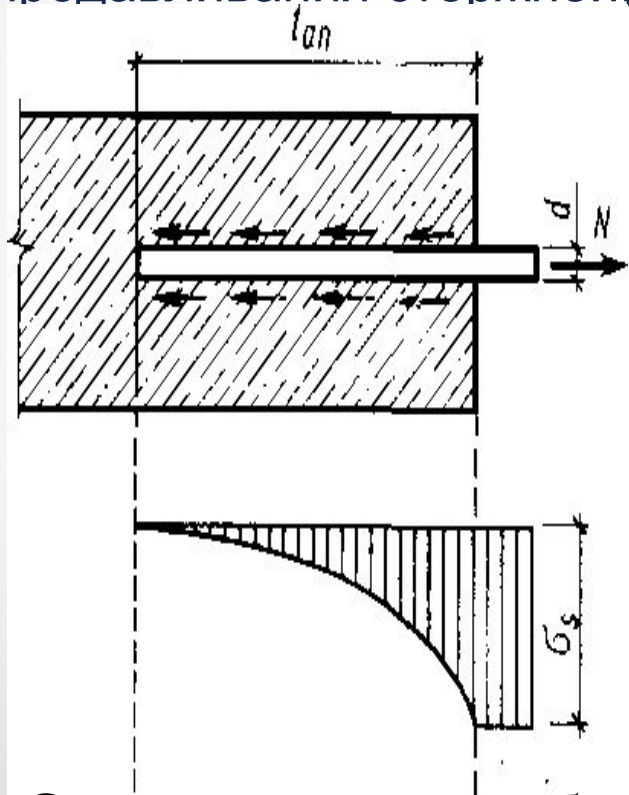


Рис. Сварные закладные детали с анкерами, приваренными:  
а — втавр; б — внахлестку

# ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Свойства железобетона зависят от свойств и характеристик бетона и арматуры.

**Сцепление арматуры с бетоном.** Основное свойство ж/б, обеспечивает его существование как строительного материала. Прочность сцепления определяется путем выдергивания или продавливания стержней, заделанных в бетоне (рис.),



и обеспечивается: склеиванием арматуры с бетоном; трением, возникающим в результате зажатия стержней при усадке бетона; зацепление за бетон выступов на поверхности арматуры периодического профиля. Наибольшее влияние на прочность сцепления оказывает механическое зацепление арматуры в бетоне (до 70...75% от общего сопротивления сдвигу).

Сцепление арматуры с бетоном



**Опыты** показывают, что **длина заделки**, при которой обеспечивается **сцепление**, для **гладкой арматуры** составляет **(30...40)d**, **периодического профиля** **(15...20)d**.

При этом в случае **продавливания сцепление стержня больше**, чем при выдергивании, что связано с сопротивлением бетона поперечному расширению сжатого стержня.

Поэтому **длина заделки растянутых стержней** принимается **больше, чем сжатых**, а их диаметр для лучшего сцепления с бетоном следует ограничивать.

# НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОД НАГРУЗКОЙ

Железобетон как упругопластичный материал, пронизанный трещинами, не обладает линейной зависимостью между напряжениями и деформациями (закон Гука).

Чтобы понять работу и характер разрушения железобетонных элементов, рассмотрим напряженное состояние балки, нагруженной двумя сосредоточенными силами (рис. а). От действия изгибающего момента в зоне чистого изгиба возникают только нормальные напряжения  $\sigma$ . На участках, где действует поперечная сила, появляются касательные напряжения  $\tau$ , которые вместе с нормальными образуют главные растягивающие и сжимающие напряжения:

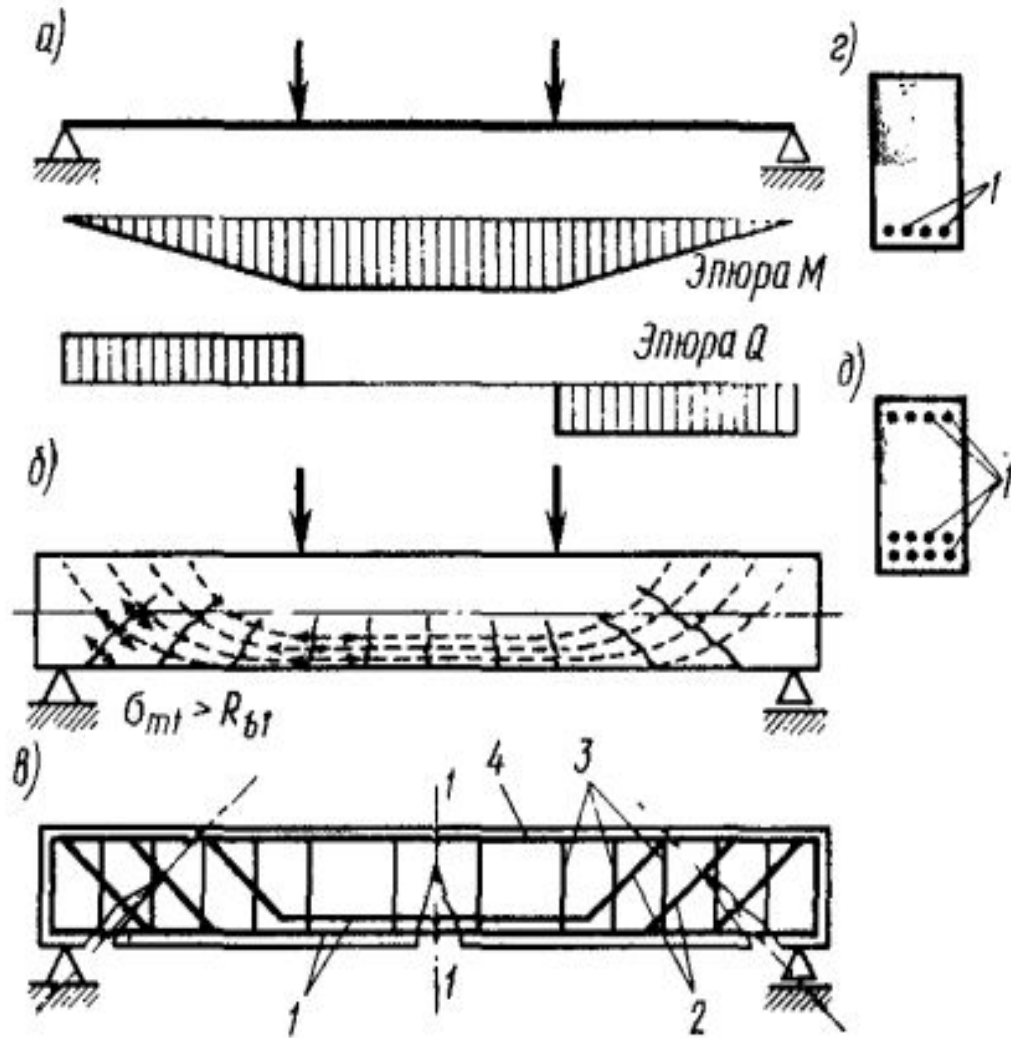


Рис. Напряженное состояние и армирование балки:

1 — продольная арматура; 2 — наклонная арматура (отгибы); 3 — хомуты; 4 — монтажная арматура

Опасными для ж/б балок являются главные растягивающие напряжения  $\sigma$  и  $\tau$ , так как бетою плохо сопротивляется растяжению. В зависимости от соотношения  $\sigma$  и  $\tau$  главные растягивающие напряжения будут иметь переменное направление по длине балки (рис. 6). Если растягивающие напряжения превосходят предел прочности бетона на растяжение, по направлениям, перпендикулярным к растягивающим усилиям, образуются трещины. Для восприятия растягивающих напряжений, в соответствии с их траекторией, в балке ставят продольную и поперечную арматуру (наклонные стержни и хомуты, рис. в).

Для восприятия **растягивающих напряжений**, в соответствии с их траекторией, в балке ставят **продольную и поперечную арматуру (наклонные стержни и хомуты**, рис. в).

Если в элементе **продольная рабочая арматура** расположена только в растянутой зоне, то поперечное сечение такого элемента называют **сечением с одиночным армированием** (рис. г, сжатая зона заштрихована).

В случае усиления сжатой зоны элемента продольной арматурой сечение называют с **двойным армированием** (рис. д).

Опыты показывают, что с увеличением нагрузки изгибаемый элемент может разрушаться как по сечению, **нормальному к оси балки** (от действия  $M$ ), так и по **наклонному** (от совместного действия  $M$  и  $Q$ ) (рис. в).

В соответствии с этим и расчет прочности элементов производится по обоим сечениям.

## • КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

- **Железобетонные изгибаемые элементы** применяют в виде плит и балок, которые могут быть самостоятельными конструкциями или входить в состав сложных конструкций и сооружений: например, ребристые перекрытия, каркасы сооружений, подпорные стены, шлюзы и т. д.
- **Балочные плиты.** В статическом и конструктивном отношении различают плиты балочные и опертые по контуру
- Если плита опирается четырьмя сторонами и имеет отношение сторон меньше 2, то она **изгибается в двух направлениях** и является опертой по контуру. При отношении сторон больше 2 плита изгибается в направлении вдоль короткой стороны. Такую плиту, а также плиту, опертую только двумя противоположными сторонами, называют *балочной*.

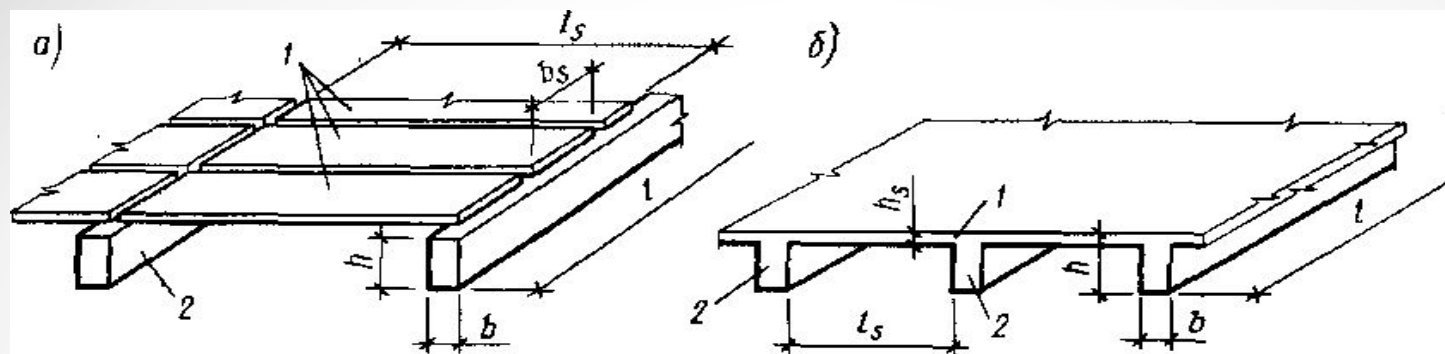


Рис. 17.1. Изгибаемые железобетонные элементы:

а — сборное перекрытие; б — монолитное перекрытие; 1 — плиты; 2 — балки

**Наименьшая толщина плит** должна удовлетворять требованиям прочности и жесткости. В монолитных конструкциях толщину плит при свободном опирании принимают: в зданиях не менее  $1/35$  пролета, в гидротехнических и транспортных сооружениях не менее  $1/25$  пролета, а при упругой заделке — соответственно не менее  $1/30$  пролета.

Толщину монолитных плит принимают кратной 10 мм, но не менее: для покрытий — 40 мм; для междуэтажных перекрытий гражданских и промышленных зданий — соответственно 50 и 60 мм; для плит гидротехнических и транспортных сооружений — 100 мм.

При полезных нагрузках более  $10 \text{ кН/м}^2$  независимо от назначения плит рекомендуется принимать их толщину не менее 100 мм.

## Монолитные плиты

- имеют сплошное поперечное сечение
- и армируют ненапрягаемой арматурой в виде сеток, состоящих из рабочих и монтажных (распределительных) стержней.
- Предварительно напрягаемую арматуру ввиду сложности производства работ применяют в монолитных плитах редко, за исключением особо ответственных сооружений (покрытия аэродромов, автомобильных дорог и т. д.).

**Рабочую арматуру** укладывают в **растянутых зонах** плиты вдоль пролета в соответствии с эпюрой изгибающих моментов (рис. 17.2).

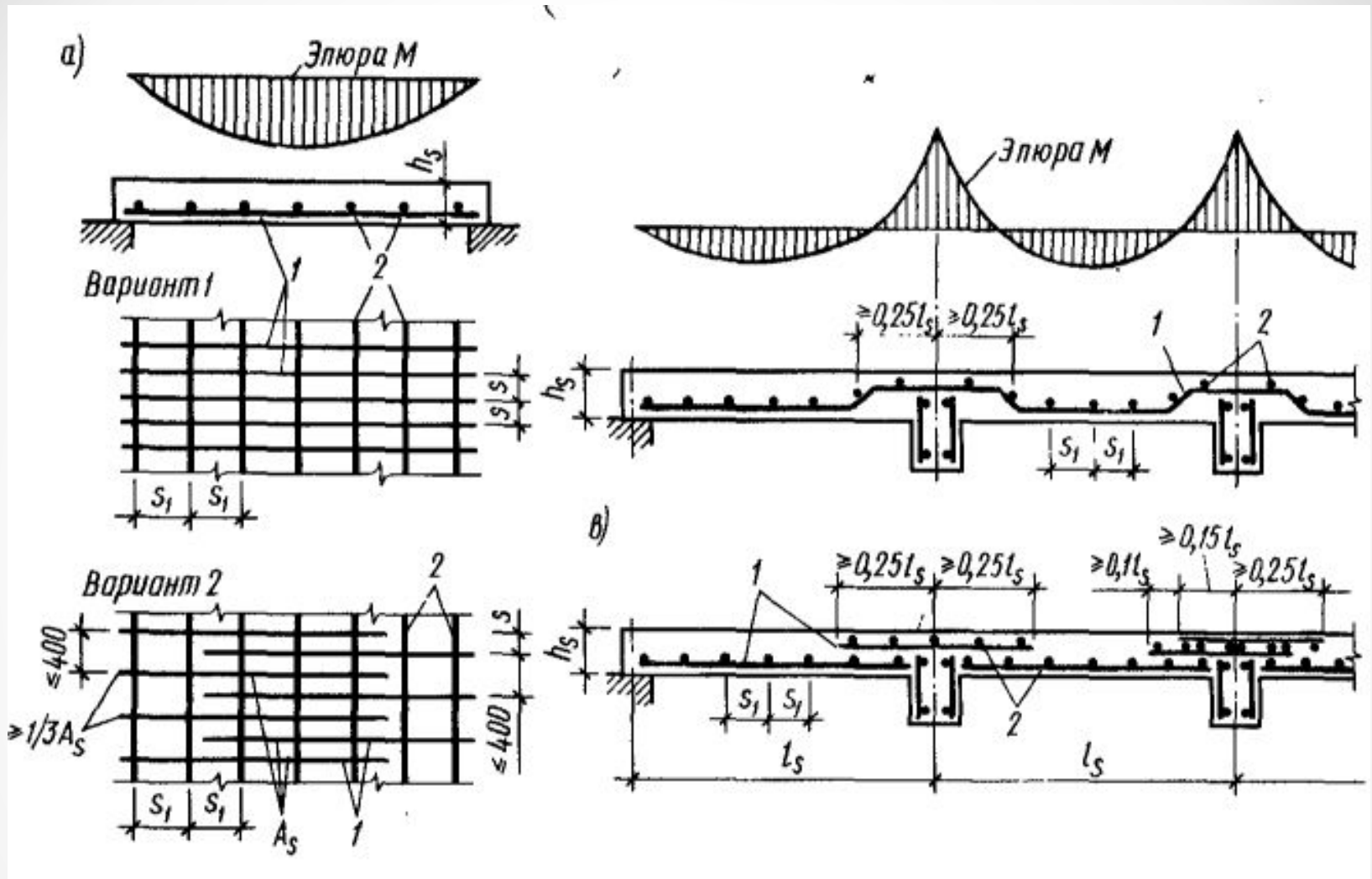
В однопролетных плитах ее **размещают только внизу** (рис. 17.2, а). Часть стержней рабочей арматуры в целях экономии стали может заканчиваться в пролете. При этом до опоры доводят столько стержней, чтобы площадь их сечения на 1 м ширины плиты составляла не менее  $\frac{1}{3}$  площади сечения стержней в пролете.

**Диаметр рабочих стержней** составляет 3...12, а в сильно нагруженных плитах— 16...20 мм. Расстояние между осями стержней на участках с максимальными моментами принимают  $< 200$  мм при толщине плиты  $h_s < 150$  мм и  $s < 1,5 h_s$  при  $h_s > 150$  мм.

На остальных участках это расстояние независимо от толщины плиты должно быть не более 400 мм (рис. 17.2, а).

В плитах толщиной более 350 мм расстояние между осями рабочих стержней диаметром более 20 мм разрешается увеличивать до 600 мм.

**Распределительная (монтажная) арматура** диаметром 3...8 мм располагается поперек пролета обычно с шагом  $s \setminus = 250...350$  мм, но не реже чем через 500 мм, и служит для обеспечения проектного положения рабочих стержней, восприятия усадочных и температурных деформаций бетона и распределения действующих на плиту сосредоточенных нагрузок на большую площадь.



Армирование плит: а - однопролетной; б — многопролетной с непрерывным армированием; в — то же, с разделным армированием; 1 — рабочие стержни; 2 — монтажные (распределительные) стержни



Для армирования плит используют **сварные сетки** или отдельные **стержни (вязаные сетки)**.

Различают два вида армирования **МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ** сварными сетками:

**непрерывное** (рулонными сетками) и **раздельное**.

1. *Непрерывное армирование* применяют при диаметре рабочих стержней до 10 мм. рулонные сетки с продольным расположением рабочих стержней раскатывают по опалубке вдоль пролета плиты.
2. *Раздельное армирование* применяется при диаметре рабочей арматуры 6 мм и более. Рулонные сетки с поперечными рабочими стержнями раскатывают поперек пролета плиты.

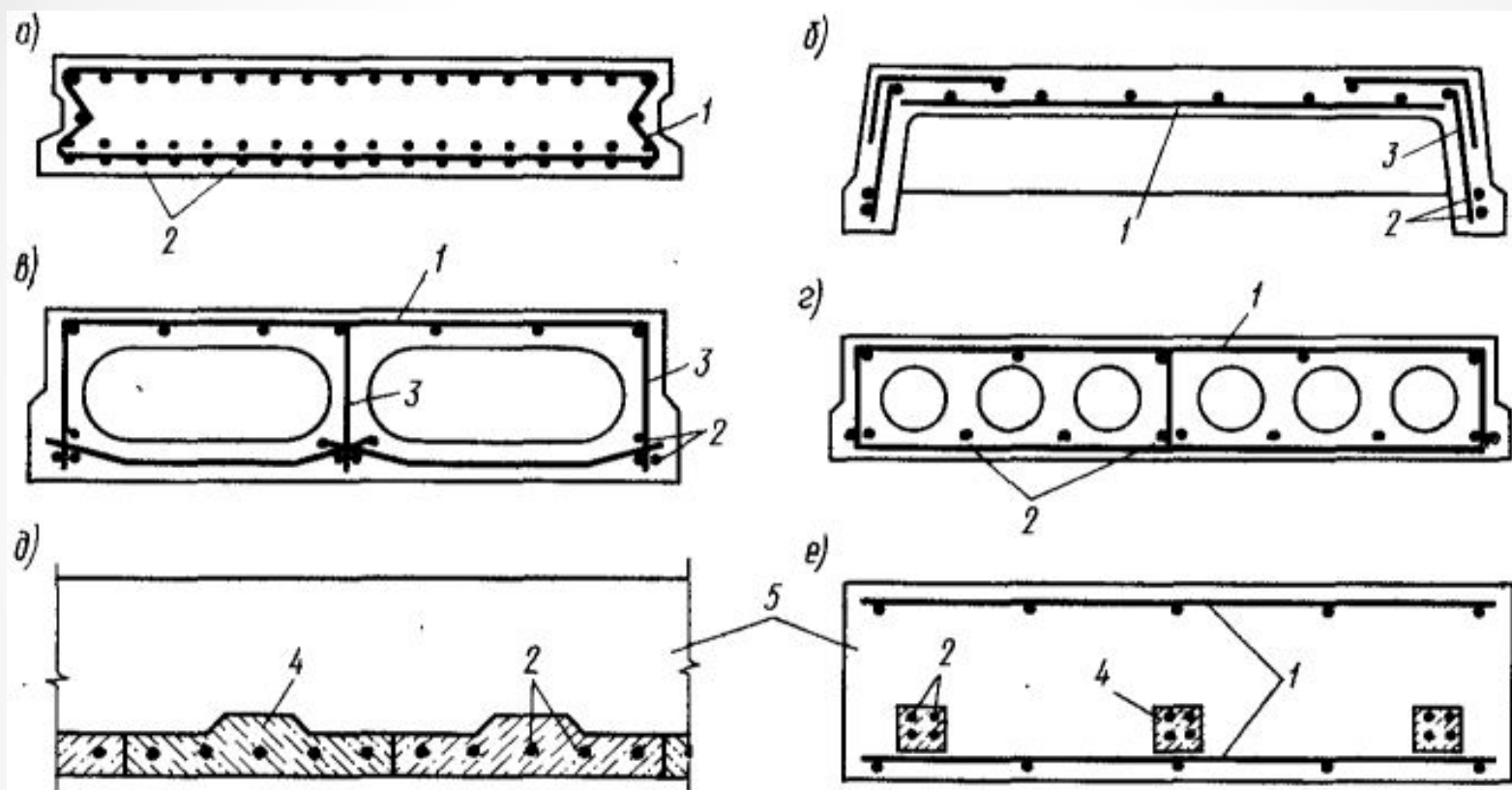


Рис. 17.3. Поперечные сечения сборных и сборно-монолитных плит:  
 1 — сварные сетки; 2 — рабочая арматура; 3 — плоские каркасы; 4 — сборные элементы (армоэлементы); 5 — монолитный бетон

- **Армирование плит** отдельными стержнями следует допускать только при отсутствии сварных сеток и небольших объемах работ, а также в плитах, когда использование сварных сеток нецелесообразно (например, в плитах с большим количеством отверстий, сложной конфигурации, в местах, где требуется укладка стержней сложной формы, и т. д.).
- **Сборные плиты** применяют разных видов и размеров в зависимости от их назначения.
- **Крупноразмерные сборные плиты** называют *панелями*. В поперечном сечении они могут быть сплошными, ребристыми и пустотными.
- **Пустоты в плитах** бывают прямоугольные с закругленными углами, круглые и овальные с плоской или сводчатой верхней поверхностью. По сравнению со сплошными плитами ребристые и пустотные экономичнее по расходу материалов и характеризуются меньшим весом. Минимальная толщина полки и ребер плит составляет 25..35 мм и определяется расположением и диаметром арматуры, а также толщиной защитных слоев. Полная высота плит назначается из условия их прочности и жесткости и составляет  $1/15...1/30$  пролета, а размеры в плане определяются компоновкой конструктивной схемы сооружения.
- **Сборные плиты** (панели) армируют плоскими сварными сетками и каркасами, которые объединяют в один пространственный каркас, удобный для установки в форму.
- **В многопустотных плитах** продольную рабочую арматуру располагают по всей ширине нижней полки сечения, а в ребристых — в ребрах. В качестве напрягаемой продольной арматуры применяют стержни вдавцов А-IV, А-V, высокопрочную проволоку и канаты. Плиты, армированные высокопрочной проволокой диаметром 3...4 мм, называют **струнобетонными**.

Сборно-монолитные плиты состоят из сборных элементов и монолитных частей, бетонируемых на строительной площадке. Затвердевший бетон связывает конструкцию в единую совместно работающую систему. Сборные элементы обычно служат опалубкой для монолитного бетона и в то же время в них размещается основная арматура (рис. 17.3, д). Другой разновидностью сборно-монолитных плит является сочетание струнбетонных предварительно напряженных элементов, выполняющих роль арматуры, с монолитным бетоном (рис. 17.3, е). Сборные элементы изготовляют из бетона высоких классов, а для монолитных участков применяют бетон обычных классов. Сборно-монолитные конструкции широко применяют в гидротехническом строительстве.

Продольная рабочая ненапрягаемая арматура в балочных плитах должна быть надежно заанкерена на крайних свободных опорах в соответствии с требованиями, изложенными в § 15.3 (см. рис. 15.18, г). Для удобства укладки в форму или опалубку стержней, сеток, каркасов их концы должны отстоять от торца элемента при его длине до 9 м — на 10 мм, до 12 м — на 15 мм, более 18 м — на 20 мм.

Толщину защитного слоя бетона в плитах назначают не менее диаметра стержня, проволоки или каната и не менее: 10 мм — в плитах толщиной до 100 мм включительно и 15 мм — в плитах толщиной более 100 мм.