

ОСОБЕННОСТИ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Самостоятельно

- КОНВЕЙЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
- ПОТОЧНО-АГРЕГАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
- СТЕНДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
- ВИБРОПРОКАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

КОНВЕЙЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Самостоятельно

Элементы изготавливаются в формах, установленных на вагонетках и перемещаемых по рельсам от одного агрегата к другому.

КОНВЕЙЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Самостоятельно

Элементы изготавливаются в формах, установленных на вагонетках и перемещаемых по рельсам от одного агрегата к другому.

По мере продвижения вагонетки выполняют все технологические операции:

Элементы изготавливаются в формах, установленных на вагонетках и перемещаемых по рельсам от одного агрегата к другому.

По мере продвижения вагонетки выполняют все технологические операции:

Установку арматурных каркасов;

Натяжение напрягаемой арматуры;

Установку вкладышей пустотообразователей

Укладку и уплотнение бетонной смеси;

Извлечение вкладышей пустотообразователей;

Тепловлажностную обработку

Элементы изготавливаются в формах, установленных на вагонетках и перемещаемых по рельсам от одного агрегата к другому.

По мере продвижения вагонетки выполняют все технологические операции:

Установку арматурных каркасов;

Натяжение напрягаемой арматуры;

Установку вкладышей пустотообразователей

Укладку и уплотнение бетонной смеси;

Извлечение вкладышей пустотообразователей;

Тепловлажностную обработку

Все формы вагонетки перемещаются в установленном принудительном ритме.

Элементы изготавливаются в формах, установленных на вагонетках и перемещаемых по рельсам от одного агрегата к другому.

По мере продвижения вагонетки выполняют все технологические операции:

Установку арматурных каркасов;

Натяжение напрягаемой арматуры;

Установку вкладышей пустотообразователей

Укладку и уплотнение бетонной смеси;

Извлечение вкладышей пустотообразователей;

Тепловлажностную обработку

Все формы вагонетки перемещаются в установленном принудительном ритме.

Применяются на крупных заводах и массовом выпуске элементов относительно малой массы.

ПОТОЧНО-АГРЕГАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Самостоятельно

Технологические операции выполняют в соответствующих цехах завода.

Агрегаты неподвижны, а формы с изделиями перемещаются мостовыми кранами.

Технологический ритм заранее не установлен.

СТЕНДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Самостоятельно

Изделие в процессе изготовления и тепловой обработки неподвижно, а агрегаты, выполняющие технологические операции, перемещаются вдоль форм.

Стенды оборудованы передвижными кранами и подвижными бетоноукладчиками.

Элементы изготавливаются в формах (кассетах).

Изделие в процессе изготовления и тепловой обработки неподвижно, а агрегаты, выполняющие технологические операции, перемещаются вдоль форм.

Стенды оборудованы передвижными кранами и подвижными бетоноукладчиками. Элементы изготавливаются в формах (кассетах).

По этой технологии изготавливаются крупногабаритные, в том числе, предварительно напряженные элементы:

Фермы;

Балки покрытия;

Подкрановые балки;

Колонны;

Стеновые панели.

Плиты перекрытий и панели стен формируют на непрерывно движущейся ленте, поверхность которой образует форму изделия.

После укладки арматурного каркаса бетонную смесь укладывают, вибрируют и уплотняют с помощью расположенных сверху валков и подогревают снизу.

За время перемещения изделия по ленте (несколько часов) они набирают необходимую прочность, и после охлаждения на стеллажах транспортируют на склад готовой продукции.

Плиты перекрытий и панели стен формируют на непрерывно движущейся ленте, поверхность которой образует форму изделия.

После укладки арматурного каркаса бетонную смесь укладывают, вибрируют и уплотняют с помощью расположенных сверху валков и подогревают снизу.

Плиты перекрытий и панели стен формируют на непрерывно движущейся ленте, поверхность которой образует форму изделия.

После укладки арматурного каркаса бетонную смесь укладывают, вибрируют и уплотняют с помощью расположенных сверху валков и подогревают снизу.

За время перемещения изделия по ленте (несколько часов) они набирают необходимую прочность, и после охлаждения на стеллажах транспортируют на склад готовой продукции.

Технологические операции подчинены единому ритму скорости движения формирующей ленты.

Плиты перекрытий и панели стен формируют на непрерывно движущейся ленте, поверхность которой образует форму изделия.

После укладки арматурного каркаса бетонную смесь укладывают, вибрируют и уплотняют с помощью расположенных сверху валков и подогревают снизу.

За время перемещения изделия по ленте (несколько часов) они набирают необходимую прочность, и после охлаждения на стеллажах транспортируют на склад готовой продукции.

Плиты перекрытий и панели стен формируют на непрерывно движущейся ленте, поверхность которой образует форму изделия.

После укладки арматурного каркаса бетонную смесь укладывают, вибрируют и уплотняют с помощью расположенных сверху валков и подогревают снизу.

За время перемещения изделия по ленте (несколько часов) они набирают необходимую прочность, и после охлаждения на стеллажах транспортируют на склад готовой продукции.

На заводах железобетонных конструкций одновременно используют несколько технологических схем.

Средняя плотность железобетона

• $\gamma_{жб} = 2500 \text{ кг/м}^3$ при укладке бетонной смеси с вибрированием.

• $\gamma_{жб} = 2400 \text{ кг/м}^3$ - без вибрирования

При армировании больше **3%** плотность железобетона определяют как сумму масс бетона и арматуры.

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

- вида и диаметра арматуры;

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

- вида и диаметра арматуры;
- размера сечения элемента;

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

- вида и диаметра арматуры;
- размера сечения элемента;
- вида и класса бетона;

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

- вида и диаметра арматуры;
- размера сечения элемента;
- вида и класса бетона;
- условий работы конструкции:

Защитный слой бетона в железобетонных элементах

Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы:
 - Изготовления;
 - Транспортирования;
 - Монтажа;
 - Эксплуатации
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды;
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщина защитного слоя зависит от:

- вида и диаметра арматуры;
- размера сечения элемента;
- вида и класса бетона;
- условий работы конструкции:
 - напряженного состояния;
 - агрессивности окружающей среды;
 - требований по огнестойкости;
 - температуры окружающей среды

Минимальная толщина защитного слоя бетона рабочей арматуры

| № п/п | Условия эксплуатации конструкций здания | Не менее, мм |
|-------|--|--------------|
| 1. | В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности | 20 |
| 2. | В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий) | 25 |
| 3. | На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий) | 30 |
| 4. | В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в фундаментах при наличии бетонной подготовки | 40 |
| 5. | В монолитных фундаментах при отсутствии бетонной подготовки | 70 |

Для сборных элементов уменьшают на 5 мм.

Для конструктивной арматуры принимают на 5 мм меньше, чем для рабочей.

Во всех случаях – не менее диаметра арматуры.

Сцепление арматуры с бетоном

Прочность сцепления арматуры с бетоном оценивают сопротивлением выдергиванию или вдавливанию арматурных стержней, заанкерowanych в бетоне.

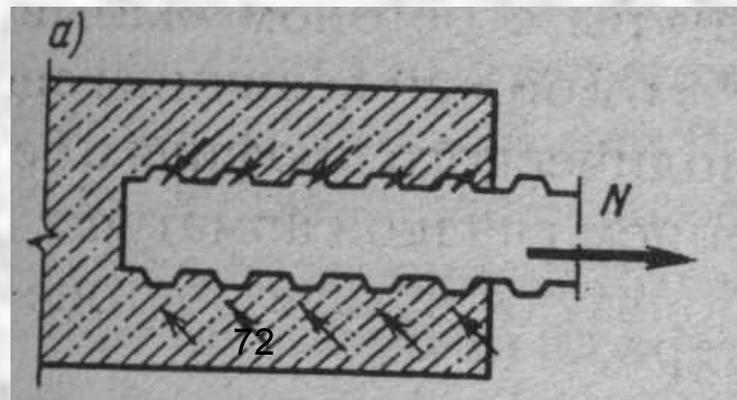
Сцепление арматуры с бетоном

Прочность сцепления арматуры с бетоном оценивают сопротивлением выдерживанию или вдавливанию арматурных стержней, заанкерowanych в бетоне.

Прочность сцепления арматуры с бетоном оценивают сопротивлением выдерживанию или вдавливанию арматурных стержней, заанкерowanych в бетоне.

Факторы, влияющие на прочность сцепления арматуры с бетоном:

- зацепление в бетоне выступов на поверхности арматуры периодического профиля (*a*);
- сил трения;
- склеивание арматуры с бетоном.

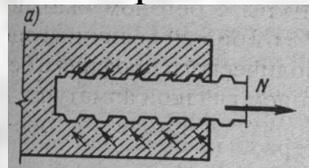


Сцепление арматуры с бетоном

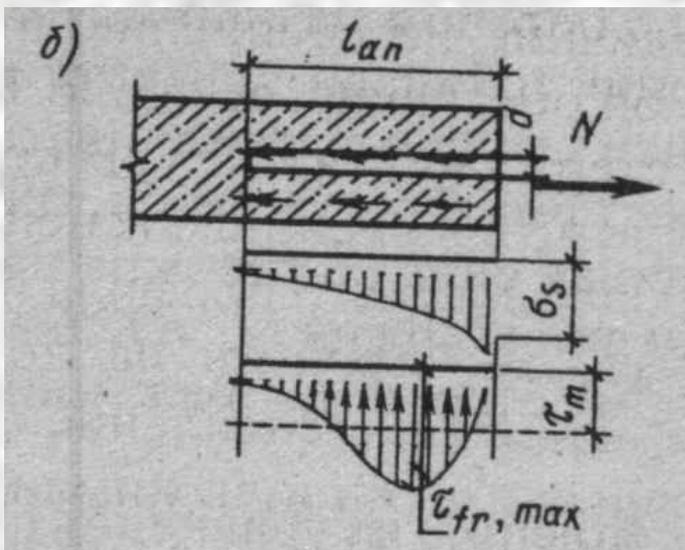
Прочность сцепления арматуры с бетоном оценивают сопротивлением выдергиванию или вдавливанию арматурных стержней, заанкерowanych в бетоне.

Факторы, влияющие на прочность сцепления арматуры с бетоном:

- зацепление в бетоне выступов на поверхности арматуры периодического профиля (*a*);
- сил трения;
- склеивание арматуры с бетоном.



Распределение σ сцепления арматуры с бетоном по длине неравномерно (*б*).



τ_{max} - не зависит от длины анкеровки l_{an}

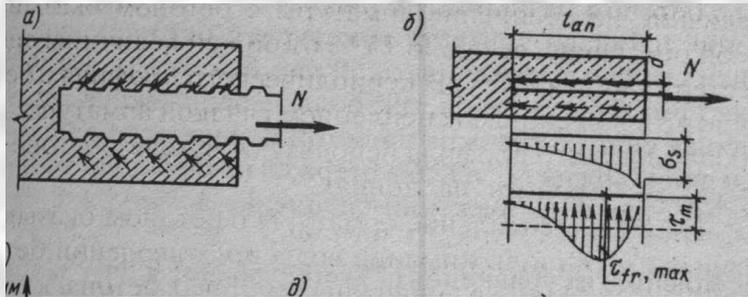
Сцепление арматуры с бетоном

Прочность сцепления арматуры с бетоном оценивают сопротивлением выдергиванию или вдавливанию арматурных стержней, заанкерowanych в бетоне.

Факторы, влияющие на прочность сцепления арматуры с бетоном:

- зацепление в бетоне выступов на поверхности арматуры периодического профиля (*a*);
- сил трения;
- склеивание арматуры с бетоном.

Распределение σ сцепления арматуры с бетоном по длине неравномерно (*б*).



τ_{max} - не зависит от длины анкеровки l_{an}

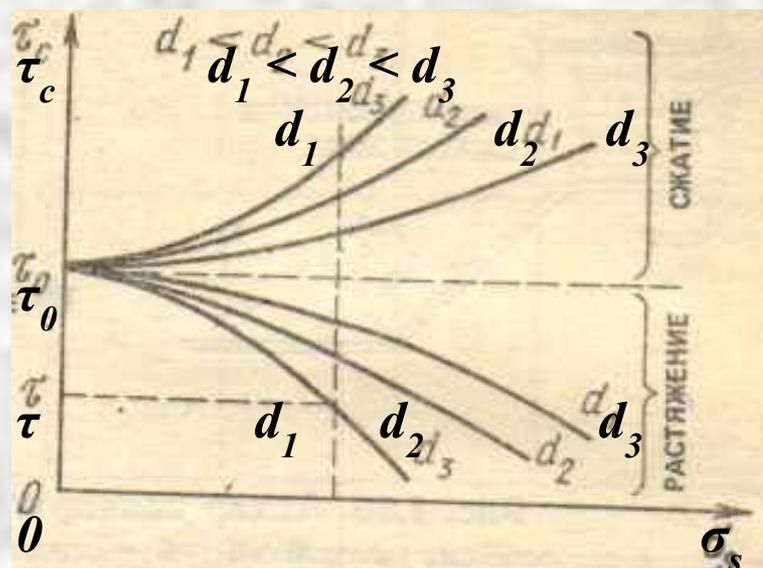
Среднее напряжение сцепления: $\tau_c = \frac{N}{l_{an} \cdot u}$

$\tau_c \approx 2,5...4 \text{ МПа}$

Если заделка арматуры в бетоне недостаточно, то к концам стержней приваривают шайбы или коротыши (*A240* - крюки).

Сцепление арматуры с бетоном

При вдавливании арматурного стержня в бетон прочность сцепления больше, чем при выдергивании. Это результат сопротивления окружающего бетона поперечному расширению сжимаемого стержня. С увеличением диаметра стержня и напряжения в нем, прочность сцепления при сжатии возрастает, а при растяжении арматуры – уменьшается, поэтому диаметр растянутых стержней следует ограничивать.

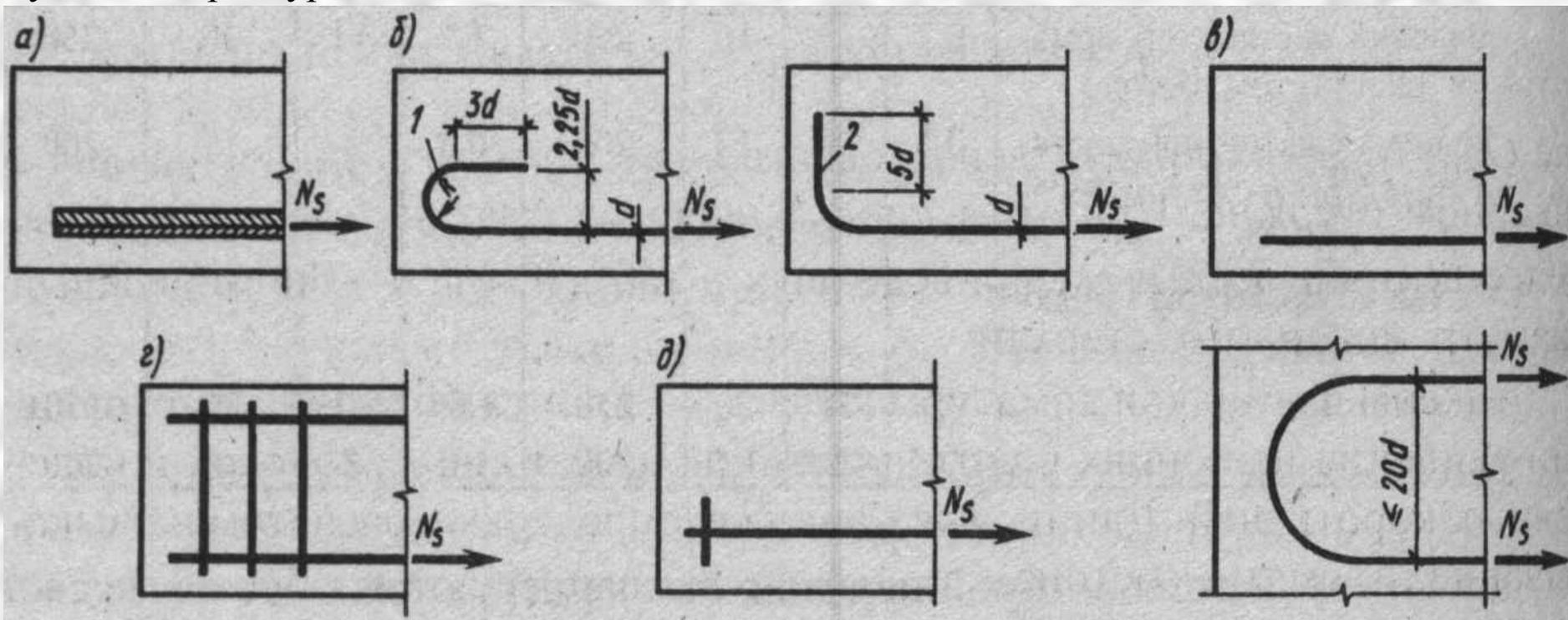


- Анкеровка ненапрягаемой арматуры

Анкеровка (закрепление концов арматуры в бетоне) достигается с помощью анкерных устройств или запуском арматуры за рассматриваемое сечение на длину зоны передачи усилий с арматуры на бетон.

Анкеровка ненапрягаемой арматуры

Анкеровка (закрепление концов арматуры в бетоне) достигается с помощью анкерных устройств или запуском арматуры за рассматриваемое сечение на длину зоны передачи усилий с арматуры на бетон.



a – сцепление прямых стержней с бетоном; *б* – крюками и лапками; *в* – петлями;
г – приваркой поперечных стержней; *д* – особыми приспособлениями (анкерами);
1, 2 – прямые участки

Анкеровка ненапрягаемой арматуры

В сварных сетках (каркасах) анкерами гладких стержней являются поперечные стержни.

Стержни периодического профиля не снабжаются крюками, т.к. обладают значительно лучшим сцеплением с бетоном.

Анкеровка ненапрягаемой арматуры

В сварных сетках (каркасах) анкерами гладких стержней являются поперечные стержни.

Стержни периодического профиля не снабжаются крюками, т.к. обладают значительно лучшим сцеплением с бетоном.

В сварных сетках (каркасах) анкерами гладких стержней являются поперечные стержни.

Базовая (основная) длина анкеровки

$$l_{0,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s}, \quad R_{bond} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{bt}$$

здесь η_1 – коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности :

1,5 – для гладкой арматуры (класса A240); 2,0 – холоднодеформируемой арматуры периодического профиля (класса B500); 2,5 – для горячекатанной и термомеханически упрочненной арматуры периодического профиля (классов A300, A400 и A500)

η_2 – коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры :

1,0 – при диаметре арматуры $d_s \leq 32$ мм;
0,9 – при диаметре арматуры 36 и 40 мм.

Требуемая расчетная длина анкеровки арматуры с учетом конструктивного решения

$$l_{an} = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}},$$

где $l_{0,an}$ – базовая длина анкеровки;

$A_{s,cal}$, $A_{sp,ef}$ – площади сечения арматуры соответственно, по расчету с полным расчетным сопротивлением и фактически установленная;

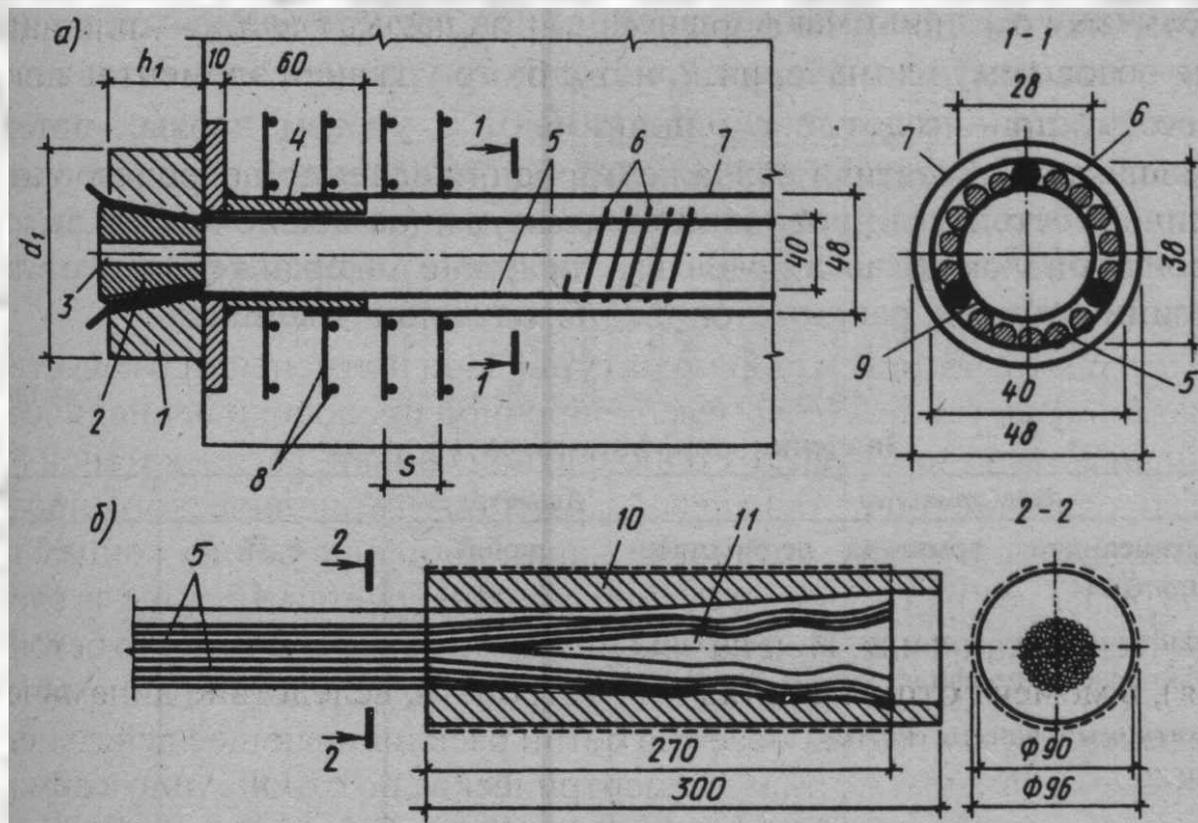
α – коэффициент, учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры:

$\alpha = 1,0$ – для растянутых стержней;

$\alpha = 0,75$ – для сжатых стержней.

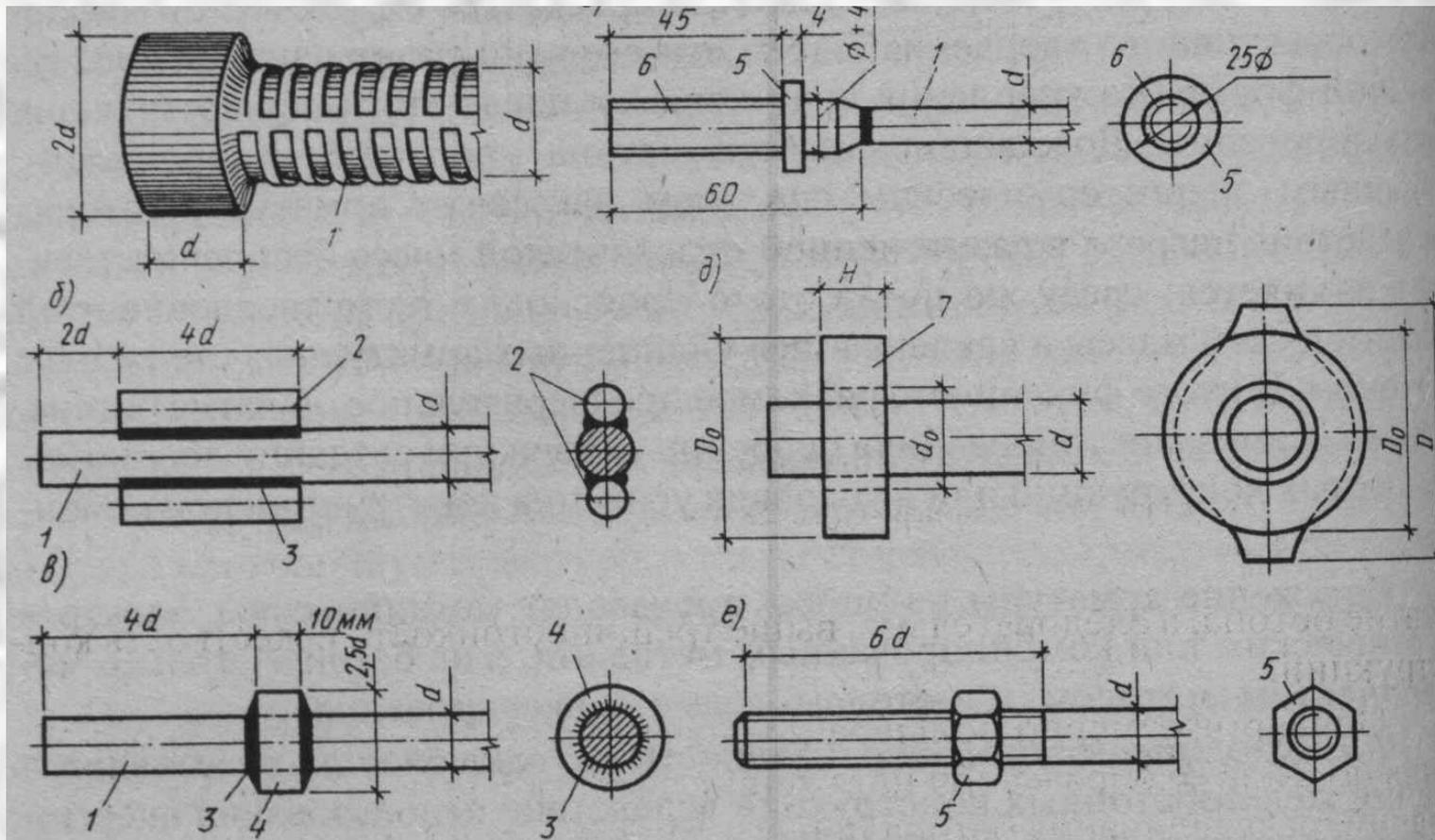
$$l_{an} \geq 0,3 \cdot l_{0,an}; \quad l_{an} \geq 15d_s; \quad l_{an} \geq 200 \text{ мм}$$

Анкеровка пучков



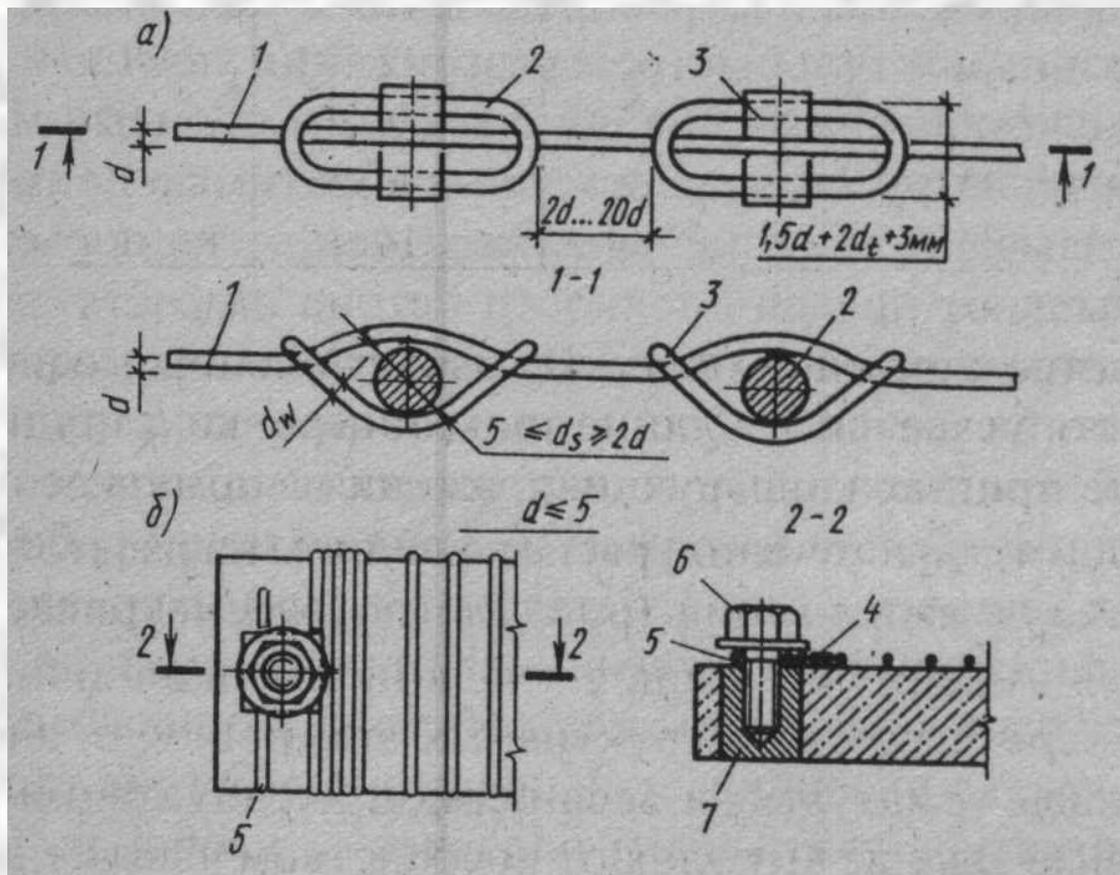
a – колодочный анкер; *б* – гильзоклиновый анкер; *1* – стальная колодка; *2* – стальная коническая пробка; *3* – отверстие в пробке для инъецирования раствора в канал; *4* – стальной патрубков; *5* – высокопрочная проволока; *6* – скрутки из отожженной (мягкой) проволоки диаметром 3 мм; *7* – трубки из кровельной стали; *8* – сварные сетки; *9* – отрезок спирали из стальной проволоки диаметром 2 мм; *10* – гильза из мягкой стали; *11* – клин из стали

Зажимы стержневой арматуры



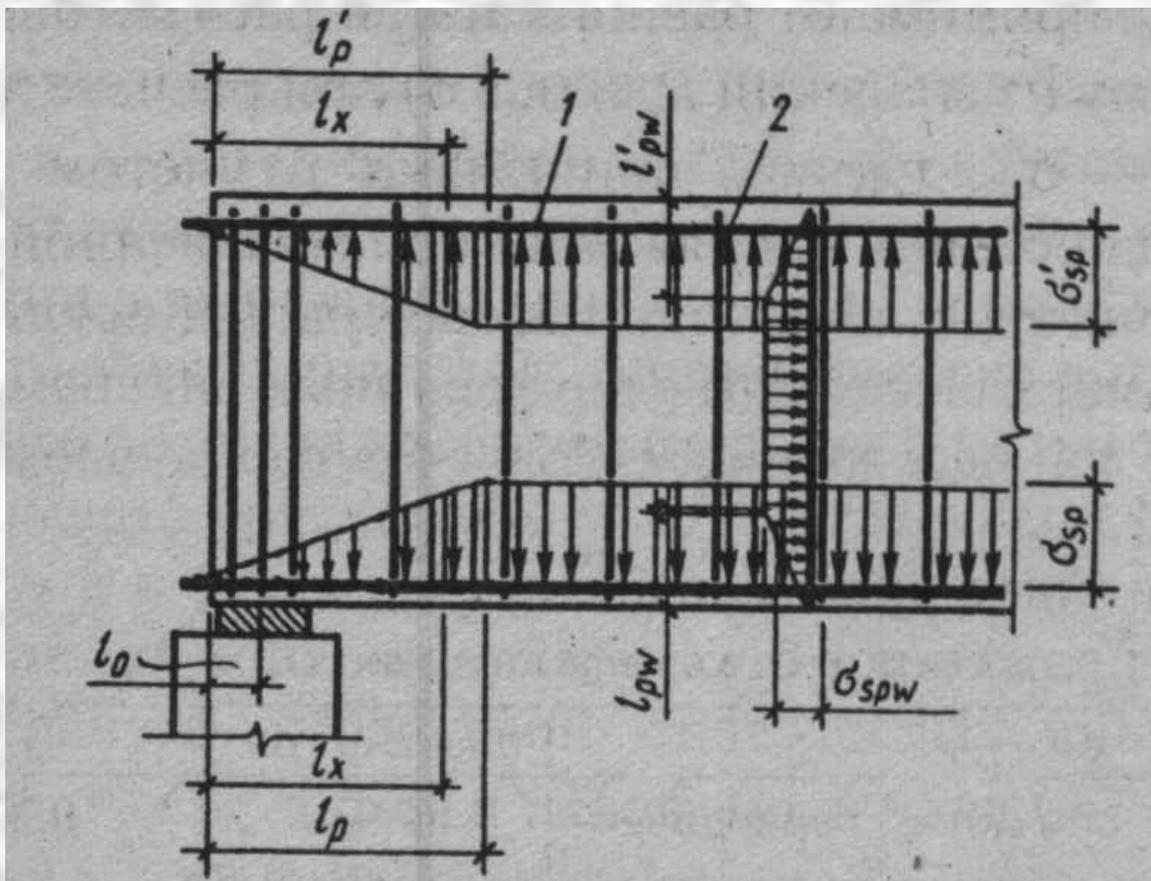
1 – арматурные стержни; 2 – коротыши; 3 – сварка; 4 – кольцо; 5 – гайка;
6 – стальной штампованный наконечник с нарезкой, привариваемый к арматуре;
7 – обжимная шайба

Анкеровка проволочной или канатной арматуры



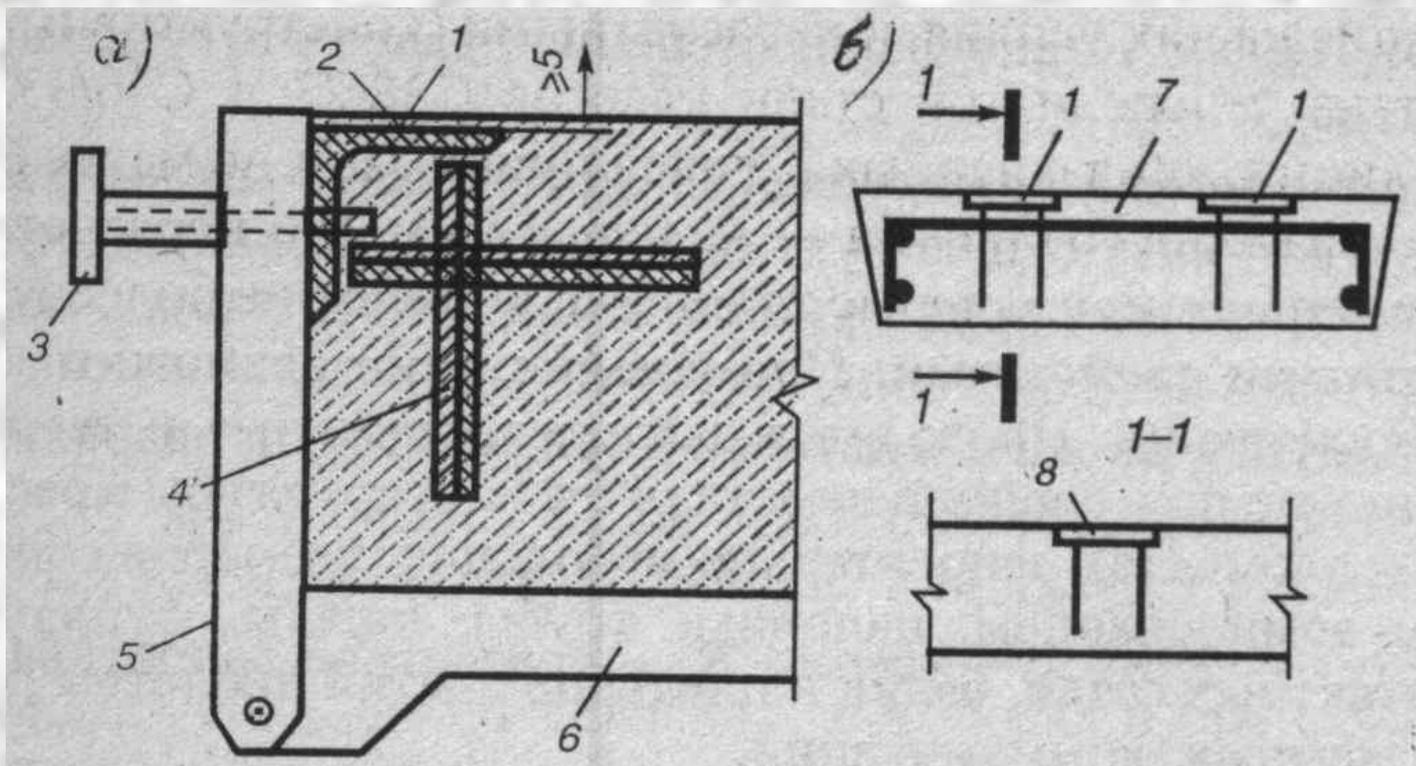
а – анкеровка анкерными кольцами; *б* – то же, зажимными болтами;
1 – высокопрочная гладкая проволока или канат; *2* – кольцо; *3* – штырь; *4* – витки арматуры с ослабленным напряжением; *5* – конец обмотки; *6* – зажимной болт диаметром 12 мм; *7* – анкер сечением 25×25 мм

Схема распределения предварительного напряжения по длине арматуры без анкеров на концах



1 – продольная арматура; *2* – поперечная арматура

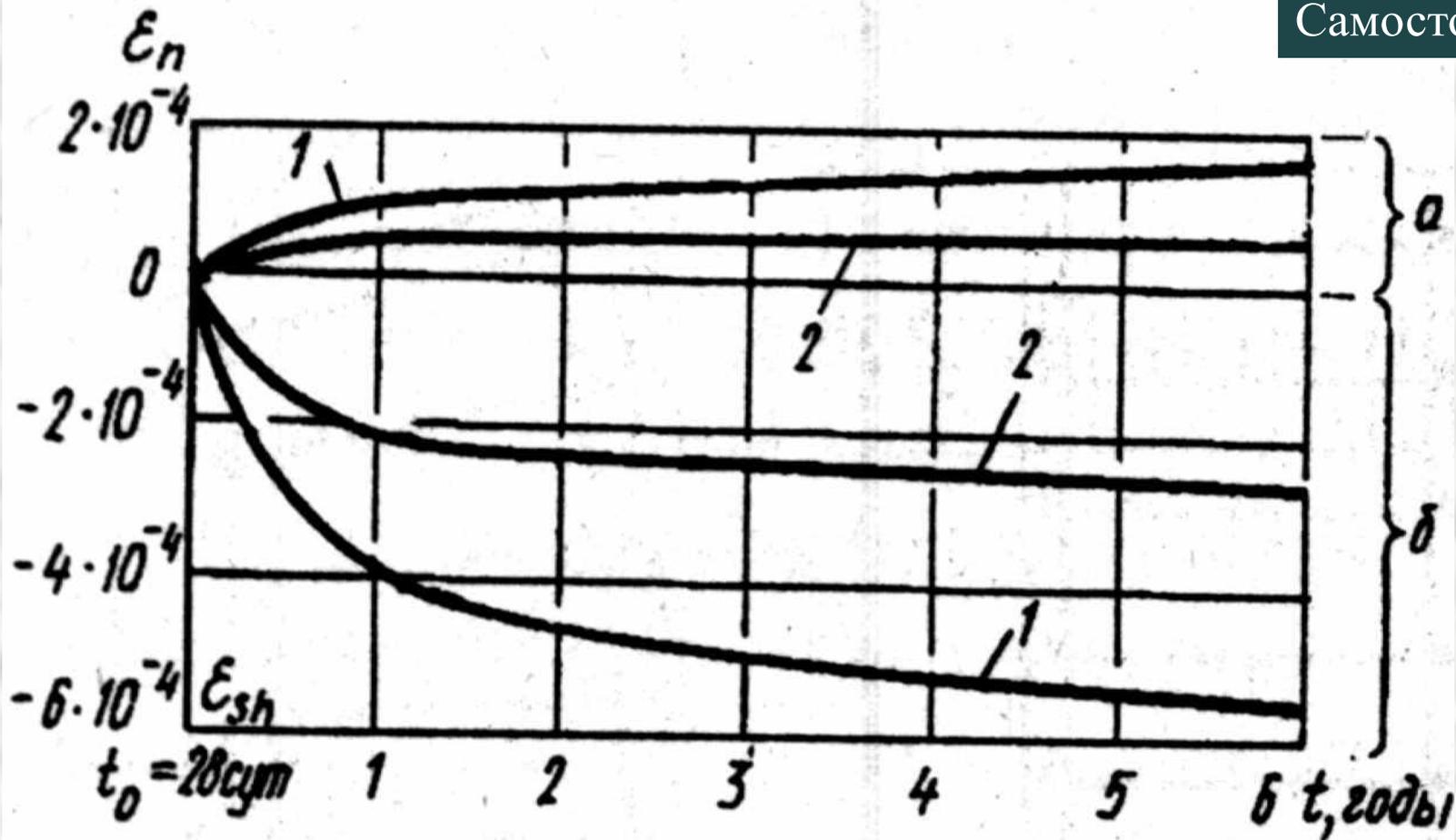
Примеры фиксации закладных деталей



a – к борту формы; *б* – к арматуре; *1* – закладная деталь; *2* – шплинт в виде проволоки, выходящей на поверхность бетона (извлекают после уплотнения бетона); *3* – винтовой фиксатор; *4* – анкерующие стержни; *5* – борт формы; *6* – поддон формы; *7* – соединительный стержень; *8* – сварка

Усадка железобетона

Самостоятельно



a – набухание в воде; b – усадка на воздухе

1 – неармированный бетон; 2 – армированный бетон

Деформации стесненной усадки бетона приводит к появлению в железобетоне внутренне уравновешенных начальных напряжений – растянутых в бетоне и сжимающих в арматуре.

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{s\text{св}} - \varepsilon_{s\text{ст},s}$$

где :

ε_{bt} – деформации в бетоне;

$\varepsilon_{s\text{св}}$ – деформации свободной усадки бетона;

$\varepsilon_{s\text{ст},s}$ – деформации стесненной усадки железобетона

Средние растягивающие напряжения в бетоне:

$$\sigma_{bt} = \varepsilon_{bt} \cdot E'_{bt} = \varepsilon_{bt} \cdot E_{bt} \cdot \nu_{bt}$$

где:

E'_{bt} — модуль деформации бетона;

E_{bt} — начальный модуль упругости бетона;

$\nu_{bt} = \varepsilon_{el,t} / \varepsilon_{bt} \approx 0,5$ — коэффициент
упругопластических
деформаций бетона.

Сжимающие напряжения в арматуре:

$$\sigma_s = \varepsilon_{s\text{сж},s} \cdot E_s$$

где: E_s - модуль упругости арматуры.

Уравнение равновесия продольных усилий в железобетонном элементе с симметричным армированием:

$$\sigma_s \cdot A_s = \sigma_{bt} \cdot A$$

где: A - площадь сечения бетона.

Отсюда, учитывая, что $\mu_1 = A_s / A$

$$\sigma_s = \sigma_{bt} / \mu_1$$

После преобразования

$$\frac{\sigma_{bt}}{E'_{bt}} = \frac{\sigma_{bt}}{E_b \cdot \nu_{bt}} = \varepsilon_{s\boxtimes} - \frac{\sigma_{bt}}{\mu_1 \cdot E_s}$$

где:

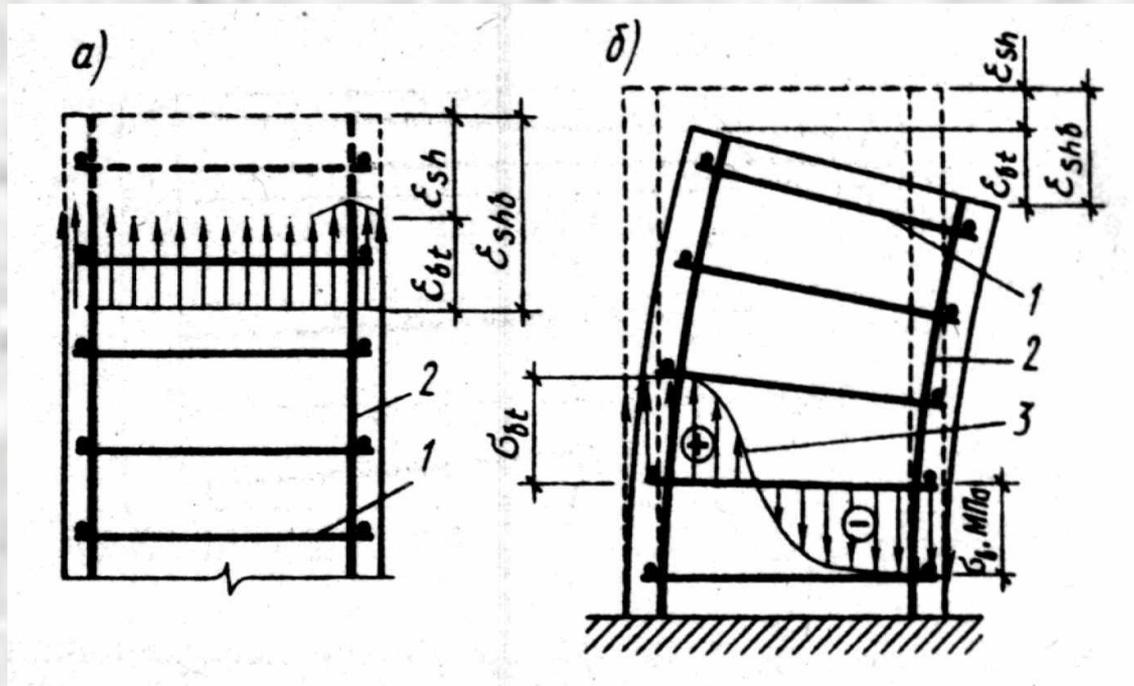
$$\alpha = \frac{E_s}{E_{bt}}$$

МОЖНО НАЙТИ:

$$\sigma_{bt} = \frac{\varepsilon_{sl,s} \cdot \nu_{bt}}{\frac{1}{\mu_1} + \frac{\alpha}{\nu_{bt}}}$$

Усадка железобетона

Схема деформации армированного элемента от усадки бетона



Самостоятельно

a, б – симметричное и несимметричное армирование;

1 – поперечная; *2* – продольная (рабочая) арматура; *3* – примерная эпюра напряжений сжатия σ_b и растяжения σ_{bt} в бетоне; ϵ_{sh} – усадка железобетонного образца; ϵ_{shb} – усадка бетонного образца-близнеца; ϵ_{bt} – деформации растяжения бетона в железобетонном образце от усадки бетона

Ползучесть железобетона обусловлена ползучестью бетона.

Стальная арматура препятствует свободной ползучести бетона.

В результате стесненной ползучести бетона происходит перераспределение усилий между бетоном и арматурой.

Наиболее интенсивно этот процесс протекает в первые месяцы, а затем в течение длительного времени (более года) постепенно затухает.

Параллельно происходит релаксация напряжений в бетоне и увеличение напряжений в ненапрягаемой арматуре.

Напряжения в напрягаемой арматуре уменьшаются (потери предварительного напряжения).

Уровень релаксации зависит от процента армирования. Чем больше процент армирования, тем больше релаксация напряжений в бетоне и меньше ползучесть.

На работу железобетонных конструкций ползучесть бетона оказывает различное влияние:

- В сжатых коротких железобетонных элементах – обеспечивает полное использование прочности бетона и арматуры;
- В изгибаемых железобетонных элементах – увеличивает прогиб;
- В предварительно напряженных железобетонных элементах – приводит к частичной потере предварительного напряжения.
- В гибких сжатых элементах – увеличивает начальные эксцентриситеты, что может снизить несущую способность.

Ползучесть и усадка бетона в железобетонных конструкциях протекают одновременно и совместно влияют на работу конструкций.

Ползучесть железобетона

Самостоятельно

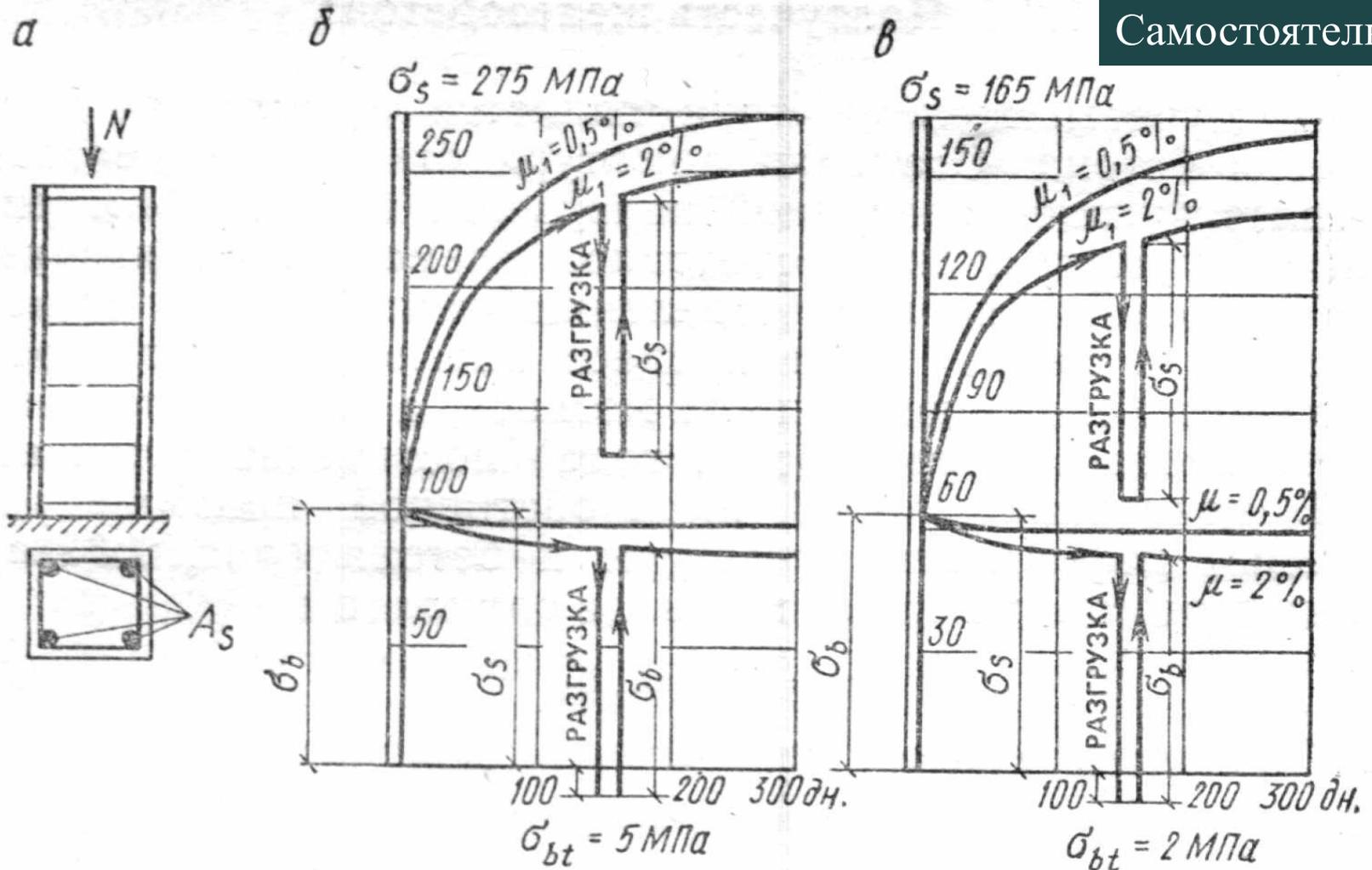


Рис. 1.38. Перераспределение напряжений между арматурой и бетоном сжатой железобетонной призмы вследствие ползучести бетона
 а — схема железобетонной призмы под нагрузкой; б — для бетона класса В40;
 в — то же В15

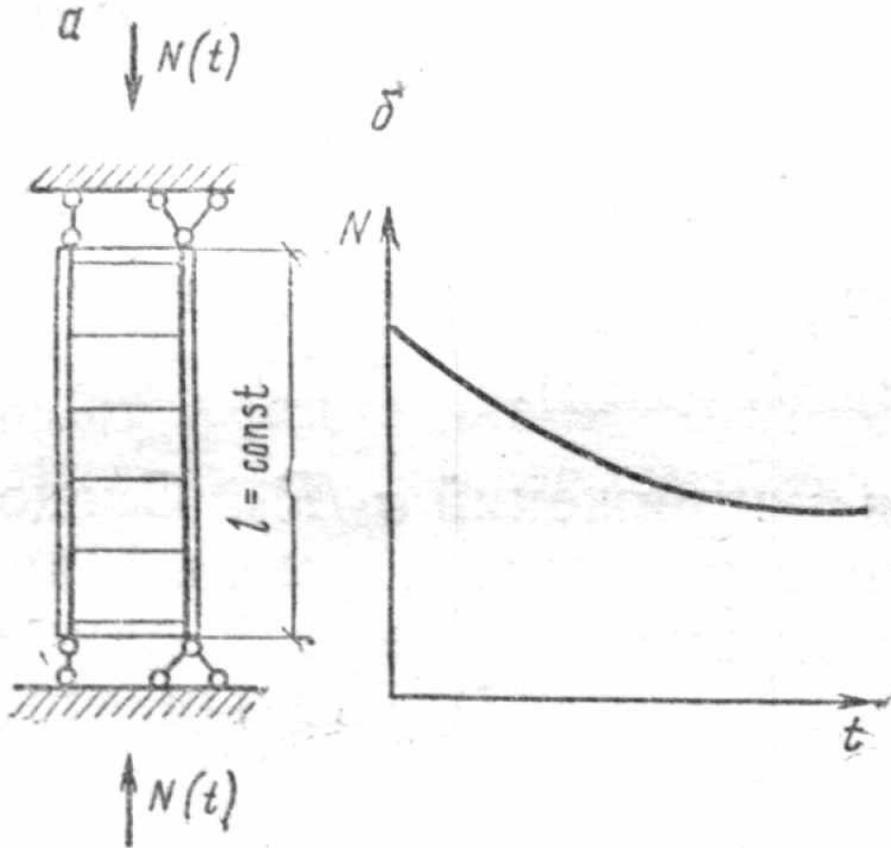


Рис. 1.39. Релаксация напряжений в бетоне при постоянных напряжениях в арматуре железобетонной призмы

а — схема железобетонной призмы с наложенными связями; б — характер изменения реакции связей N с течением времени

Коррозионная стойкость железобетонных конструкций зависит от плотности бетона и степени агрессивности среды.

Коррозия бетона:

Основные факторы, от которых зависит направление, вид и скорость коррозии бетона:

- свойства цемента;
- плотность бетона;
- свойства окружающей среды

Коррозия железобетона и меры защиты от нее

Самостоятельно

Чем менее плотен и более проницаем бетон, тем скорее протекает процесс коррозии.

Поэтому особое внимание должно уделяться подбору состава в целях получения наиболее плотного бетона.

На коррозии стойкости бетона могут сказаться и свойства заполнителя: опасными являются слабые породы или способные разрушаться под действием агрессивной среды (известняки, некоторые виды песчаников).

Под воздействие кислых вод эти породы способны разрушаться и этим усиливать разрушения бетона.

Коррозия железобетона и меры защиты от нее

Самостоятельно

В зависимости от свойств агрессивной среды газообразной и водной – коррозия может протекать по трем основным направлениям, в соответствии с которыми различают три основных вида коррозии бетона:

под влиянием воды, фильтруется сквозь бетон, происходит прямое растворение цементного камня и в первую очередь гидрата окиси кальция. Наибольшей растворяющей способностью (*т.е. агрессивностью*) обладают мягкие воды с малым содержанием солей кальция;

Коррозия железобетона и меры защиты от нее

Самостоятельно

В зависимости от свойств агрессивной среды газообразной и водной – коррозия может протекать по трем основным направлениям, в соответствии с которыми различают три основных вида коррозии бетона:

- под влиянием воды, фильтруется сквозь бетон, происходит прямое растворение цементного камня и в первую очередь гидрата окиси кальция. Наибольшей растворяющей способностью (*т.е. агрессивностью*) обладают мягкие воды с малым содержанием солей кальция;
- между веществами, содержащимися в агрессивной среде и цементном камне, протекают химические реакции, продукты которых частично остаются на месте в виде аморфной массы, а главным образом тоже растворяются и уносятся агрессивной средой. Сюда же может быть отнесено и прямое действие большинства кислот, которые энергично вступают во взаимодействие с гидратом окиси кальция и разлагают силикаты и алюминаты. Присутствие в растворе свободной углекислоты CO_2 разрушительно действует на бетон;

Коррозия железобетона и меры защиты от нее

Самостоятельно

В зависимости от свойств агрессивной среды газообразной и водной – коррозия может протекать по трем основным направлениям, в соответствии с которыми различают три основных вида коррозии бетона:

- под влиянием воды, фильтруется сквозь бетон, происходит прямое растворение цементного камня и в первую очередь гидрата окиси кальция. Наибольшей растворяющей способностью (*т.е. агрессивностью*) обладают мягкие воды с малым содержанием солей кальция;
- между веществами, содержащимися в агрессивной среде и цементном камне, протекают химические реакции, продукты которых частично остаются на месте в виде аморфной массы, а главным образом тоже растворяются и уносятся агрессивной средой. Сюда же может быть отнесено и прямое действие большинства кислот, которые энергично вступают во взаимодействие с гидратом окиси кальция и разлагают силикаты и алюминаты. Присутствие в растворе свободной углекислоты CO_2 разрушительно действует на бетон;
- продукты химического взаимодействия агрессивной среды и бетон не растворяются, а кристаллизуясь, заполняют те поры, в которых они образовались. Рост кристаллов вызывает напряжение в стенках пор, что приводит к их разрыву и быстрому разрушению бетона.

Коррозия арматуры

Самостоятельно

Коррозия обычно сопровождается и коррозией арматуры, но последняя может протекать и без коррозии бетона.

Защита арматуры от коррозии достигается образованием плотной бетонной оболочки и щелочной среды цементного камня

Коррозия арматуры

Самостоятельно

Коррозия арматуры происходит там, где бетон периодически смачивается водой

Продукты коррозии арматуры (ржавчина), значительно увеличиваясь в объеме против первоначального объема стали, откалывают защитный слой бетона, обнажая арматуру и способствуя дальнейшему разрушению конструкции

Мероприятия по защите от коррозии

Самостоятельно

При выборе мероприятий для предотвращения коррозии бетона и арматуры учитывается степень агрессивности среды, а также характер и назначение сооружения.

Необходима продуманная система отвода агрессивных растворов.

Важна исправность вентиляции.

Необходима разработка системы отвода заводских сбросовых и оборотных вод не только в пределах сооружения, но и вне его.

Большое значение имеет выбор вида цемента и подбор состава бетона с учетом агрессивности среды. В многих случаях необходимо применение специального сульфатостойкого цемента.

Значительную роль играют W/C отношение .

В ряде случаев необходимо защищать поверхность бетона.

Для поверхностных покрытий используют битумы и каменноугольные смолы, цементные штукатурки, облицовка стойкими материалами (керамика, стекло, камень).

Армоцемент – особый вид железобетона, приготовленный на цементно-песчаном бетоне, армированный сетками из тонкой проволоки диаметром *0,5...1 мм* с мелкими ячейками размером *до 10×10 мм*.

Расстояние между сетками – *3...5 мм*.

В результате получается достаточно однородный по свойствам материал.

Из армоцемента изготавливают конструкции с малой толщиной стенок – *10...30 мм* (оболочки, волнистые своды).

Армирование выполняют по расчету.

Предельная растяжимость бетона в армоцементных конструкциях благодаря большой поверхности сцепления арматуры с бетоном возрастает.

Особенность армоцемента – малая ширина раскрытия трещин, что позволяет полностью использовать прочность арматурных сеток без предварительного напряжения.

Возможно комбинированное армирование – сетками и напрягаемой арматурой.

Недостатки: невысокая огнестойкость и небольшая коррозионная стойкость.

Применять можно лишь нормальной влажности в отсутствии агрессивной среды.

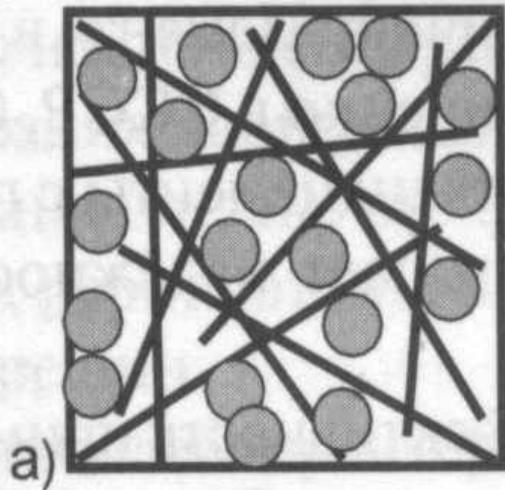
Фибробетон - особый вид железобетона, армированный фибрами.

Фибры могут быть выполнены из различных материалов: сталь, стекло, углепластик, базальт, асбест и т.д.

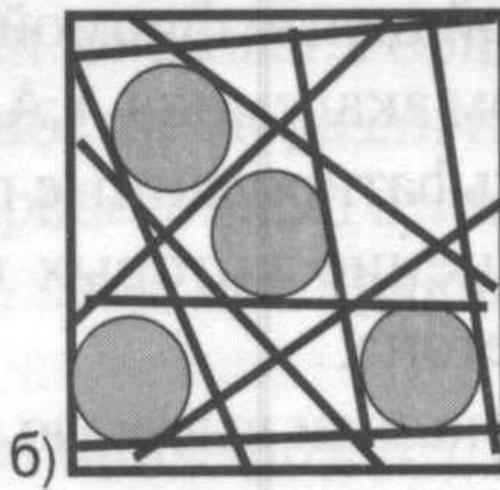
В результате дисперсного армирования получается достаточно однородный по свойствам материал с высоким сопротивлением не только сжатию, но и растяжению.

Характер распределения фибры в зависимости от крупности заполнителя

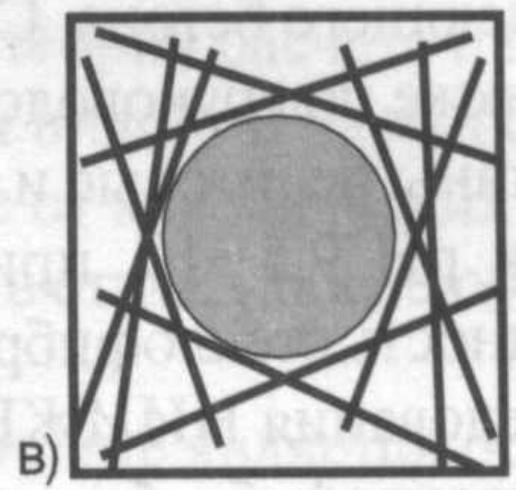
Самостоятельно



a – 5 мм;



б – 19 мм;



в – 20 мм

Свойства различных видов волокон для изготовления фибры

| Волокно | Плотность, г/см ³ | Прочность на растяжение, МПа | Модуль упругости, МПа | Удлинение при разрыве, % |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Полипропиленовое | 0,90 | 400–770 | 3500–8000 | 10–25 |
| Полиэтиленовое | 0,95 | 600–720 | 1400–4200 | 10–12 |
| Нейлоновое | 1,10 | 770–840 | 4200–4500 | 16–20 |
| Акриловое | 1,10 | 210–420 | 2100–2150 | 25–45 |
| Полиэфирное | 1,40 | 730–780 | 8400–8600 | 11–13 |
| Хлопковое | 1,50 | 420–700 | 4900–5100 | 3–10 |
| Асбестовое | 2,60 | 910–3100 | 68 000–70 000 | 0,6–0,7 |
| Стеклоанное | 2,60 | 1800–3850 | 7000–8000 | 1,5–3,5 |
| Стальное | 7,80 | 600–3150 | 190 000–210 000 | 3–4 |
| Углеродное | 2,00 | 2000–3500 | 200 000–250 000 | 1–1,6 |
| Карбоновое | 1,63 | 1200–4000 | 280 000–380 000 | 2,0–2,2 |
| Полиамидное | 0,90 | 720–750 | 1900–2000 | 24–25 |
| Вискозное сверхпрочное | 1,20 | 660–700 | 5600–5800 | 14–16 |
| Базальтовое | 2,6–2,7 | 1600–3200 | 7000–11 000 | 1,4–3,6 |

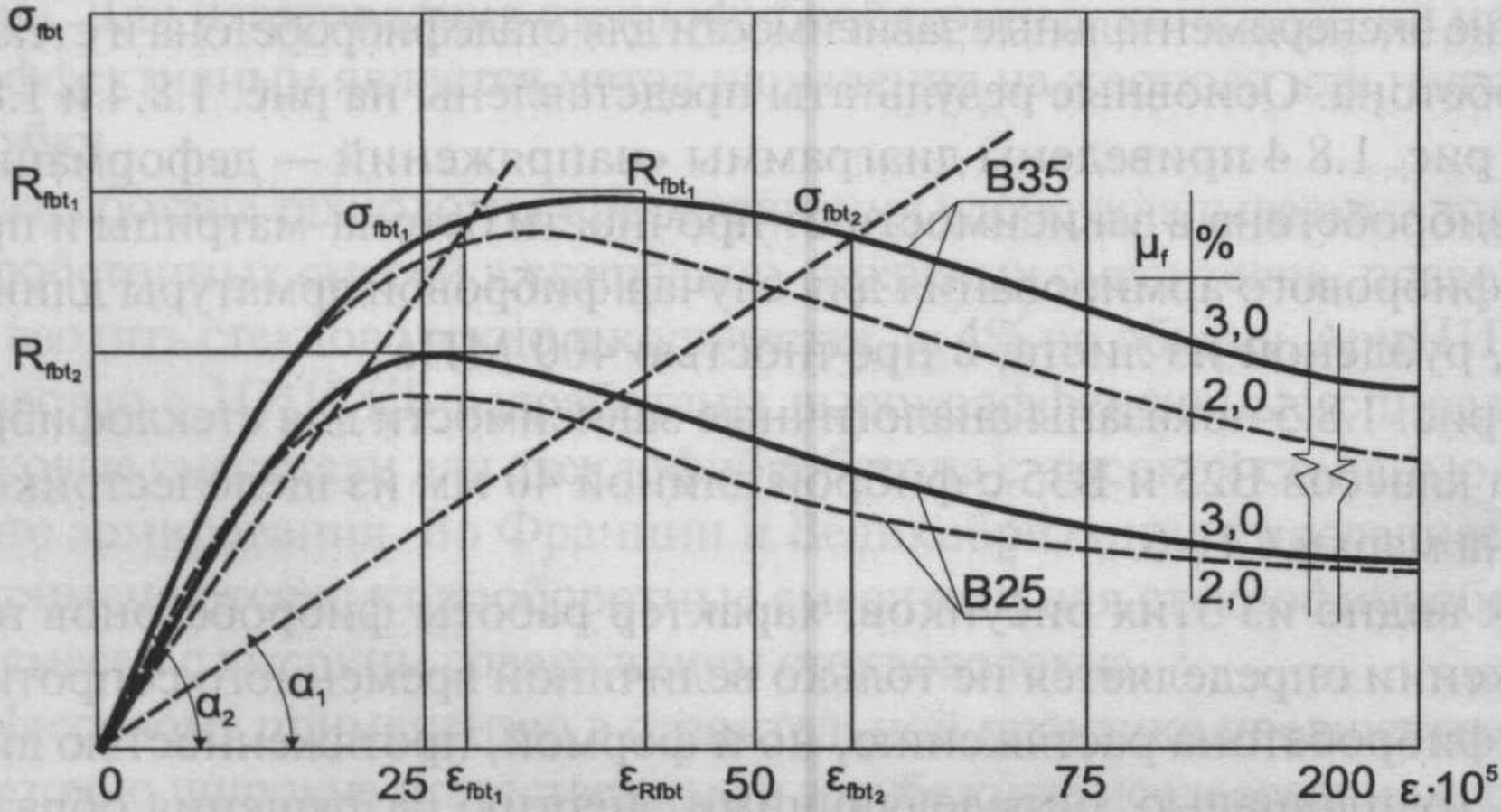
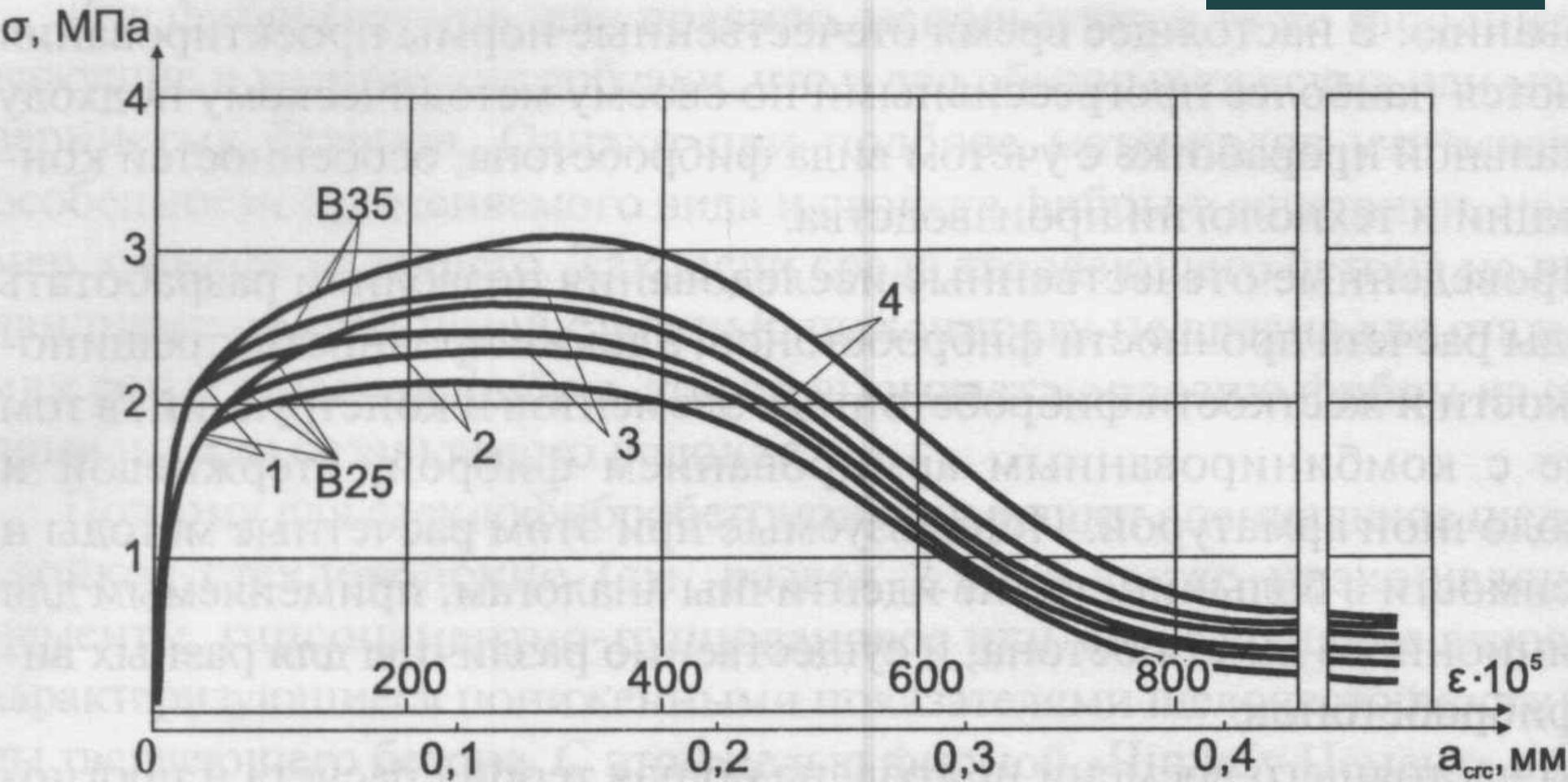


Рис. 1.8.5. Обобщенная схема зависимости « σ_f — ϵ » для стеклофибробетона

Диаграммы $\sigma-\varepsilon$ и $\sigma-a_{cr}$ при осевом растяжении

Самостоятельно



$1 - m = 0\%$; $2 - m = 0,7\%$; $3 - m = 1,25\%$; $4 - m = 1,8\%$

Армополимербетон – полимербетон со стальной или неметаллической арматурой. Коррозии стальной арматуры в полимербетоне не наблюдается. Армополимербетон обладает высокой коррозионной стойкостью, поэтому его применение целесообразно в условиях агрессивной внешней среды. Высокая водонепроницаемость позволяет применять армополимербетон при большом гидростатическом давлении.