

ТЕМА 1. Номенклатура
железобетонных изделий

**необходимо
знать для организации
технологического
процесса**

**Около 90 % производимых ЖБК – это
 типовые унифицированные конструкции.**

**На все виды конструкций
разрабатывается рабочая документация
(альбомы чертежей) по сериям зданий и
сооружений.**

**Перечень изделий по видам и маркам с
указанием основных характеристик сведены
в каталоги по соответствующим видам**

СТРОИТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ ТИПОВ СЕДИЛИЩ

- **эксплуатационные условия** (нагрузки, воздействие окружающей среды);
- **заводская технологичность;**
- **возможность транспортирования и монтажа.**

Заводская технологичность

обуславливает предельную массу изделий, их форму и размеры, вид армирования и т. п.

По условиям транспортного оборудования – длина изделий не превышает 25 м, ширина 3 м и масса 25 т.

Готовые изделия должны иметь максимальную степень заводской

1.2 классификация ЖБК

- 1 – по виду бетона и применяемых вяжущих
- 2 – по плотности применяемых бетонов
- 3 – по виду армирования
- 4 – по внутреннему строению
- 5 – по назначению
- 6 – внутри одного вида – по типоразмерам; по маркам

железобетонных изделий и конструкций

По виду:

1 – линейные

2 – плоскостные

объемные

3 – блочные

4 –

По назначению:

- для жилищно-гражданского строительства;
- для промышленных зданий;
- для инженерных сооружений;
- и др.

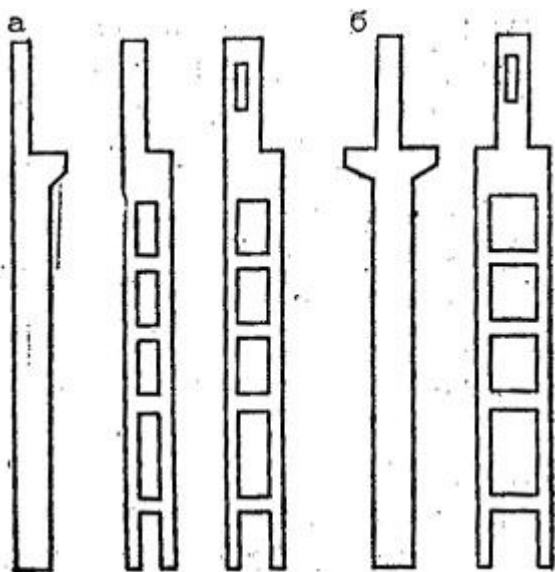
Железобетонные изделия

Сваи



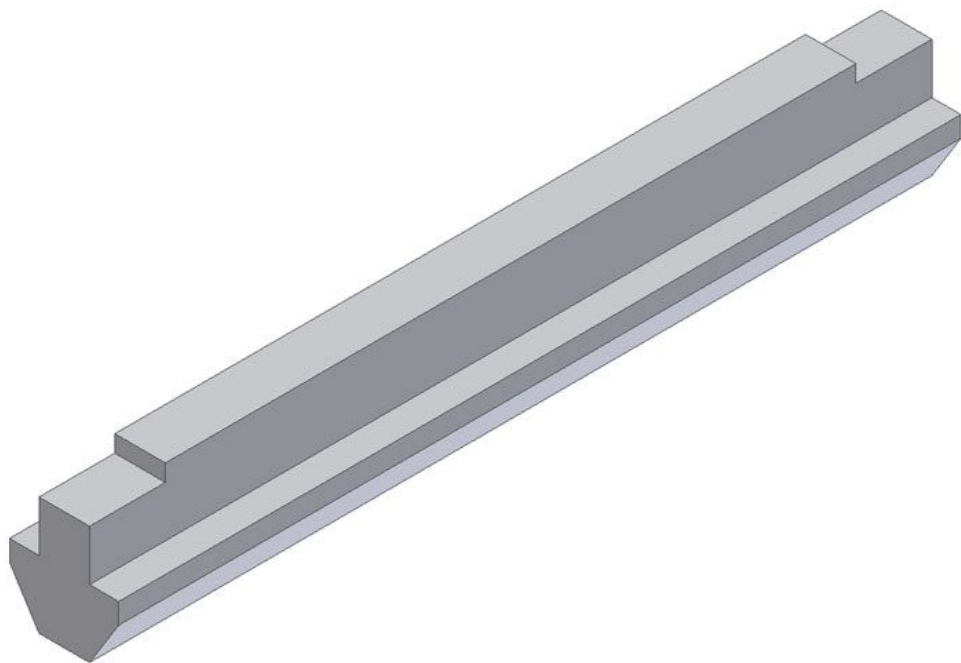
Железобетонные изделия

Колонны



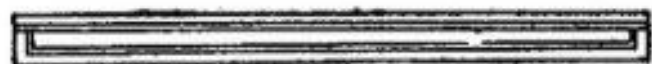
Железобетонные изделия

Ригели



Железобетонные изделия

Балки



а



б

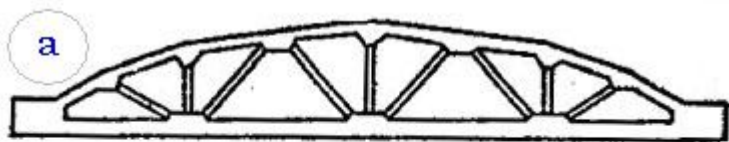


в



Железобетонные изделия

Фермы



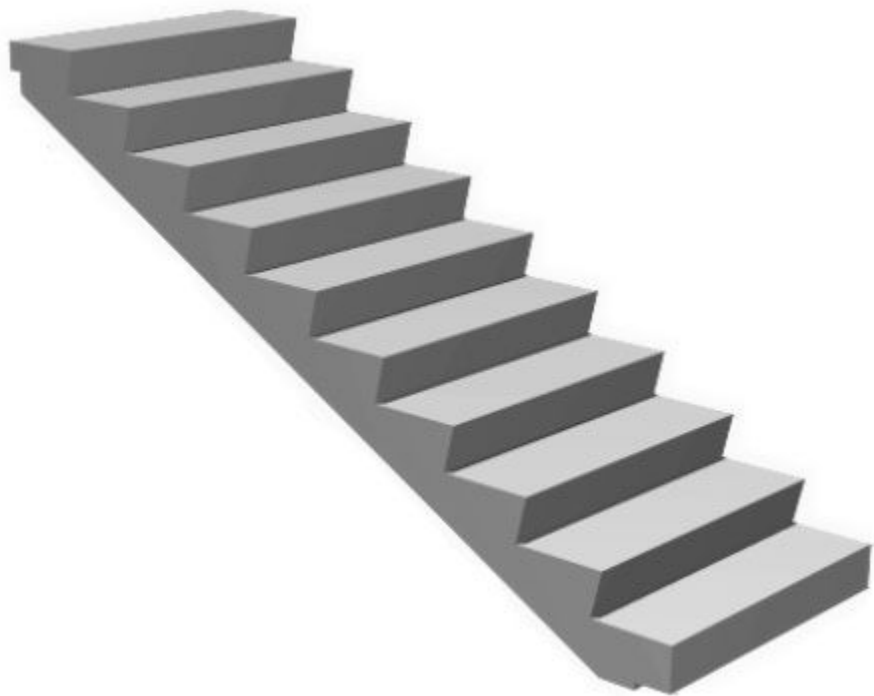
Железобетонные изделия

Плиты перекрытий



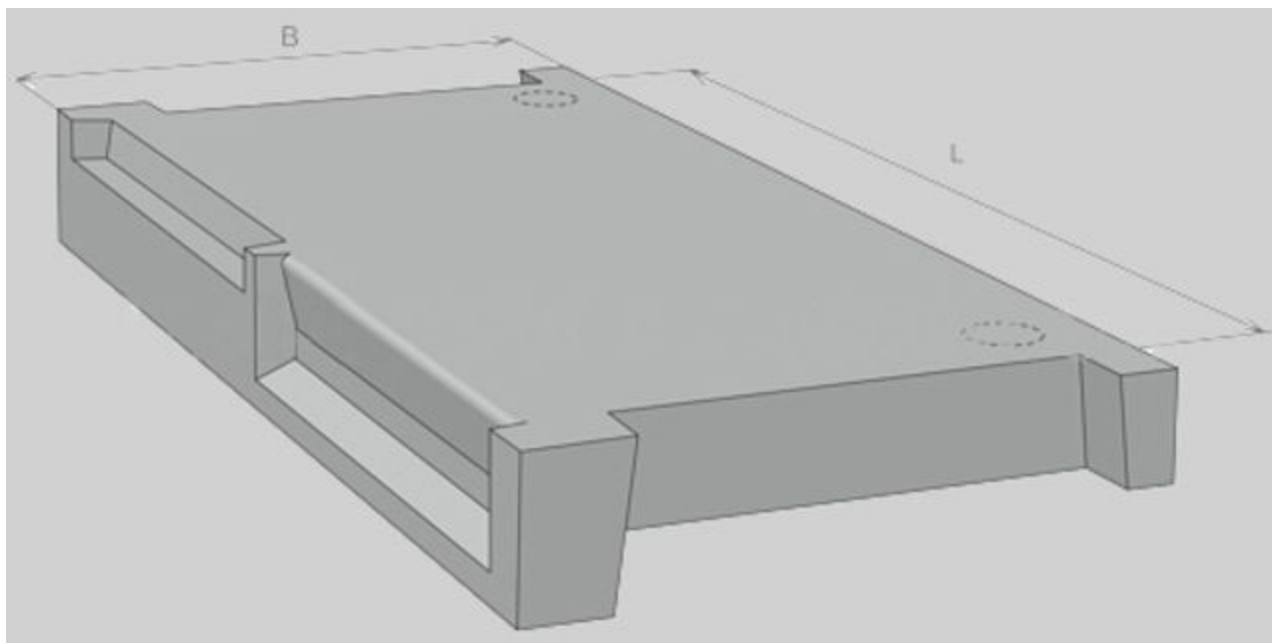
Железобетонные изделия

Лестничные марши



Железобетонные изделия

Лестничные площадки



Бетонные изделия

Блоки стен подвала (фундаментные блоки)



Железобетонные изделия

Кольца колодцев



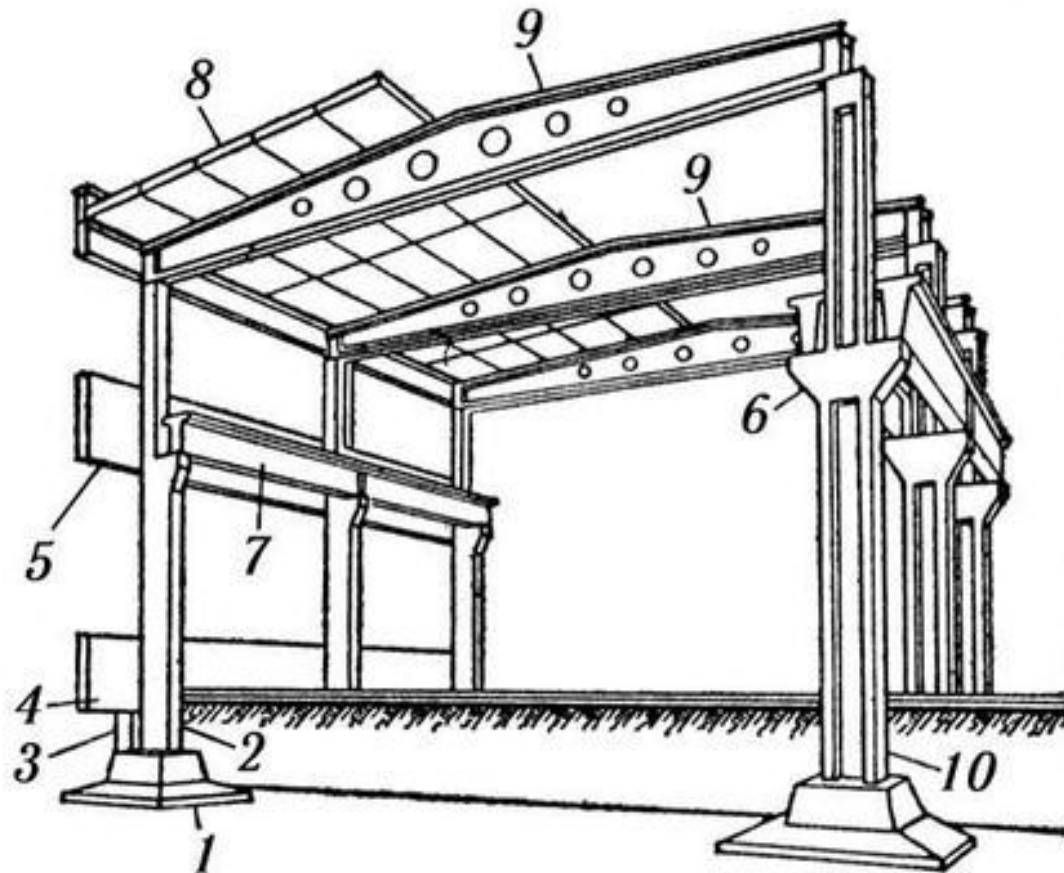
Железобетонные изделия

Трубы



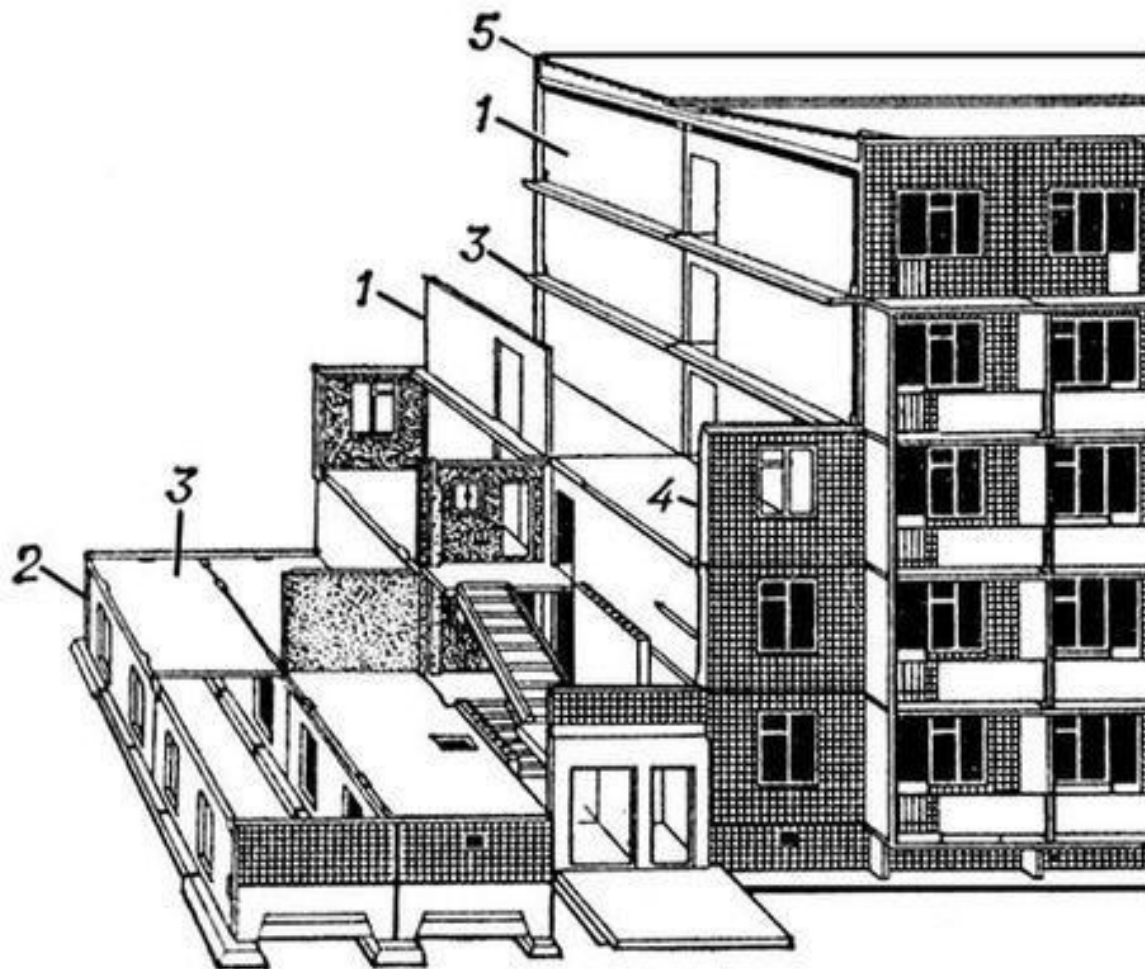
Железобетонные изделия

Схема промышленного железобетонного здания



Железобетонные изделия

Схема железобетонного панельного здания



ТЕМА 2. Технология
изготовления
железобетонных изделий

2.1 Общие сведения

Изготовление ЖБК складывается из следующих операций:

1 – основные:

- обязательные**
- дополнительные**

2 – вспомогательные

3 – транспортные

ОСНОВНЫМИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМИ

процессами, осуществляемыми всегда – независимо от вида изделий являются:

1 – приготовление бетонной смеси

2 – изготовление арматурных элементов

3 – армирование

4 – формование изделий

5 – твердение бетона

6 – освобождение готовых изделий из форм и

подготовка форм к следующему циклу

Иногда требуются **дополнительные** операции:

7 – обработка лицевых поверхностей

8 – укрупнительная сборка, повышение степени заводской готовности

принципы ее организации

Основное и транспортное оборудование, предназначенное для выполнения технологических операций в определенной последовательности, называется **технологической линией**

**организации технологического
процесса в производст- ве ЖБИ
являются:**

**1 – поточность, этот принцип
включает**

- ритмичность процесса
- синхронизацию длительности циклов
рабочих операций
- непрерывность потока

**2 – возможно большая
специализация**

**технологических линий по виду
изготавливаемых изделий**

ТЕМА 3. Приготовление бетонной смеси

Бетоносмесительный цех имеет в своем составе:

1 – склад цемента

2 – склад заполнителей

3 – бетоносмесительное отделение

**(расходные бункера, дозаторы,
бетоносмесители)**

3.1 Склады цемента

Бывают: - прирельсовые
- притрассовые

Обычно силосного типа:

- прямоугольно-пирамидальные с днищем в виде усеченной пирамиды
- цилиндрические с коническим днищем

Диаметр или сторона прямоугольного сечения от 5 до 10 м.

Вместимость складов может быть от 25 до 2500 т.

Для малых производств применяются инвентарные силосы объемом 10 – 20 т.

Компьютовка силосов в складе:

- **возможна в один, два (чаще всего) или несколько рядов;**
- **должна обеспечивать примыкание к внешним путям сообщения и достаточные разгрузочные фронты**

Изготавливаются силосы из металла или железобетона

Количество силосов и вместимость каждого определяется необходимой емкостью склада и условием раздельного хранения цемента по видам и маркам.

Для предотвращения слеживаемости необходимо периодическое разрыхление и перекачивание цемента в другой силос не реже 1 раза в 15 дней.

Виды складов цемента



определяется:

- **мощностью завода;**
- **принятого расчетного запаса** (обычно равен 5 – 10 суточной потребности предприятия)

Цемент поступает на заводы:

*** в железнодорожных вагонах-цементовозах:**

- бункерного типа (хопры)
- в виде цистерн

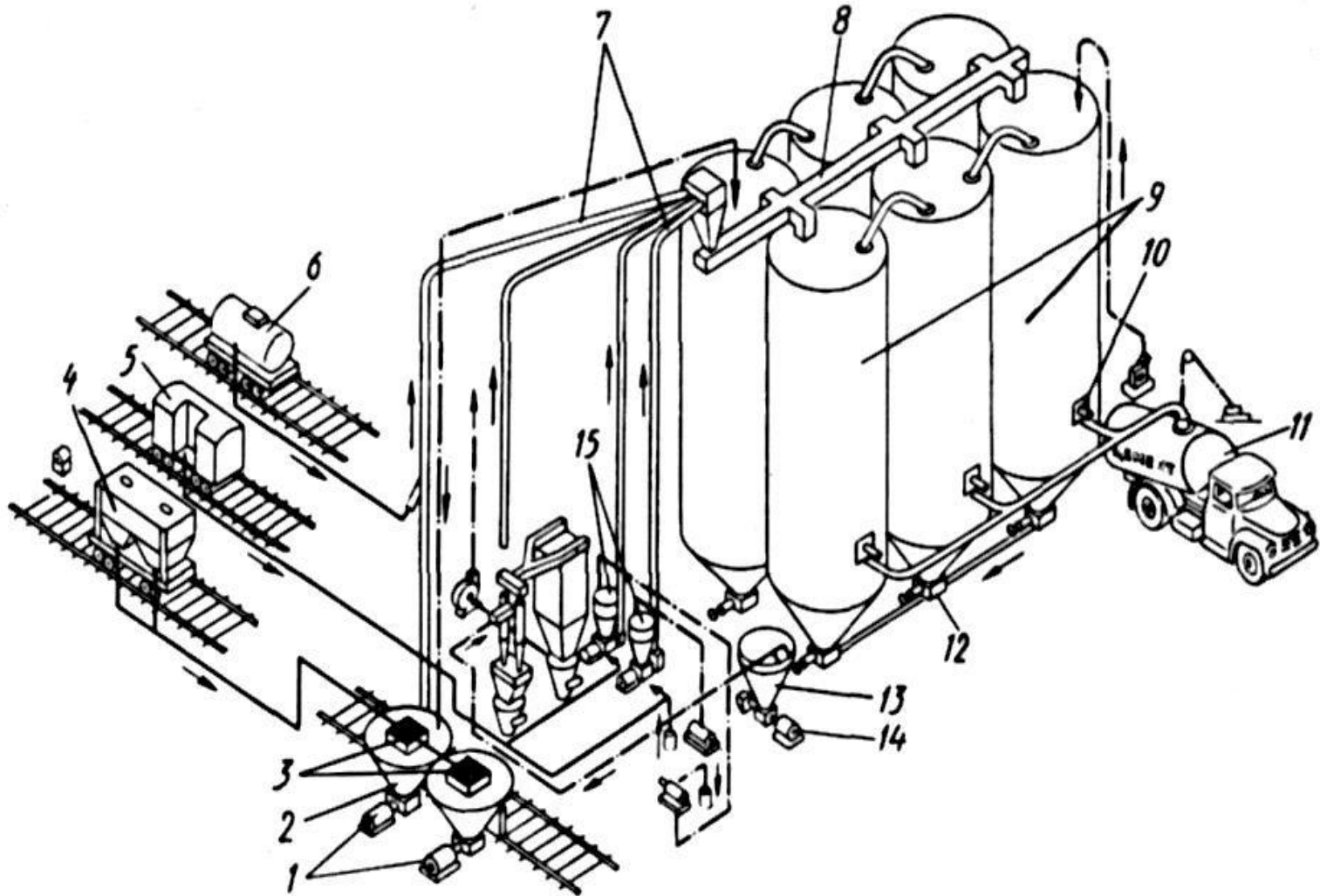
*** в автоцементовозах** – используются на расстояние не более

150 км

Для подачи цемента в силосы и перемещения его в пределах завода применяются:

- **пневматические устройства** (чаще всего);
- **механические – шнеки, ковшовые элеваторы** (иногда)

Технологическая схема прирельсового склада цемента



3.2 Склады заполнителей

Бывают:

А – открытые и закрытые (полностью или частично)

Б – прирельсовые, притрассовые и береговые

В – штабельные, полубункерные, бункерные и силосные

Г – эстакадные

Д - траншейные

подогревать. Для этого используются:

- бункера подогрева;
- паровые регистры(чаще всего);
- сушильные барабаны

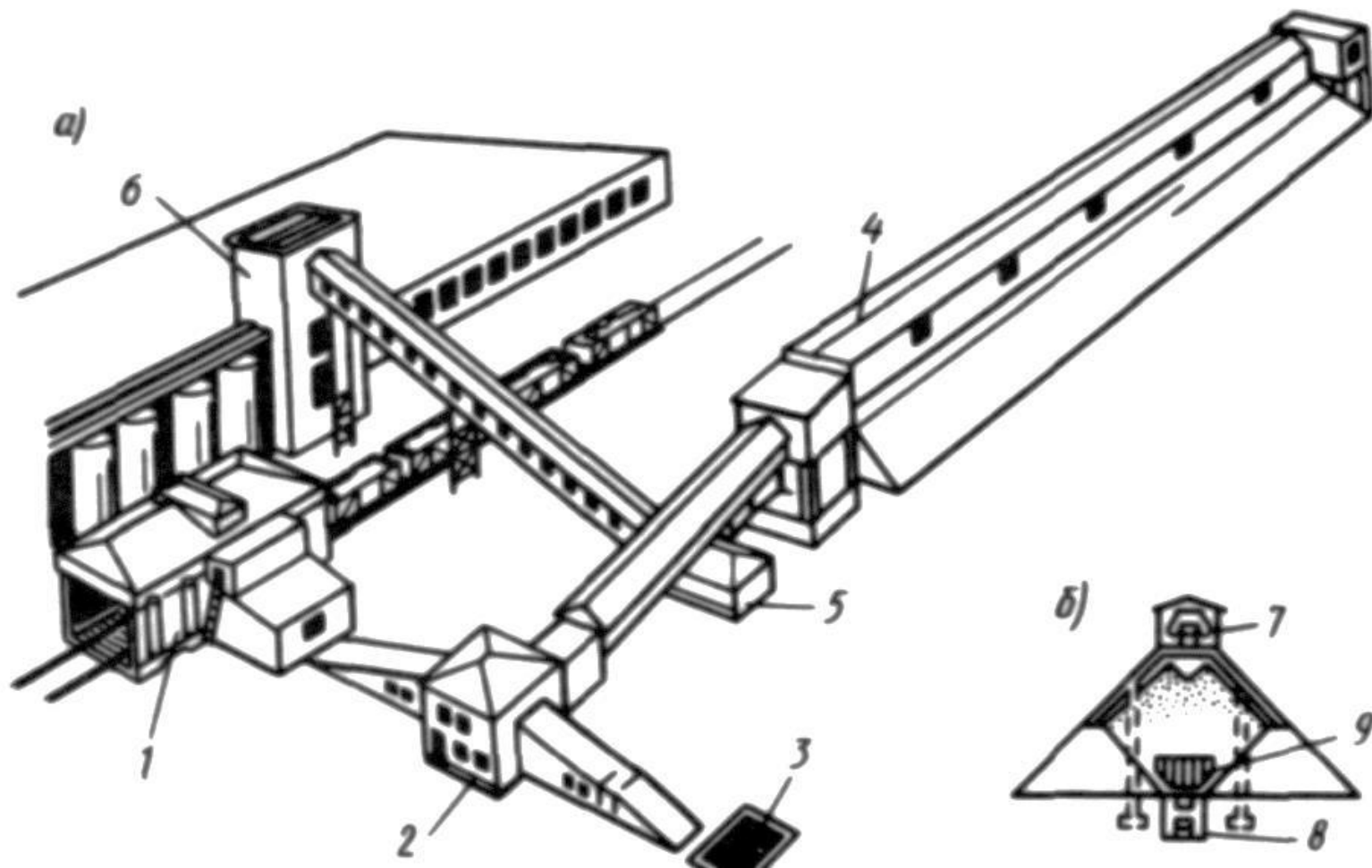
На складах предусматривается раздельное хранение заполнителей по видам и фракциям.

Как правило, транспортировка заполнителей на склад из приемных устройств и внутри склада осуществляется по ленточным конвейерам.

При выборе типа склада необходимо учитывать:

- климатические условия;
- вид внешнего транспорта;
- объем необходимого складского запаса.

Закрытый полубункерный эстакадно-траншейный склад заполнителей



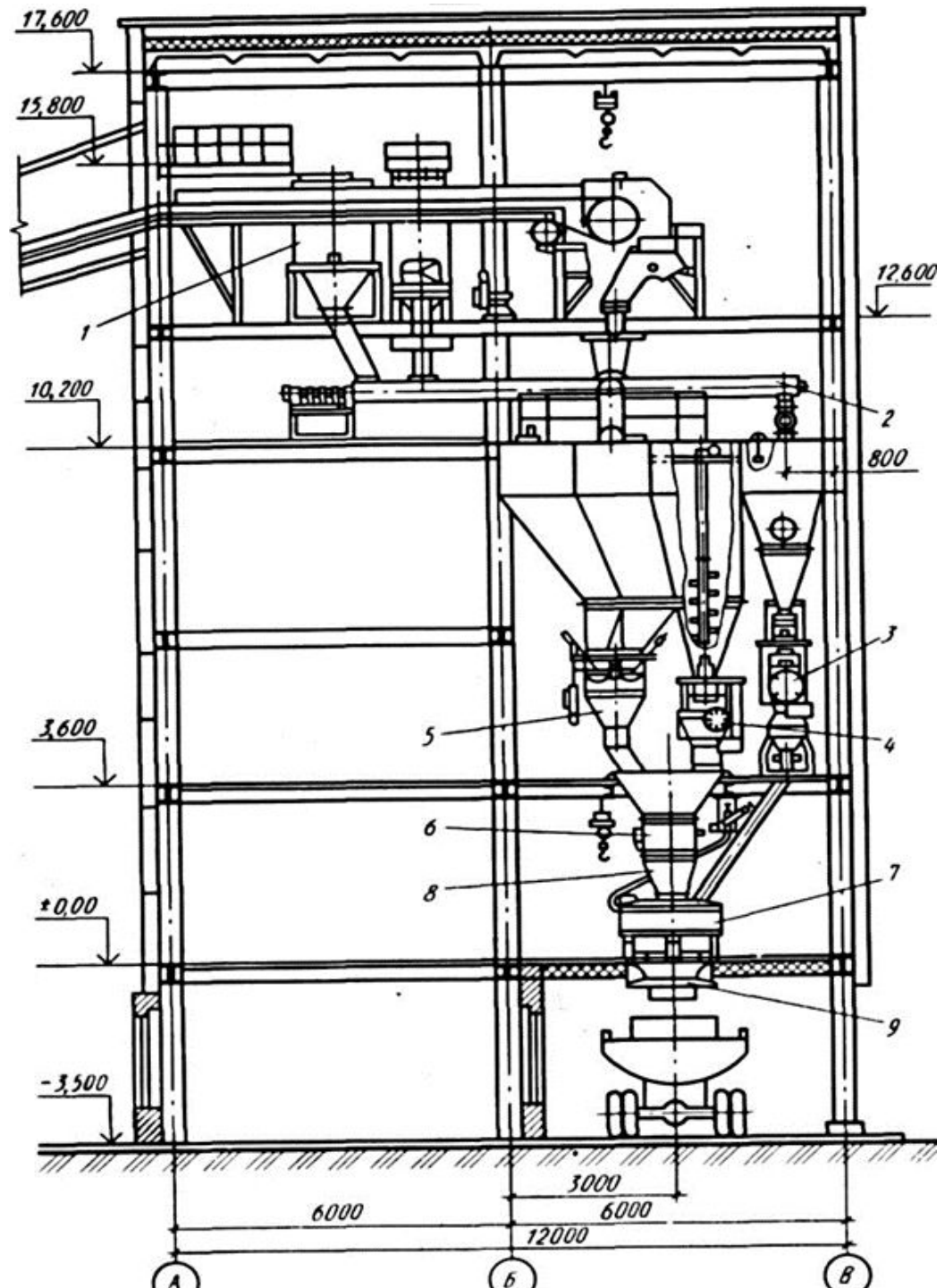
Приготовление бетонной смеси

3.3.1 Прием материалов и их дозирование

Заполнители: подаются со склада по наклонному ленточному конвейеру и далее с помощью горизонтального конвейера и поворотной воронки распределяются по расходным бункерам.

Цемент: по цементоводу поступает в надбункерное отделение в установки для осаждения и далее по винтовому конвейеру в расходные бункера.

Воздух, загрязненный тонкодисперсными частичками цемента, поступает на очистку в



Все отсеки бункеров снабжены указателями уровня материалов.

Для непрерывности работы БСЦ предусматривается запас компонентов в расходных бункерах на несколько часов.

Дозирование материалов состоит в отмеривании их количества для загрузки в бетоносмеситель.

От точности дозирования зависит соответствие фактического состава бетона заданному и постоянство этого состава от замеса к замесу.

Необходимо осуществлять постоянный контроль влажности заполнителей и выполнять

классифицируются:

1 – по режиму работы:

циклического и непрерывного действия;

2 – по способу управления:

с ручным, дистанционным и автоматическим управлением;

3 – по способу дозирования:

на массовые и объемные

Допускаемая точность при дозировании должна составлять:

$\pm 2 \%$ для цемента, воды и добавок

$\pm 2,5 \%$ для заполнителей

Дозаторы выпускаются комплектами на бетоносмесители разных объемов. Один комплект может обслуживать 2 – 4

3.3.2 Способы перемешивания

Задача приготовления бетонной смеси – равномерно распределить все компоненты по объему, чтобы проба, взятая из любого места смеси, имела один и тот же состав.

В зависимости от состава и требуемых свойств бетонной смеси применяются различные способы перемешивания.

Основными являются:

1 – гравитационное

2 – принудительное

Редко применяются:

1 – виброперемешивание

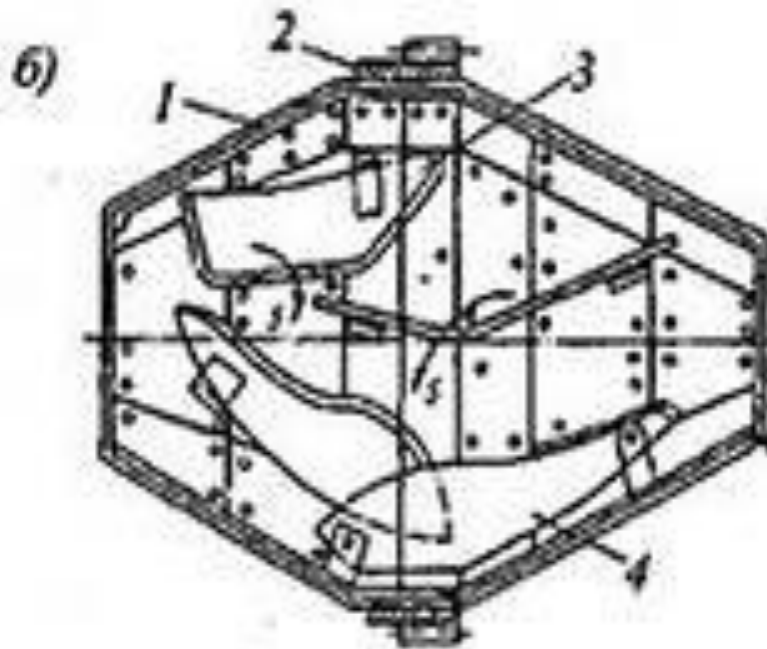
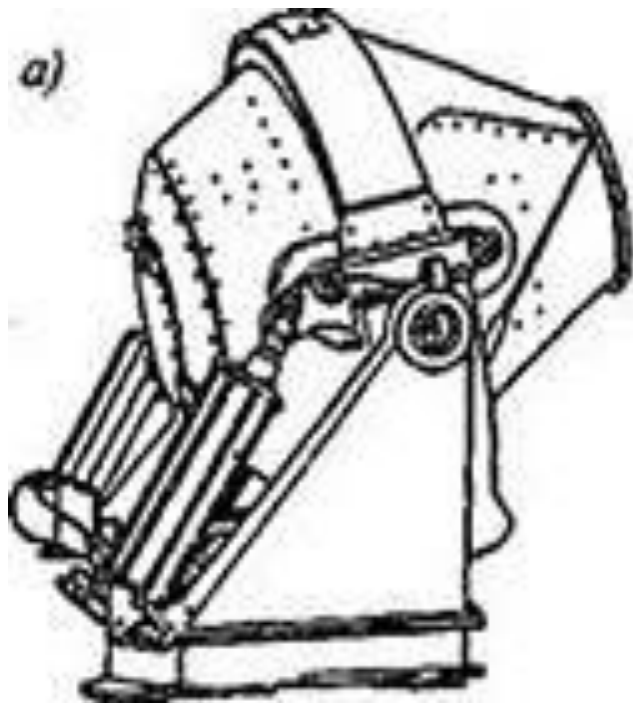
2 – турбулентное перемешивание

3 – струйное перемешивание

Смешивание при свободном падении материалов в **гравитационных смесителях** эффективно применять для приготовления пластичных смесей, содержащих крупнозернистый наполнитель из плотных горных пород.

Достоинства: низкая стоимость, простота конструкции и эксплуатации, невысокая металло- и энергоемкость

Гравитационный смеситель



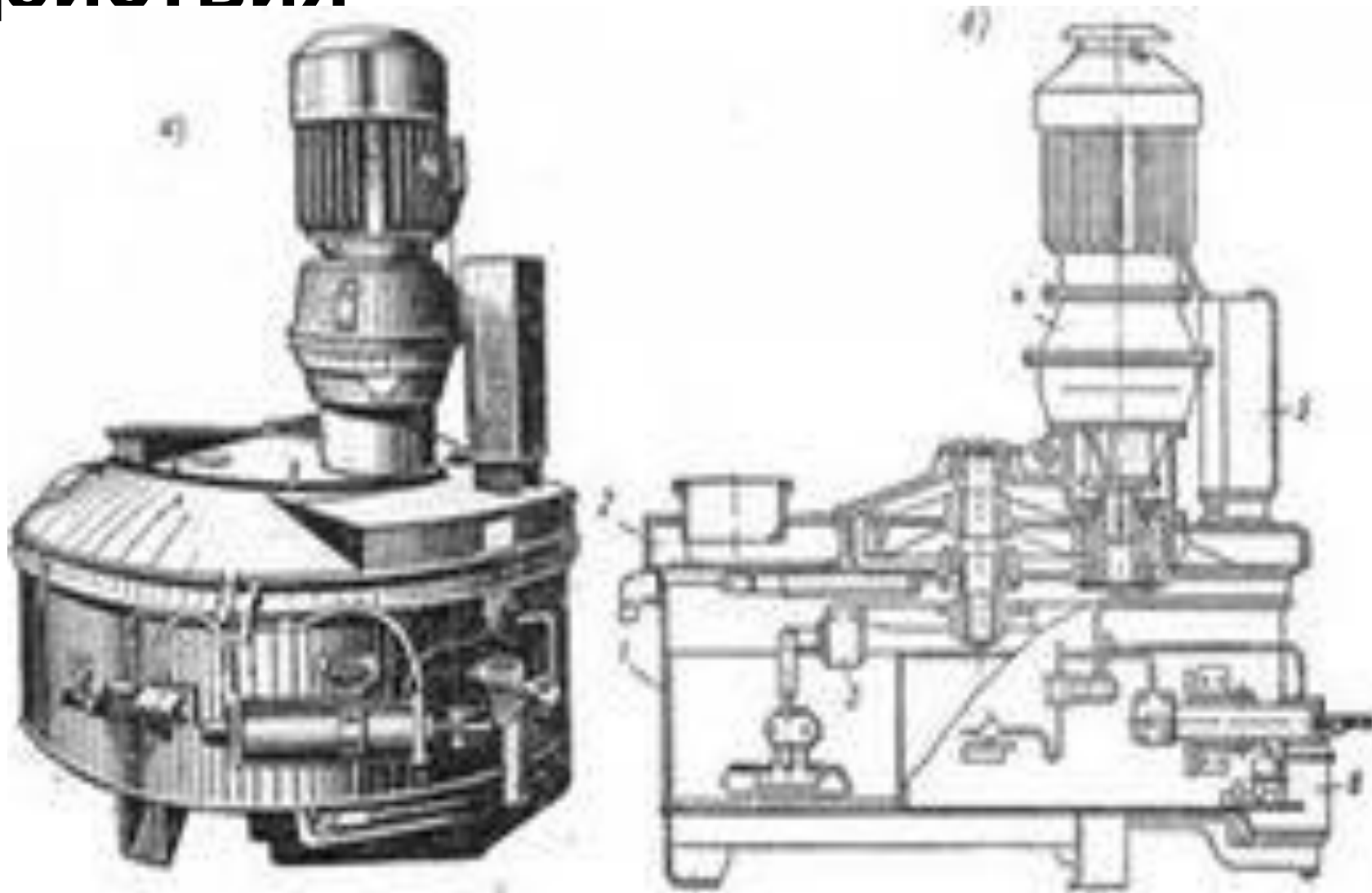
Смешивание в смесителях

принудительного действия применяется для приготовления малоподвижных, жестких, мелкозернистых смесей, а также смесей с легкими пористыми заполнителями.

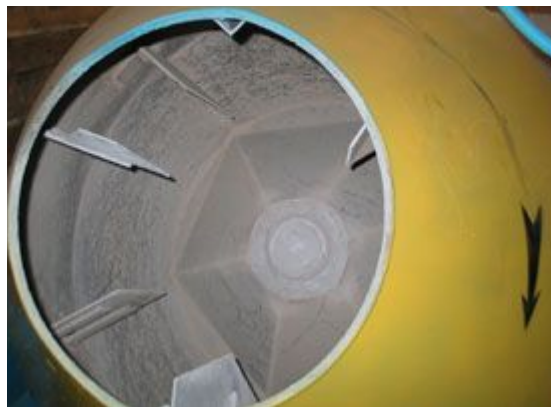
Этот способ используется в тех случаях, когда гравитационное перемешивание не обеспечивает получение однородной смеси при увеличении длительности перемешивания.

Принудительное перемешивание вызывает повышенный расход электроэнергии.

Смеситель принудительного действия



Бетоносмесители



Виброперемешивание – воздействие на смесь вибрационных импульсов, нарушающих силы трения и сцепления между частицами:

- эффективно для жестких и особо жестких смесей;
- требует значительного расхода энергии;
- создает большой шум и вибрацию рабочих мест.

Турбулентное перемешивание – основано на создании градиентов скоростей при смешивании в результате скоростного вращения ротора:

- используется для подвижных цементно-песчаных растворов и бетонов;
- смесь получается с высокой степенью однородности, не расслаивается, резко снижается водоотделение.

Струйное перемешивание – заключается в смешивании материалов струями воздуха, выходящими из трубок с соплами под давлением 0.4-0.5 Мпа (двухвальный смеситель Машина).

3.3.3 Режим перемешивания

**Качество бетонной смеси зависит
от:**

- порядка загрузки компонентов;**
- длительности перемешивания.**

бетонной

смеси

Вид применяемого транспорта зависит от состава смеси и расстояния.

Применяются следующие виды транспорта:

- эстакадные бетонораздатчики (самый распространенный)
- ленточные конвейеры
- пневматический транспорт
- электрокары и автокары с бадьей
- автобетоновозы или самосвалы

Максимально допустимая высота падения смесей при выдаче составляет 2 м для тяжелых бетонов и 1,5 м – для легких.

При транспортировании не должна нарушаться однородность смеси и изменяться подвижность.

Время от момента приготовления до момента укладки бетонной смеси не должно превышать 1

**Бетоносмесительные цеха
классифицируются:**

А – по принципу работы:

циклические и непрерывные

Б – по компоновке оборудования:

партерные и высотные

**В – по схеме расположения
бетоносмесителей:**

**линейные (однорядные и
двухрядные)**

и гнездовые

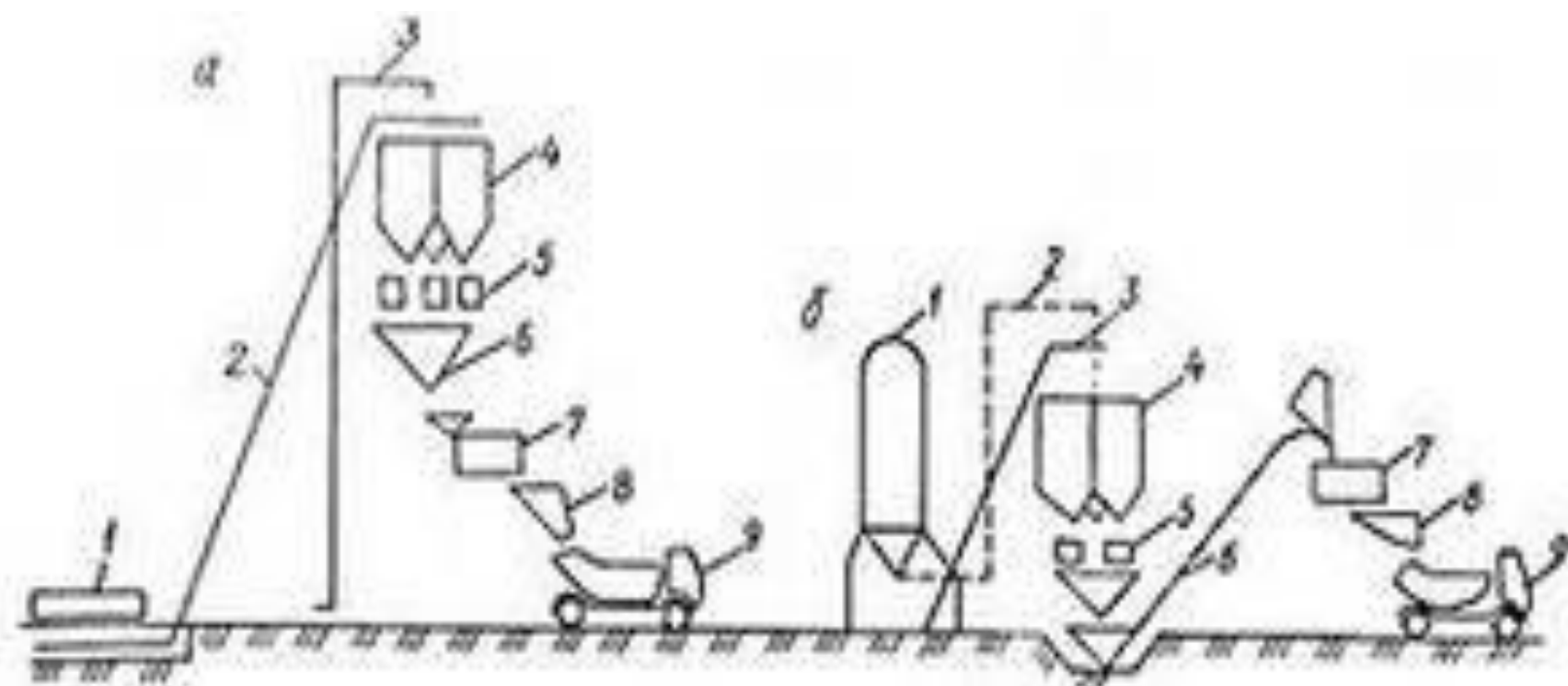
Г – по системе управления:

механизированные,

полуавтоматические







3.6 Технологические расчеты и выбор оборудования

**А – определение потребности
бетонной смеси**

Б – бетоносмесители

В – дозаторы

Г – расходные бункера

Д – транспортные устройства

бетонной

смеси

Требуемое количество и вид бетонной смеси определяется годовой мощностью предприятия и номенклатурой выпускаемых изделий.

При расчете потребности необходимо учитывать технологические потери.

(по нормам технологического проектирования эти потери составляют 1,5 %)

Удобнее всего этот расчет выполнять в виде таблицы: (количество строк определяется видом изделий, а столбцов –

Выбор бетоносмесителя ведется на основе:

- характеристик бетонной смеси**
- требуемой часовой производительности цеха**
- производительности смесителя**

Требуемая часовая производительность бетоносмесительного цеха **Пч** рассчитывается на основании годовой потребности бетонной смеси по формуле:

$$Пч = P \cdot K_1 / (T_{ф} \cdot K_2), \text{ куб. м}$$

где **P** – годовая потребность бетонной смеси, куб. м

T_ф – годовой фонд рабочего времени в часах

K₁ – коэффициент резерва производства, принимается равным

1,15-1,25

K₂ – коэффициент неравномерности выдачи бетонной смеси

(При обслуживании одного формовочного поста **K₂ = 0,7,**

Требуемое количество бетоносмесителей циклического действия **N** определяется по формуле:

$$N = \frac{Pч}{(V \cdot n \cdot K_{и}), \text{ шт}}$$

где **V** – объем готового замеса, куб. м

n – число циклов работы смесителя в час

K_и – коэффициент использования оборудования,
равен 0,97

Количество бетоносмесителей принимается минимальное, но не менее двух.

Если в БСЦ требуются разные бетоносмесители (и гравитационного и принудительного действия), то расчет осуществляется по каждому виду смесителей

В. Дозаторы

Тип дозаторов и их количество устанавливается в зависимости от:

- **вида дозируемых материалов**
- **вида и производительности смесителей**
- **горизонтальной компоновки смесителей**

Г. Расходные бункера

Требуемое количество и объем расходных бункеров определяются:

- **производительностью цеха**
- **видом и количеством применяемых компонентов**
- **необходимым запасом.**

Величина запасов компонентов зависит от режима работы предприятия и вида и режима работы транспортного оборудования для их подачи в бункера.

Д – Транспортные устройства

Заполнители подаются к расходным бункерам, как правило, по наклонному ленточному конвейеру (иногда используется сочетание горизонтального ленточного и вертикального ковшевого конвейера)

Цемент подается по цементоводу, в основном, пневматического типа

Приготовленная бетонная смесь из смесителя поступает в бункера-копильники, а затем на транспорт.

При расчете бункеров-копильников необходимо согласовывать:

- производительность смесителя
- вид и объем транспортных средств
- характеристики формовочных машин

**ТЕМА 4. Арматура
и армирование ЖБК**

**Армирование возможно
благодаря следующим фактам:**

- 1 – бетон имеет хорошее сцепление с арматурой**
- 2 – температурное расширение стали и бетона
близко по значению**
- 3 – бетон надежно защищает арматуру от коррозии**
- 4 – бетон обеспечивает защиту арматуры
от
огня в условиях пожара**

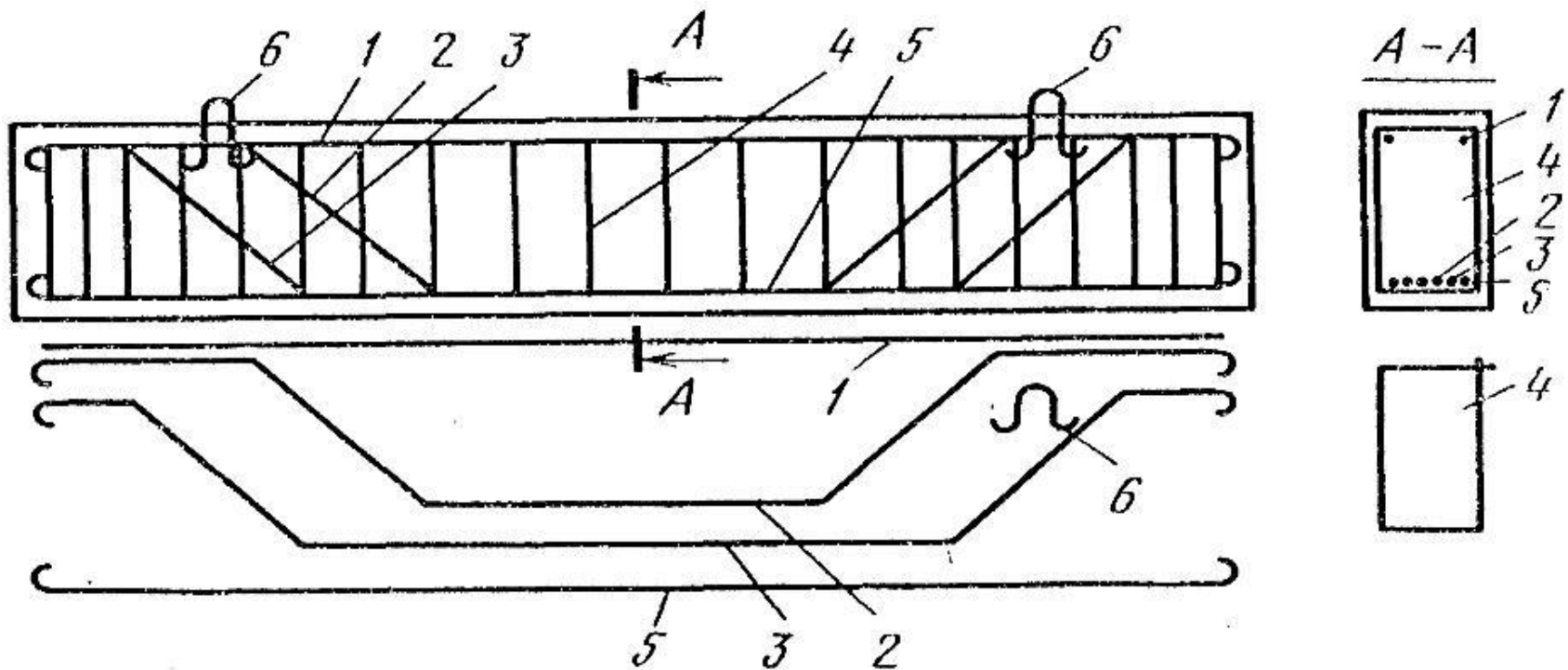
По характеру работы в конструкциях арматуру разделяют:

Рабочая – воспринимает усилия от
нагрузок

Распределительная – распределяет
нагрузку
на рабочие стержни

Монтажная – служит для сборки каркаса
и
обеспечивает точное положение
рабочей арматуры

Вспомогательная – петли монтажные,
фиксаторы, закладные детали



1 – распределительная
4 – монтажная

2, 3, 5 – рабочая
6 – вспомогательная

железобетонных конструкций применяются:

Сетки – бывают:

- 1 – с продольной рабочей арматурой;
- 2 – с рабочей арматурой в двух направлениях;
- 3 – вводимые в конструкцию без расчета

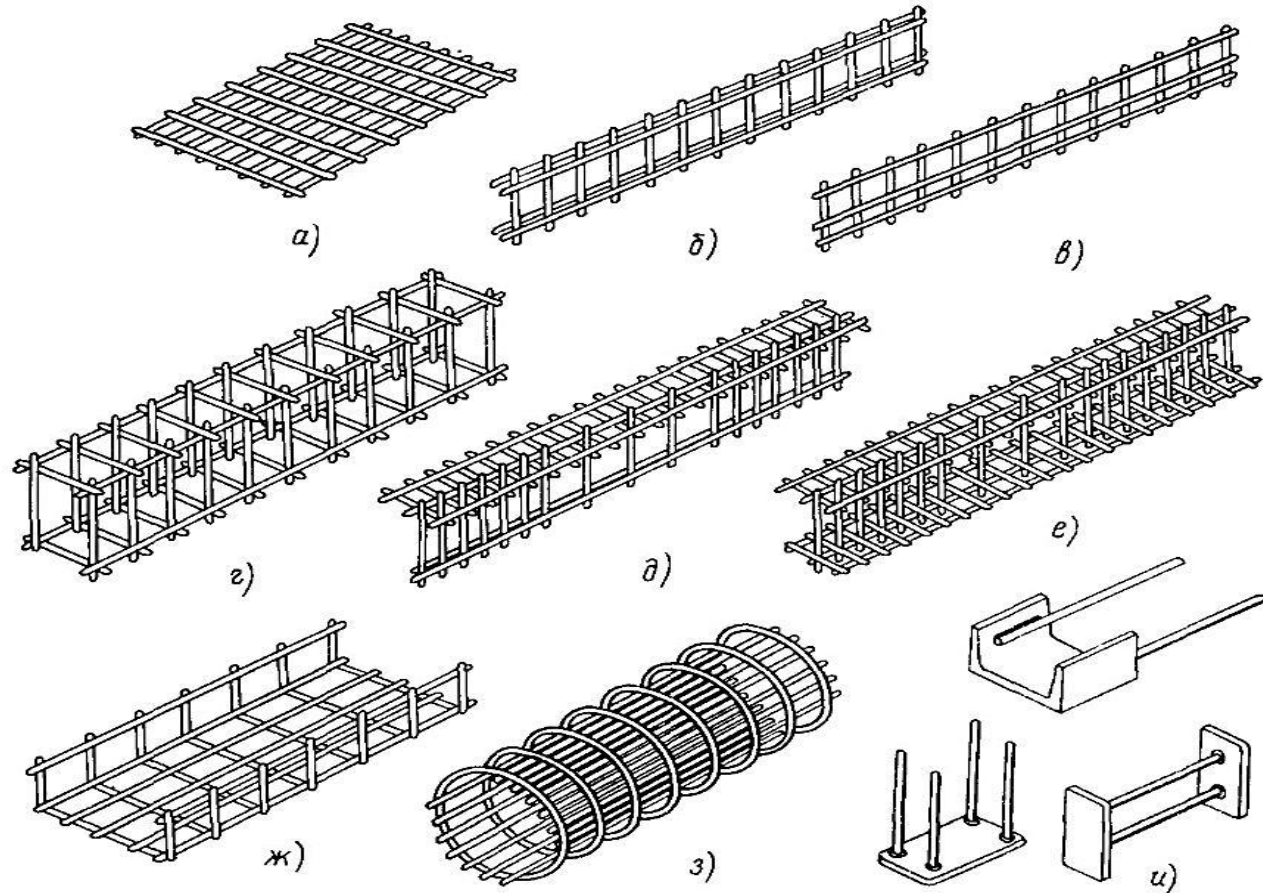
Плоские каркасы – сравнительно узкие и длинные элементы, располагаемые по длине конструкций в вертикальном положении. Рабочие стержни располагаются в нижней зоне.

Пространственные (объемные) каркасы – изготавливаются:

- из предварительно заготовленных сеток и плоских каркасов путем их сварки
- на специализированных (навивочных) машинах

Закладные детали – изготавливаются из отрезков стальных пластин или профильного проката и анкерных стержней. Привариваются к арматурному каркасу или закрепляются в формах винтами, клеем или др.

Виды арматурных изделий



а – плоская сетка; б, в – плоские каркасы; г, д, е, з – пространственные каркасы; ж – гнутая сетка; и – закладные детали

Положение арматуры в теле конструкции строго регламентировано рабочими чертежами.

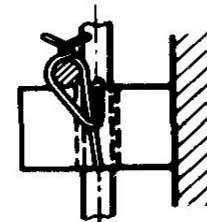
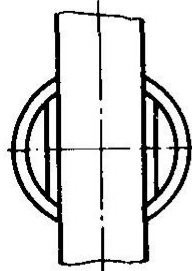
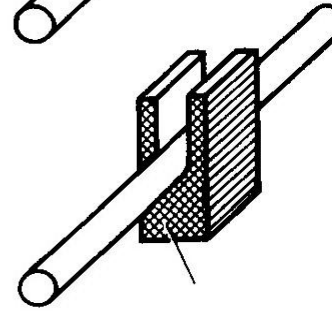
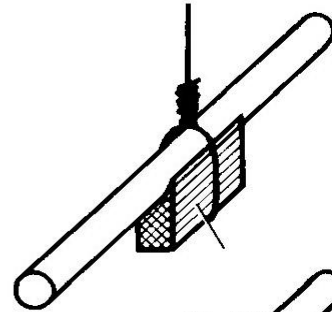
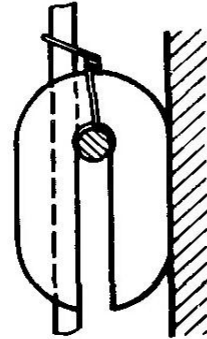
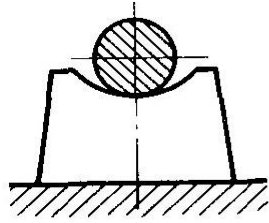
Особое значение уделяется толщине защитного слоя бетона.

Проектное положение арматуры в изделии обеспечивается ее фиксацией в форме до бетонирования.

Фиксация осуществляется устройствами:

- инвентарными** – в виде шпилек, которые пропускаются через отверстия в бортах формы перед началом формования, а затем перед окончанием формования убирают;
- однократные** - из металла, раствора, пластмасс и т. П. и остаются в изделии.

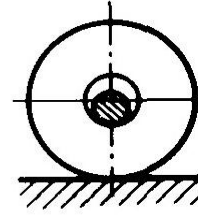
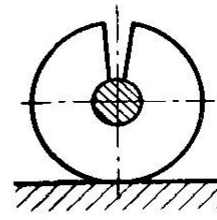
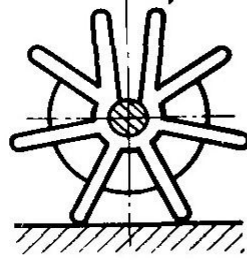
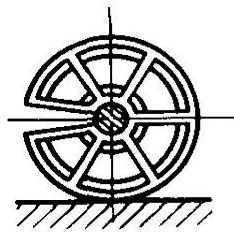
Фиксаторы одnorазовые



a)

б)

б)



з)

д)

е)

а, б, в –бетонные; *з, д, е* –пластмассовые

стали

Прочность определяется путем испытания образцов стали на растяжение. Основной характеристикой служит предел текучести.

Физико-механические свойства арматурных сталей зависят от содержания в них углерода и легирующих добавок.

Рациональным является **упрочнение** арматурных сталей – повышает их прочность в 1,5 – 2 раза. Может быть организовано как на предприятии поставщике, так и на заводе ЖБИ.

Упрочнение бывает:

- **термическое** – состоит из закалки и частичного отпуска стали;
- **термомеханическое** – технологически совмещенное упрочнение вытяжкой с последующим термическим упрочнением;
- **механическое (волочение)** – протягивание проволоки через фильер – отверстие меньшего чем у проволоки диаметра.

стали

Пластические свойства важны для нормальной работы ЖБК под нагрузкой.

Снижение пластических свойства стали может стать причиной:

- хрупкого (внезапного) разрыва арматуры в конструкциях;
- хрупкого излома напрягаемой арматуры в местах резкого перегиба или при закреплении в захватах.

Свариваемость арматурных сталей – характеризуется надежным сварным соединением, отсутствием трещин и других пороков металла в швах и прилегающих зонах.

Хладноломкость характеризуется склонностью арматурных сталей к хрупкому разрушению при температурах ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стальная арматура классифицируется:

По технологии изготовления:

- горячекатаная и термически упрочненная стержневая
- холоднотянутая проволочная

По условиям применения:

- напрягаемая
- ненапрягаемая

По профилю:

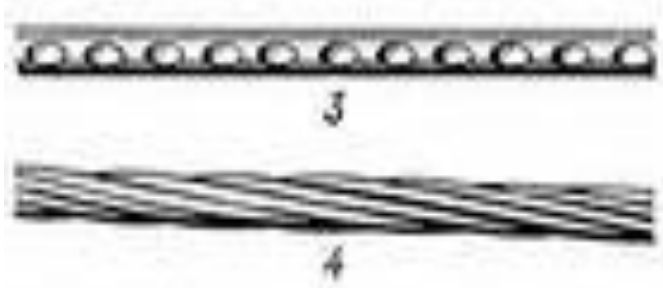
- гладкая
- периодического профиля

По химическому составу:

- на марки

По условиям поставки:

- прутковая
- бухтовая



Стержневая арматура

Стержневая горячекатаная арматура выпускается диаметрами от 6 до 80 мм.

Должна соответствовать требованиям ГОСТ 5781-82 или ТУ 14-2-686-86.

В зависимости от механических характеристик арматурная сталь подразделяется на классы:

ГОСТ	AI	AII	AIII	AIV	AV	AVI
ТУ	A240	A300	A400, A500	A600	A800	A1000

AI (A240) – выпускается гладкого профиля, остальные – периодического.

Сортамент арматуры определяется номинальным диаметром стержней:

- для стержней гладкого профиля номинальный диаметр равен

фактическому;

- для периодических профилей – номинальный диаметр должен

соответствовать диаметру равновеликого по площади поперечного сечения гладкого профиля

Стержневая арматура

Термическому и термомеханическому упрочнению подвергается арматура классов **AIII и выше**.

(в обозначении ставится дополнительный индекс «т»: АtIII, АtIV и т.д.)

Некоторые классы имеют индекс «С» (АtIIIc, АtIVc). Буква «с» указывает на возможность стыкования стержней.

Упрочнение вытяжкой производится только одного класса **AIIIв**.

С повышением класса арматуры возрастает ее прочность.

Каждому классу арматуры соответствуют строго определенные марки сталей с одинаковыми механическими характеристиками,

Характеристика горячекатаной арматурной

Арматурная сталь		Диаметр, мм	Механические свойства			
Класс*	Марка сталей, применяемых для изготовления		предел текучести, Мпа, не менее	временное сопротивление разрыву, Мпа, не менее	относительное удлинение, %, не менее	испытание на изгиб в холодном состоянии (угол загиба: с - толщина оправки; d - диаметр стержня)
A-I (A240)	Ст3сп; Ст3пс; Ст3кп;	6...40	235	373	25	180°; c = 0,5d
A-II (A300)	Ст5сп; Ст5пс	10...40	294	490	19	180°; c = 3d
	18Г2С	40...80				
A-III (A400)	25Г2С; 35ГС	6...40	392	590	14	90°; c = 3d
	32Г2Рпс	6...22				
A-III (A500)	Ст3сп; Ст3Гсп; Ст3ГСсп	6 ... 40	500	600	14	90°; c = 3d
A-IV (A600)	80С	10...18	590	883	6	45°; c = 5d
	20ХГ2Ц	10...32				
A-V (A800)	23Х2Г2Т	10...32	785	1030	7	45°; c = 5d
A-VI	22Х2Г2АЮ					

стержневой

арматуры разных классов

Арматура класса AI – гладкая, отличается наиболее высокой пластичностью. Хорошо сваривается.

Из арматуры класса AI, выполненной из стали марок ВСтЗсп2 и ВСтЗпс2, изготавливаются монтажные петли сборных бетонных и железобетонных конструкций.

Арматура класса AIII – основная при изготовлении ненапрягаемых конструкций.

Арматура класса AIV – используется для изготовления ненапрягаемой рабочей арматуры, допускается применять в качестве напрягаемой. Сваривается при применении особых приемов.

Арматура классов AV и выше используется для армирования преднапряженных конструкций.

Проволочная арматура

Различают два вида проволоочной стали для армирования ЖБК:

- арматурная холодноотянутая проволока
- арматурные канаты

Арматурная проволока разделяется:

- в зависимости от свойств на обыкновенную и высокопрочную
- по форме поверхности на гладкую и периодического профиля.

Основной характеристикой обыкновенной арматурной проволоки служит ее временное сопротивление разрыву, а высокопрочной – условный предел текучести.

Проволока всех классов поставляется в мотках, каждый из которых состоит из одного отрезка.

проволока

Изготавливается из низкоуглеродистой стали диаметрами 3, 4 и 5 мм.

Может быть двух классов:

В-1 – гладкая

Вр-1 – периодического

профиля

Проволока хорошо сваривается.

Периодический профиль проволока Вр-1 образован диаметрально расположенными на ее поверхности вмятинами.

Из проволоки класса **Вр-1** изготавливаются сварные сетки и каркасы, которые используются в качестве ненапрягаемой рабочей арматуры.

Из проволоки **В-1** – только конструктивную

Проволока

Изготавливается из углеродистой стали путем многократного волочения и низкотемпературного отпуска.

Диаметр проволоки от 3 до 8 мм, через 1 мм.

Может быть двух классов:

В-II – гладкая

Вр-II – периодического

профиля

Эта проволока не сваривается.

Периодический профиль **Вр-II** отличается от **Вр-1** (расстоянием между вмятинами и их диаметром).

По механическим свойствам высокопрочная проволока значительно превосходит обыкновенную.

Из нее изготавливается напрягаемая

Характеристика стальной арматурной проволоки для армирования железобетонных конструкций

Класс	Диаметр, мм	Разрывное усилие, кН	Усилие, соответствующее условному пределу текучести, кН	Относительное удлинение при разрыве, %	Число перегибов при диаметре валика 30 мм
В-1 Вр-1	3...5	39...104	-	2...3	4
В-II	3...8	131...689	105...551	4...6	9...5 (для диаметров 3...5 мм)*
Вр-II	3...8	128...641	103...513	4...6	8...3 (для диаметров 3...5 мм)*

Состоят из нескольких проволок, свитых так, чтобы было исключено их раскручивание.

(вокруг центральной проволоки по спирали в одном или нескольких концентрических слоях располагаются проволоки одного диаметра)

Канаты выпускаются в основном двух классов:

К-7 – производится номинальных диаметров от 6 до 15 мм с градацией через 3 мм

К-19 – представляет собой семипроволочную прядь, на которую навиты 12 соприкасающихся проволок. Номинальный диаметр канатов этого класса

14 мм.



Прочностные характеристики канатов примерно такие же, что и у проволоки Вр-II.

Арматурные канаты – наиболее эффективная напрягаемая арматура.

Канаты поставляются намотанными на деревянные барабаны или в бухтах. Длина отрезка каната должна быть не менее 1000 м.

4.2 Изготовление сварной ненапрягаемой арматуры

**Процесс изготовления
ненапрягаемой арматуры включает:**

- 1 – заготовительные операции**
- 2 – сварочные операции**
- 3 – доводка сварных арматурных элементов**
- 4 – укрупнительная сборка**

Заготовительные операции

Арматурная сталь по диаметрам делится на:

- легкую (до 14 мм), поставляемую в бухтах;
- тяжелую (более 14 мм), поступающую в виде прутков.

Заготовительные операции с арматурной сталью в бухтах сводится к размотке бухт с одновременным выпрямлением и резкой арматуры на стержни заданной длины.

Эти операции осуществляются на правильно-отрезных станках-автоматах с дисковыми или гильотинными ножами.

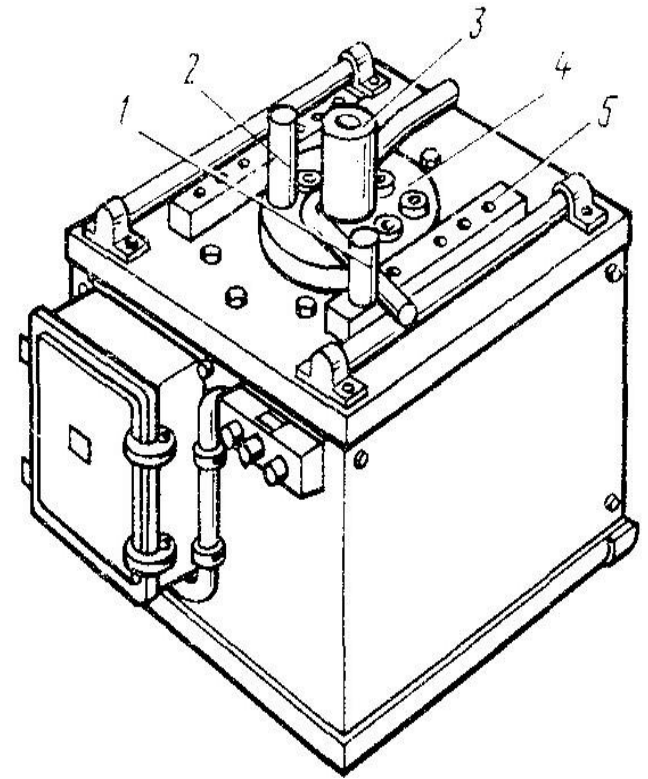
Для резки тяжелой арматуры применяются станки с ножами гильотинного типа.

Стержни перед резкой рекомендуется стыковать электросваркой (для уменьшения отходов на обрезки).

Правка стержней при необходимости производится вручную.

Заготовительные операции

При изготовлении монтажных петель, анкерных крюков, хому и других фигурных элементов - нарезанные арматурные заготовки подвергаются гнутью на специальных приводных станках с медленно вращающимся рабочим диском.



Для изготовления арматурных элементов используются два основных вида электросварки:

- **контактная;**
- **дуговая.**

При контактной электросварке через соприкасающиеся свариваемые стержни пропускается электрический ток, который нагревает металл до плавления.

Разновидности контактной сварки:

- **стыковая сварка**, при которой свариваются торцы

двух стыкуемых стержней;

- **точечная сварка** круглых стержней, накладываемых один на другой

(соприкосновение в одной точке)

Стыковую сварку целесообразно применять для соединения арматуры диаметром не менее 14 мм перед ее резкой.

Существуют три способа стыковой электросварки:

- непрерывным оплавлением;
- прерывистым оплавлением (наиболее распространен);
- сопротивлением.

Небольшие размеры утолщения стыка позволяют размещать стык в любом месте арматурной конструкции.

Прочность стержня в месте стыка не ниже прочности основного металла.

Этот метод позволяет сваривать стержни диаметром **до 40 мм**. Для сваривания стержней больших диаметров используется **электродуговая**

Сварочные операции

Точечная сварка применяется для изготовления арматурных сеток и каркасов.

Сварочные машины по числу одновременно свариваемых соединений делятся на:

- **одноточечные**
- **двухточечные**
- **многоточечные**

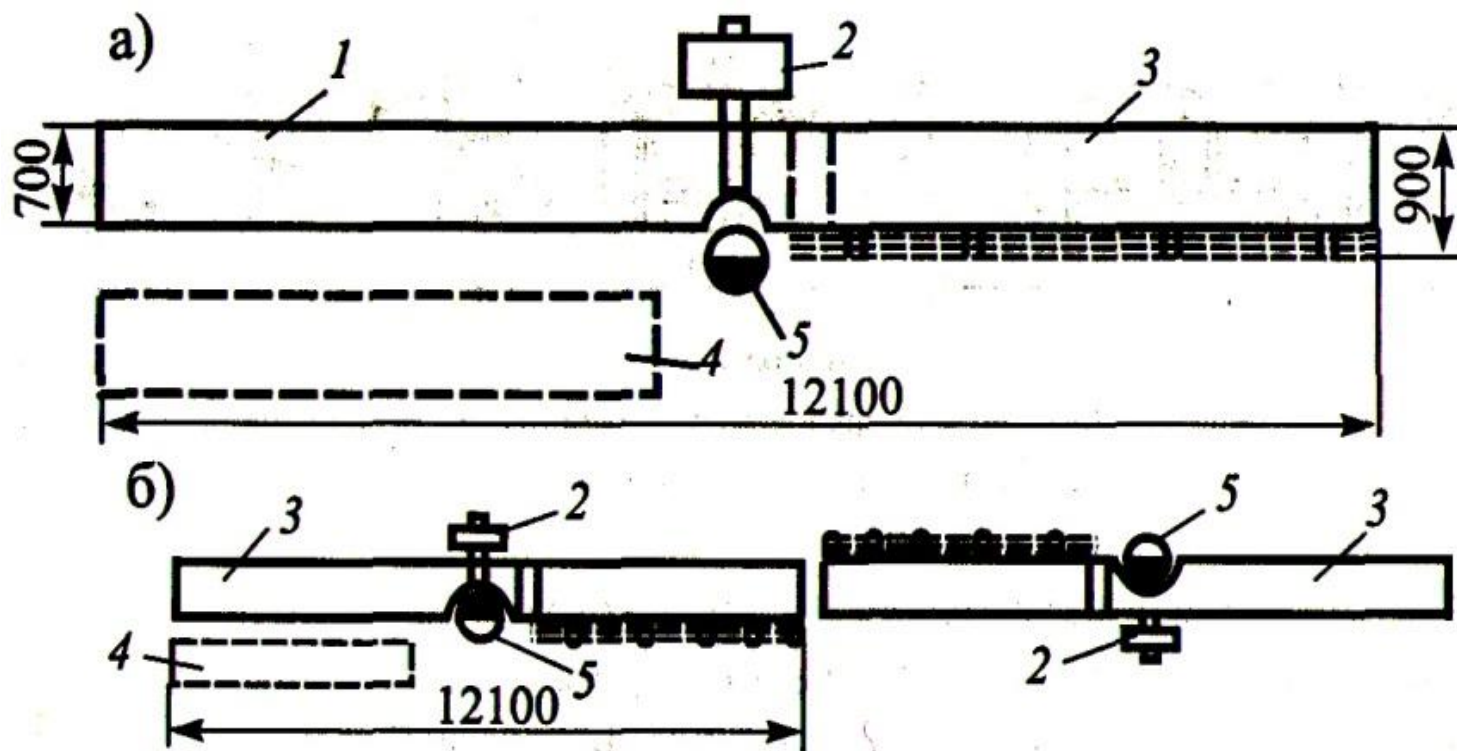
Цикл сварки состоит из:

- **сжатия**
- **наращивания давления**
- **собственно сварки под током**
- **выдержка под давлением без тока**

Сварщик устанавливает свариваемый узел между электродами и нажимает пусковую кнопку. С этого момента все процессы совершаются автоматически до раскрытия электродов.

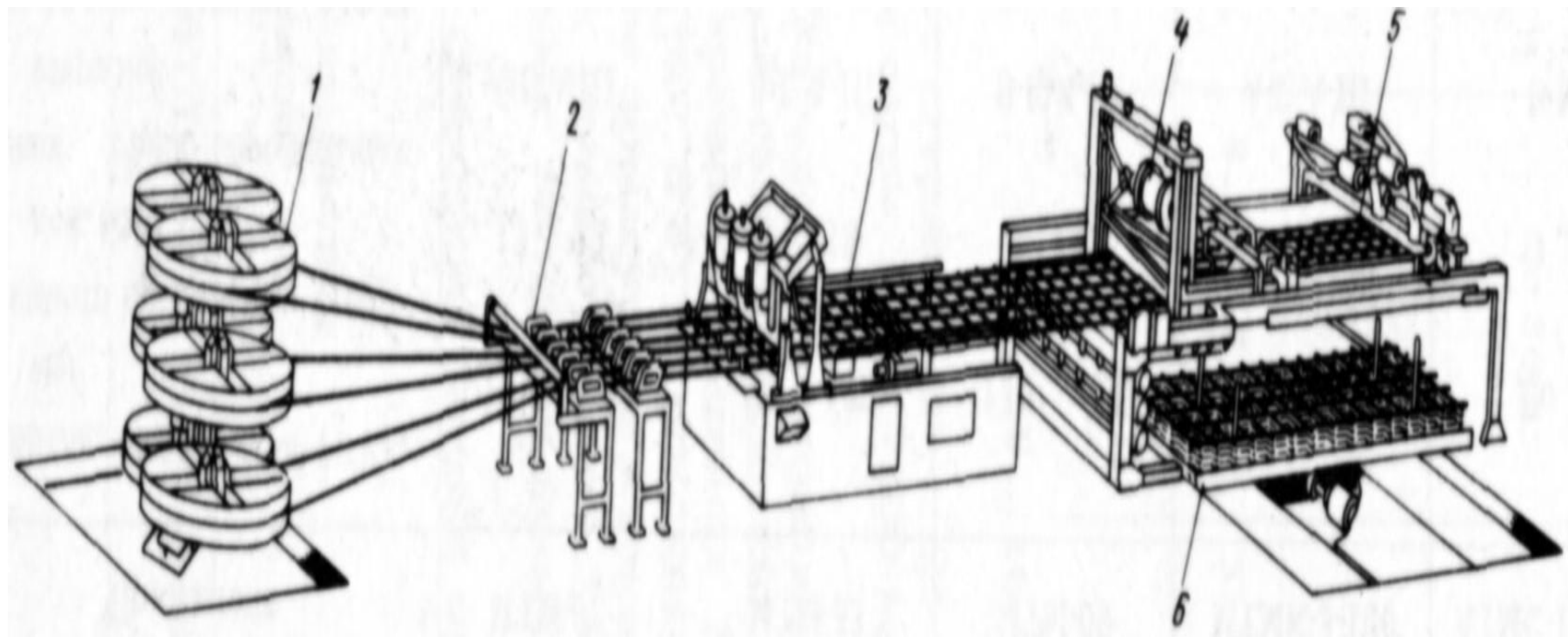
при

сварке на однотоочечной машине



а – сварка узких каркасов; б – сварка широких каркасов на двух машинах; 1 – стол; 2 – сварочная машина; 3 – приемный стол; 4 – готовые каркасы; 5 – рабочее место арматурщика

Автоматизированная линия для изготовления арматурных сеток



1 – бухтодержатели; 2 – правильное устройство;
3 – электросварочная машина; 4 – ножницы; 5 –
пакетировщик;
6 – тележка-контейнер с платформой

В зависимости от длительности протекания тока, его силы и плотности различают **жесткий** и **мягкий** режимы точечной сварки:

Вид режима	Продолжительность, с	Сила тока, А	Плотность тока, А/м ²
Жесткий	0,01 ÷ 0,5	$(8 \div 10) \cdot 10^3$	$(12 \div 30) \cdot 10^{-5}$
Мягкий	от 0,5 до нескольких секунд	$(4 \div 8) \cdot 10^3$	$(8 \div 12) \cdot 10^{-5}$

Жесткий режим более экономичный но требует большей мощности аппаратуры.

Сваривать можно:

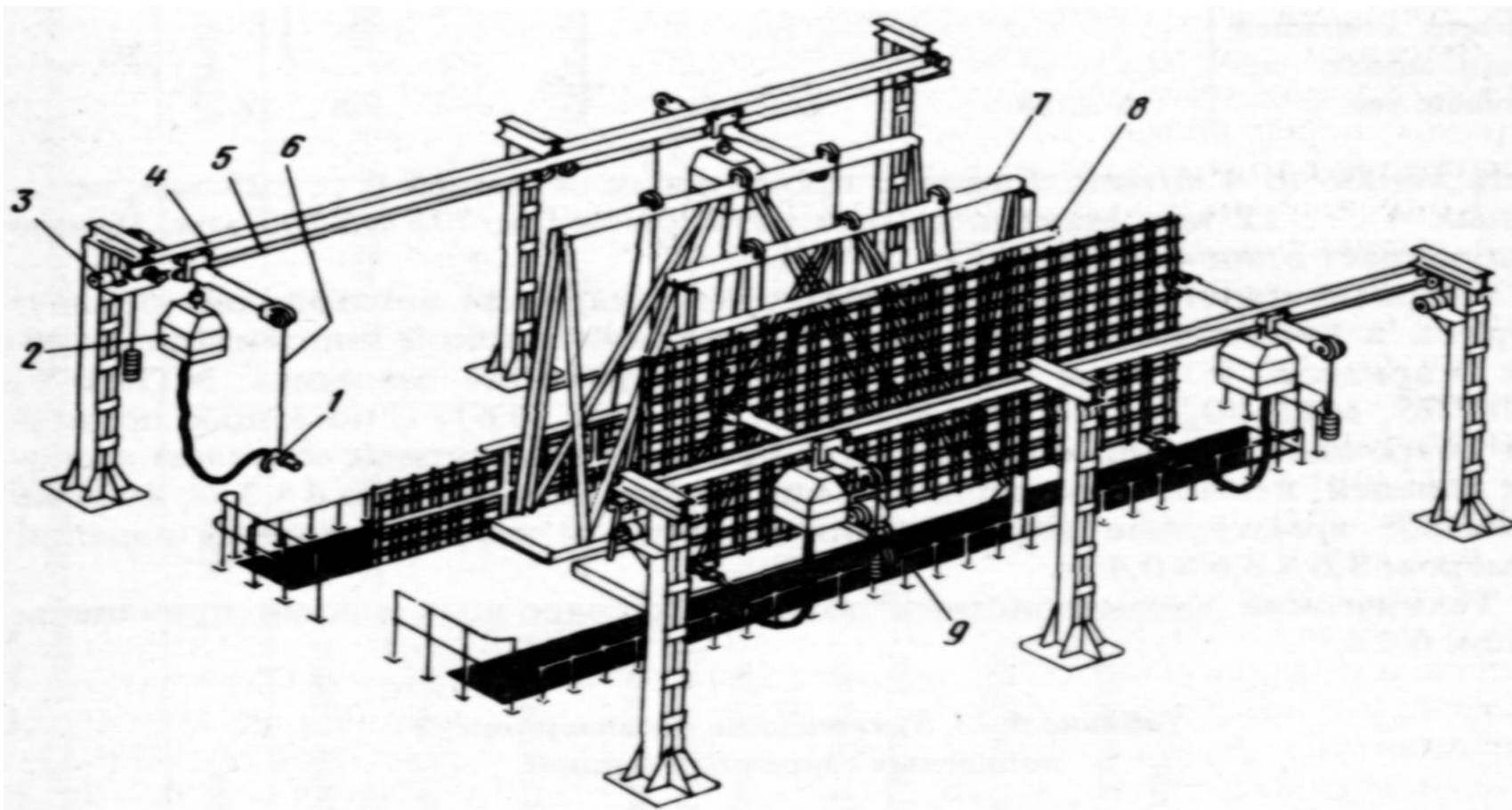
малоуглеродистые стали – при любом режиме

низколегированные – в мягком режиме

холодотянутую арматуру – только в жестком

При сборке пространственных каркасов используются подвесные **сварочные машины в виде клещей**, которыми сварщик захватывает намеченный к сварке узел и нажимает пусковую кнопку.

Вертикальная установка для сборки и сварки объемных арматурных каркасов



1 – сварочные клещи; 2 – сварочная машина; 3 – привод передвижения сварочной машины; 4 – монорельс; 5 – стальной канат; 6 – канат подвески клещей; 7 – сварочная рама; 8 – подвижная площадка с кондуктором; 9 – электромеханический

Изготовление закладных деталей

Закладные детали состоят из *профильного проката или листовой стали* и *анкерных стержней*, соединенных электросваркой.

Для плоских элементов используется сталь марки Ст 3.

Стальной лист и профили должны быть толщиной не менее 6 мм, а диаметр анкерных стержней – не менее 8 мм.

Завершающая операция изготовления закладных деталей – их *антикоррозионная обработка*.

В заводских условиях чаще всего применяется металлизация – нанесение на защищаемую поверхность

4.3 Напрягаемая арматура

Использование предварительного напряжения арматуры позволило:

1 – значительно повысить трещиностойкость изделий

2 – уменьшить их деформативность

3 – значительно экономить арматурную сталь

4 – повысить долговечность зданий и сооружений

конструкции может выполняться несколькими способами:

1. Предназначенная для напряжения арматура, укладывается в полые каналы затвердевшего бетона, который и является упором для анкеровки концов арматуры при натяжении. Сцепления арматуры с бетоном нет.

2. После натяжения арматуры по способу 1, полые каналы заполняются раствором для достижения сцепления между бетоном и арматурой и ее защиты от коррозии.

3 – Путем предварительного напряжения арматуры до бетонирования, с последующей передачей усилий бетону после твердения для его обжатия. Преднапряжение происходит при непосредственном сцеплении бетона с арматурой.

1 и **2** используются в основном при монолитном

Существует четыре способа натяжения

арматуры:

1 – механический

2 – электротермический

3 – электротермомеханический

4 – самонапряжения (с использованием саморасширяю-

щихся цементов)

Способ натяжения арматуры выбирается с учетом номенклатуры изделий, объема производства, степени его механизации.

Напряжение стержневой арматуры классов **A-IIIв, A-IV, A-V, Ат-IV, Ат-V** целесообразно осуществлять:

- диаметром от 8 до 22 мм – электротермическим способом

- диаметром от 25 до 40 мм – механическим способом

Натяжение арматурной проволоки классов **Вр-II** и **В-II**, канатов **K-7** и **K-19** и стержневой класса **Ат-VI**

4.3.1 Напрягаемая стержневая арматура

Заготовка напрягаемой стержневой арматуры включает:

- 1 – стыкование и резку отдельных прутков
- 2 – устройство на концах стержней **анкеров**

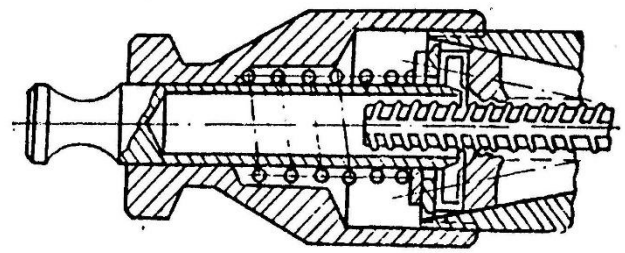
Анкеры нужны:

- для захвата стержней при силовом натяжении арматуры
- для временного закрепления их в натянутом состоянии в упорах форм.

Анкеры должны быть прочными и не занимать много места на арматурном стержне.

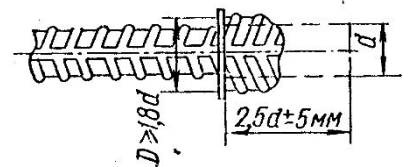
Анкеры бывают:

– **съемные** (инвентарные), работа по принципу самозаклинивания

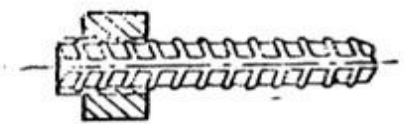


– **однократного действия**, представляющие собой выступы на концах стержней, которые создаются:

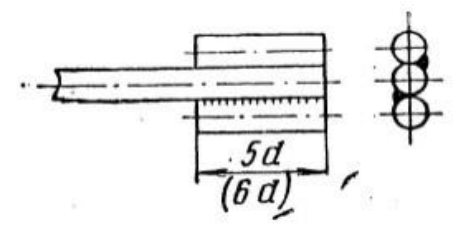
а) образованием утолщения в торц стержней в виде высаженных головок



б) устройством на концах стержней обжатых обжимов из мягкой стали



в) приваркой коротышей из кусков арматурной стали



распространение получили **высаженные головки** и **обжатые обоймы**:

Высадка головок производится при помощи стыкового сварочного аппарата. Торец стержня разогревается до пластического состояния и сплющивается давлением.

Перед высадкой головок на стержень с каждого конца надевается упорная шайба для равномерного распределения усилия натяжения.

Необходимо строго контролировать режим нагрева и остывания стержней.

Менее опасным является анкер в виде **обжатой обоймы** – сплющенного кольца, запрессованного в холодном виде на концах стержня.

Запрессовка осуществляется на прессе автомате.

Применение анкеров с обжатой обоймой **обязательно** при использовании термически упрочненной арматуры из высокоуглеродистой стали

4.3.2 Напрягаемая проволочная и прядевая арматура

Целесообразно применять при изготовлении крупноразмерных конструкций на длинных стендах (75 – 120 м). Укладка и натяжение производится сразу на всю длину.

Как правило производится групповое натяжение проволок, собираемых в пакеты.

Проволоки на концах пакета закрепляются в прочных зажимах, которые позволяют производить одновременное и одинаковое натяжение всех элементов пакета.

В одном пакете может быть до 60 проволок, пакетов в одном изделии – от 1 – 2 до нескольких.

Применение пакетов из К-7 и К-19 позволяет повысить производительность на 10 – 15 %

Пакеты проволок и прядей для длинных стенов обычно заготавливаются на линии расположенной рядом со стендом.

Сборка пакетов складывается из следующих операций:

1 – набор из бухт необходимого количества проволок и прядей;

2 – протягивание их по длинному стеллажу с небольшим усилием для выпрямления;

3 – отрезка набранных в пакет проволок заданной длины;

4 – групповое укрепление концов проволок в пакете при помощи двух концевых зажимов.

Необходимо, чтобы все проволоки в пакете имели одинаковую длину.

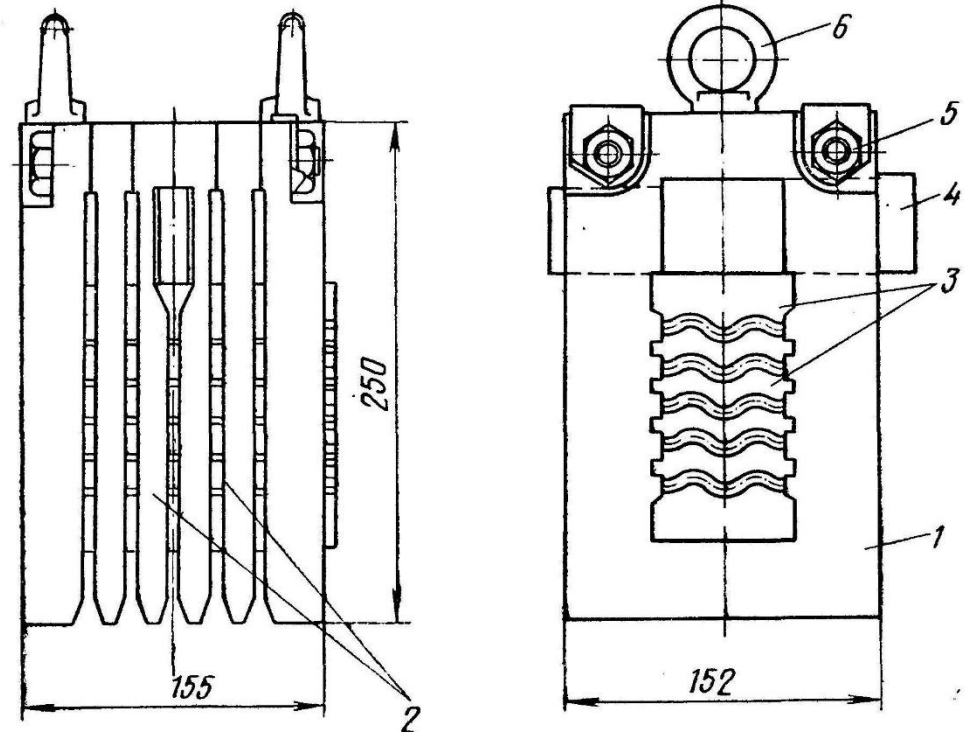
Конструкция зажима должна обеспечивать **равномерное распределение суммарного усилия натяжения по всем проволокам** пакета, и **исключить возможность проскальзывания отдельных проволок** при натяжении.

Надежное закрепление проволок в зажимах может достигаться двумя способами:

1 - приданием концам проволок волнообразной формы и зажатием их между соответственно профилированными пластинами (гребенками), которые собираются в зажимной колодке

Волновой зажим:

- 1 – корпус
- 2 – рамка
- 3 – пластины с волнисто поверхностью
- 4 – клин
- 5 – шпилька
- 6 - рым

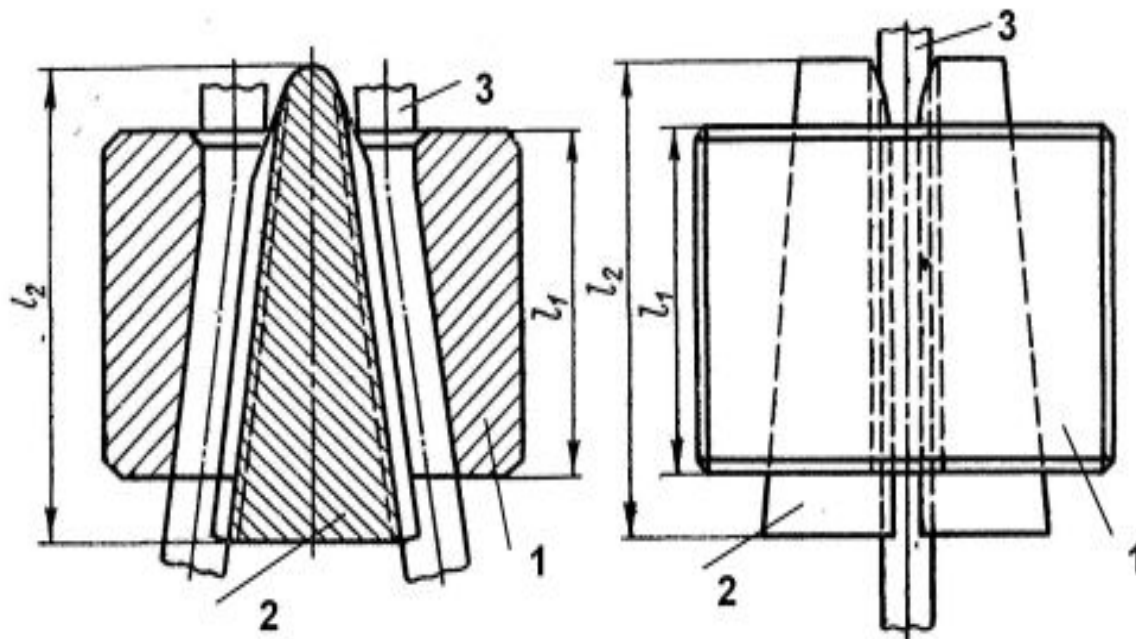


Надежное закрепление проволок в зажимах может достигаться двумя способами:

2 - заклиниванием концов проволок при помощи клиновых устройств, действие которых проявляется в процессе натяжения арматуры

Клиновые зажимы для прядевой арматуры:

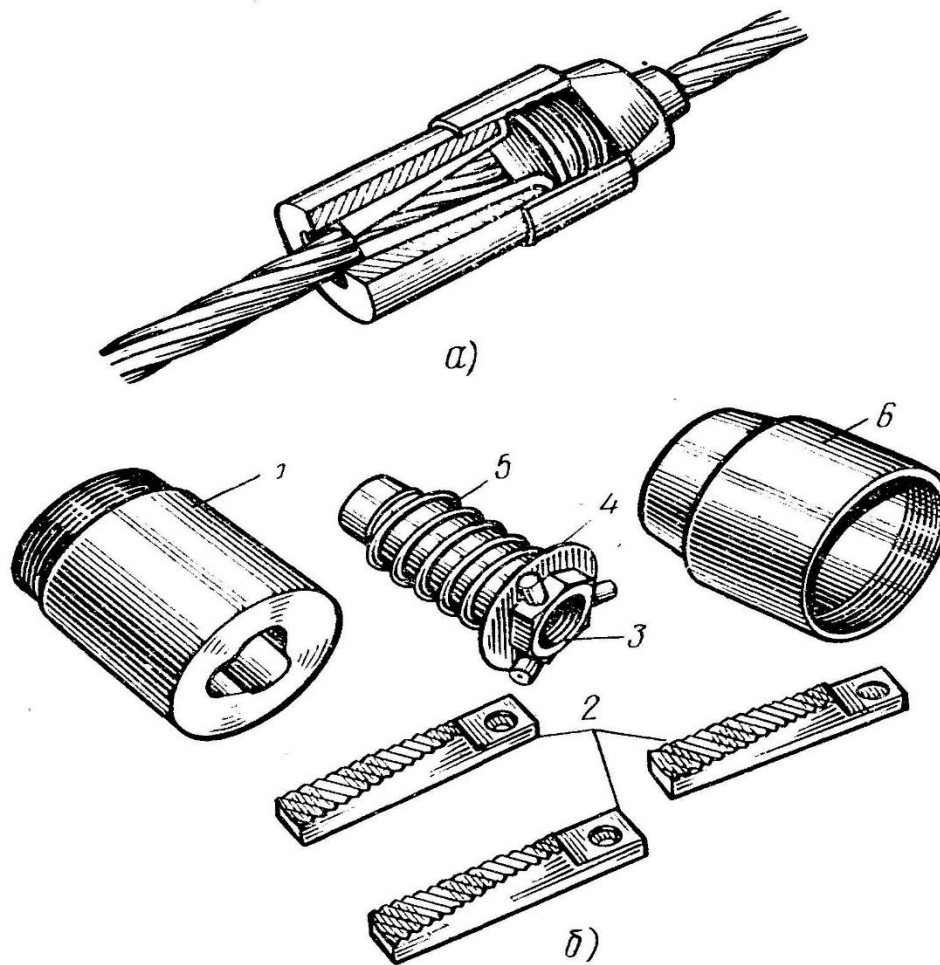
- 1 – обойма
- 2 – клин
- 3 – прядь



Зажим конструкции НИИЖБа является универсальным. Его можно применять для закрепления стержневой, проволочной и прядевой арматуры.

**Зажим
конструкции
НИИЖБа:**

- а – зажим в сборе**
- б – детали зажима**
- 1 – корпус**
- 2 – губки зажимные**
- 3 – толкатель**
- 4 – шайба**
- 5 – пружина**
- 6 - хвостовик**



4.3.3 Способы натяжения арматуры и передачи усилий обжатия на бетон

Механическое натяжение арматуры

Для натяжения арматуры применяются:

1 – **домкраты** – для натяжения арматуры на упоры форм и коротких стендов

2 – **специальные натяжные машины** – для проволочной арматуры собранной в пакеты в групповых захватах.

Механическое натяжение арматуры

Натяжения арматуры производится в два этапа:

1 – сначала арматура натягивается усилием, составляющим 40 – 50 % заданного, проверяется правильность расположения арматуры, ставятся закладные детали, сетки и каркасы, закрываются борта форм

2 – затем арматура натягивается усилием на 10 % выше заданного, выдерживается 3 – 5 мин, после чего натяжение снижается до проектного

Контроль усилия натяжения выполняется по показателям манометров домкратов или натяжных машин.

Сущность метода:

– арматурные стержни с анкерами на концах на специальных установках нагреваются

электрическим

током до требуемого удлинения (рекомендуемая температура нагрева не более 400 °С, продолжительность от 0,5 до

10 мин);

- фиксируются в жестких упорах форм или поддонов;

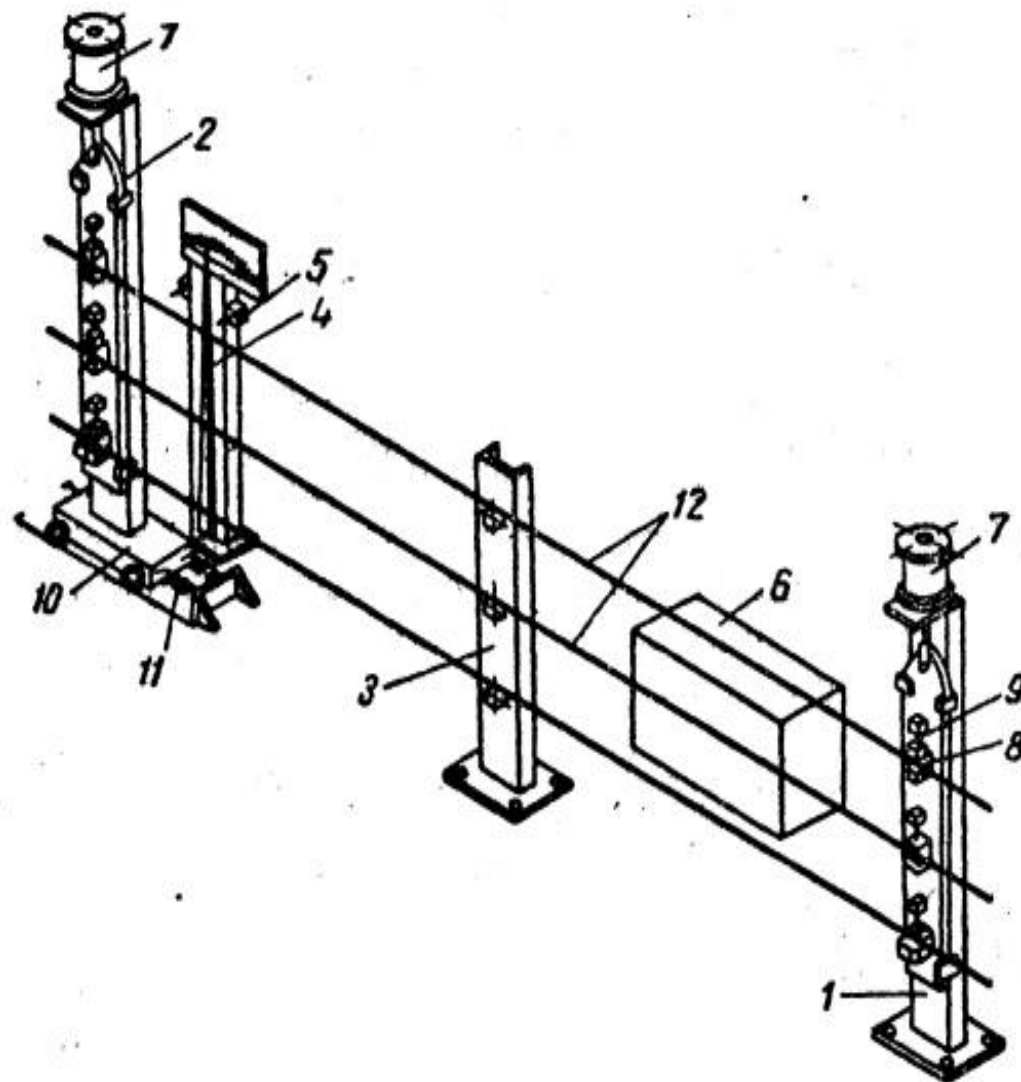
– при остывании в арматуре возникают напряжения,

которые затем передаются на затвердевший бетон.

Контроль за натяжением арматуры заключается в измерении *расстояний между упорами форм, длиной заготовляемых стержней* и *фактическим удлинением.*

Установка для электронагрева стержней

- 1 – неподвижная опор
- 2 – подвижная опора;
- 3 – промежуточная опора;
- 4 – стрелка;
- 5 – конечный выключатель;
- 6 – шкаф;
- 7 – пневмоцилиндры;
- 8 – токопроводящие губки;
- 9 – прижимные губки;
- 10 – тележка;
- 11 – пружины;
- 12 - стержни



Электротермомеханический способ

Суть его состоит в том, что нагретая электрическим током и одновременно находящаяся под натяжением канатная или проволочная арматура навивается на упоры форм или стендов с определенным усилием натяжения.

Этот метод используется при непрерывном армировании конструкций и позволяет создавать одно-, двух- и трехосное напряжение конструкций.

Навивочные машины подразделяются:

- на стационарные и передвижные;
- на машины совершающие возвратно-поступательные движения и с вращающимся рабочим органом

Передача усилий обжатия на бетон

Отпуск напрягаемой арматуры следует производить плавно.

Применяются следующие способы передачи натяжения:

1 – *поочередная* отдельных элементов или их групп;

2 – *одновременная* всех арматурных элементов или их групп с помощью домкрата.

Для отпуска проволочной и канатной арматуры чаще всего применяются *винтовые, клиновые* и *песочные* устройства.

Организация производства арматурных изделий

4.4.1 Общие положения

Мощность арматурных цехов зависит от производительности предприятий и номенклатуры изделий. Эти цехи можно разделить на три группы:

1 – мощностью от 1 до 3 тыс. т – получили наибольшее распространение;

2 – мощностью от 4 до 10 тыс. т – обслуживают заводы

ЖБИ производительностью до 100 тыс. куб. м в год

3 – мощностью от 11 до 20 тыс. т – на заводах ЖБИ производительностью 100 – 200 тыс. куб. м и кроме завода

изготавливают товарную арматуру для монолитного строительства

состоит из следующих последовательно выполняемых операций:

**1 – разгрузка, складирование и хранение
арматурной
стали на складе**

**2 – транспортирование арматурной стали со
склада в
цех**

3 – заготовка арматурной проволоки и стержней

**4 – изготовление сеток, плоских и
пространственных
каркасов, закладных деталей**

**5 – транспортирование готовых арматурных
элементов**

Проектирование технологического процесса в арматурном цехе включает следующие этапы:

1 – конструктивно-технологическая классификация арматурных элементов

2 – расчет часовой потребности в комплектах арматурных элементов в соответствии с мощностью формовочного цеха

3 – расчет объема арматурно-сварочных работ

Проектирование технологического процесса в арматурном цехе включает следующие этапы:

4 – подбор комплекта оборудования

**5 – расчет количества основного
оборудования
технологических линий**

**6 – разработка компоновочной схемы
технологического процесса**

**7 – определение основных ТЭП
производства**

4.4.2 Технологические расчеты

**Технологические расчеты по
арматурному производству включают:**

- 1 – определение необходимого набора и количества машин или линий;**
- 2 – расчет потребности арматурной стали**
- 3 – определение площади цеха**

Определение количества арматурных машин

Для этого необходимо рассчитать объем работ:

- 1 – *при узкоспециализированном производстве* расчеты производятся на планируемую к выпуску номенклатуру изделий;
- 2 – *при большом количестве видов выпускаемых изделий* расчет необходимо производить методом расчетных представителей

Метод расчетных представителей

Для этого вся номенклатура изделий разбивается на группы, имеющие сходство в армировании.

Из каждой группы выбираются изделия (*расчетные представители*), имеющие средние размеры и наиболее характерные признаки по армированию для данной группы.

Затем определяется требуемое количество расчетных представителей: *общий расход стали каждой группы делится на расход стали изделия-расчетного представителя.*

Это количество может не совпадать с количеством изделий по номенклатуре.

Часовая потребность в комплектах арматурных элементов ($P_{ч}$) определяется в зависимости от объема выпуска изделий формовочным цехом:

$$P_{ч} = P_{\text{год}} / (V \cdot B_{ч}) \text{ шт,}$$

где $P_{\text{год}}$ – годовой объем выпуска изделий, куб. м;

V – объем базового (*расчетного представителя*)

изделия, куб. м;

$B_{ч}$ – расчетный фонд рабочего времени, час

Соответственно потребности формовочного цеха рассчитывается необходимое количество производства отдельных элементов в час.

По рабочим чертежам изделий выбираются арматурные элементы, которые необходимо изготовить и для каждого из них разрабатываются технологические схемы процесса.

В соответствии с принятой схемой подбирается комплект оборудования для арматурно-сварочных работ.

Далее рассчитывается часовая потребность в отдельных операциях, например:

- правка-резка проволочной арматуры, п. м.;**
- количество стыковок стержней;**
- количество точек контактной сварки;**
- и т. п.**

Расчет количества оборудования (**N**) по всем видам технологических операций производится исходя из установленного объема работ и производительности требуемого станка:

$$N = P_{\text{ч.т.}} / (P_{\text{ч.ф.}} \cdot K_{\text{и}}) \text{ шт,}$$

где $P_{\text{ч.т.}}$ – требуемая часовая потребность операций на

данном станке;

$P_{\text{ч.ф.}}$ – часовая фактическая производительность станка;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования станка по времени в год (0,97).

Фактическая
производительность станка
отличается от паспортной, которая
не учитывает организацию
процесса.

Например. Общее время для сварки
арматурных изделий складывается из:

- продолжительности раскладки продольных и поперечных стержней;
- времени на подачу стержней под электроды;
- времени на управление сварочной машиной;
- машинного времени цикла сварки (**паспортная производительность**);

Фактическая производительность (Пч. ф.) определяется по формуле:

$$Пч.ф. = Пч.п. \cdot K_{орг},$$

где **Пч.п.** – паспортная производительность;
K_{орг} – коэффициент организации

Для правильно-отрезных и гибочных станков коэффициент организации равен 0,7;
для стыкосварочных – 0,85;
для однотоочечных контактно сварочных – 0,25 – 0,3;
для многотоочечных неавтоматизированных – 0,75.

После расчета требуемого оборудования **определяется площадь цеха S:**

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \text{ кв. м,}$$

где S_1 – площадь занимаемая оборудованием (основным и вспомогательным);

S_2 – площадь занимаемая заготовками и полуфабрикатами арматурных элементов;

S_3 – площадь занимаемая готовыми арматурными изделиями;

S_4 – площадь проходов и проездов.

Запас арматурных полуфабрикатов и готовых изделий должен составлять 8 часов.

Усредненная масса арматурных элементов, которую можно разместить на 1 кв. м площади дана в НТП (для разных видов арматурных элементов)

Зависит от расположения относительно формовочного цеха и склада арматурной стали.

Возможны разные варианты. Каждое из компоновочных решений имеет свои особенности в расположении оборудования и организации процесса производства.

Обычно в арматурных цехах проектируется три технологические линии:

- 1 – для изготовления легких арматурных изделий (диаметры до 14 мм);**
- 2 – для изделий из тяжелой арматуры;**
- 3 – изготовление закладных деталей.**

При расстановке оборудования необходимо соблюдать:

- поточность операций;**
- прямолинейность движения полуфабрикатов или хотя бы**

движение их в одну сторону при выполнении

Расчет годовой потребности цеха в арматурной стали

Производится на основании:

- 1 – данных, приведенных в рабочих чертежах;
- 2 – годовой программы завода

Потребное количество арматурной стали определяется с учетом потерь.

Нормы этих потерь приведены в НТП, где они указаны в % для каждого класса арматурной стали.

ТЕМА 5. Формование

бетонных и

железобетонных

изделий

В результате формования должно быть получено изделие заданной геометрической формы и размеров с однородным по сечению изделия строением бетона, с указанным расположением арматуры и закладных деталей.

Процесс формирования

включает операции:

- подготовку формы к бетонированию
- установку и фиксацию арматурного каркаса
или напрягаемой арматуры
- укладка бетонной смеси, ее распределение
и уплотнение
- заглаживание открытой поверхности
- извлечение готового изделия из формы
после твердения

Качество формования

определяется двумя факторами:

1 - точностью размеров форм и состоянием их рабочих поверхностей, качеством смазки

2 - соответствием реологических свойств бетонной смеси виду формовочного оборудования и принятому режиму его работы

5.1 ФОРМЫ

**Основное назначение форм –
обеспечить получение изделий
заданной формы с точными
размерами, четкими гранями и с
гладкими рабочими поверхностями**

Формы для изготовления ЖБИ



- 1. Формы должны обеспечивать в течение длительного срока эксплуатации постоянство размеров и правильность рабочих плоскостей.**
- 2. Конструкция форм должна выбираться с учетом факторов, определяемых технологией производства**
- 3. Формы необходимо изготавливать с точностью на 1 – 2 класса выше, чем самих изделий**
- 4. Элементы формы должны плотно примыкать друг к другу**
- 5. Конструкция форм должна обладать необходимой жесткостью и прочностью**
- 6. Конструкция форм должна обеспечивать надежную фиксацию закладных деталей в процессе**

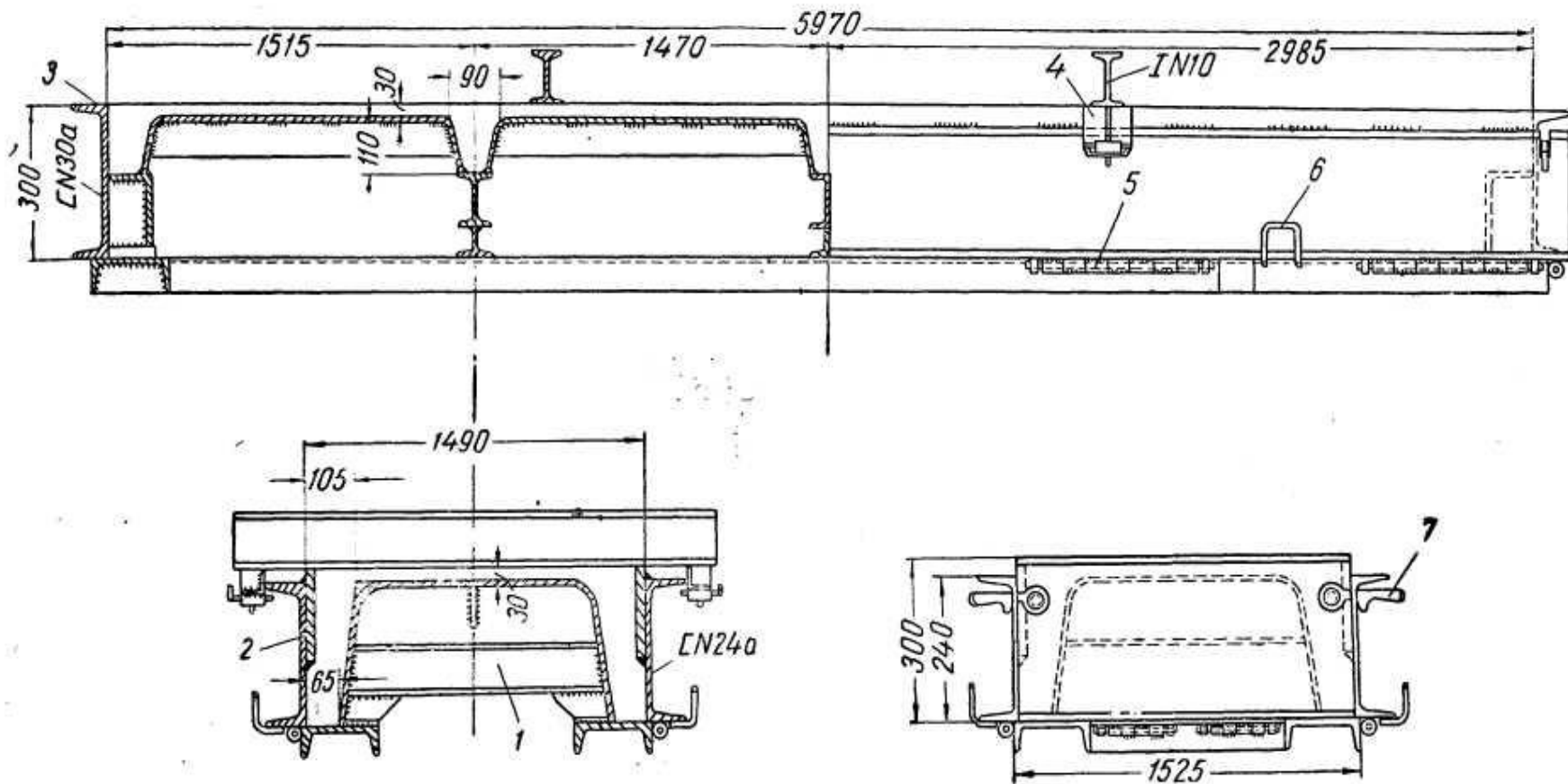
1. По условиям работы: **передвижные и неподвижные** (стационарные).
2. По числу одновременно изготавливаемых изделий:
индивидуальные и групповые.
3. В зависимости от положения изделий при формовании: **горизонтальные и вертикальные.**
4. Формы бывают **силовые** – для преднапряженных изделий и **несиловые** – при обычном армировании.
5. Различают формы с **плоским и профильным днищем.**
6. По виду материала из которого изготовлены:
металлические – в основном, иногда – **железобетонные, деревянные, комбинированные**

ОБЪЕМ:

- **переносная металлическая форма с откидными шарнирно открывающимися бортами;**
- **разъемные формы, состоящие из поддона и бортов, собираемых с помощью болтовых соединений;**
- **набор поддонов со съемной бортоснасткой;**
- **неподвижные сборно-разборные формы типа кассет;**
- **неразъемные формы, собранные в пакеты;**
- **неразборные железобетонные формы-матрицы с металлическими бортами (для крупноразмерных**

ребристых

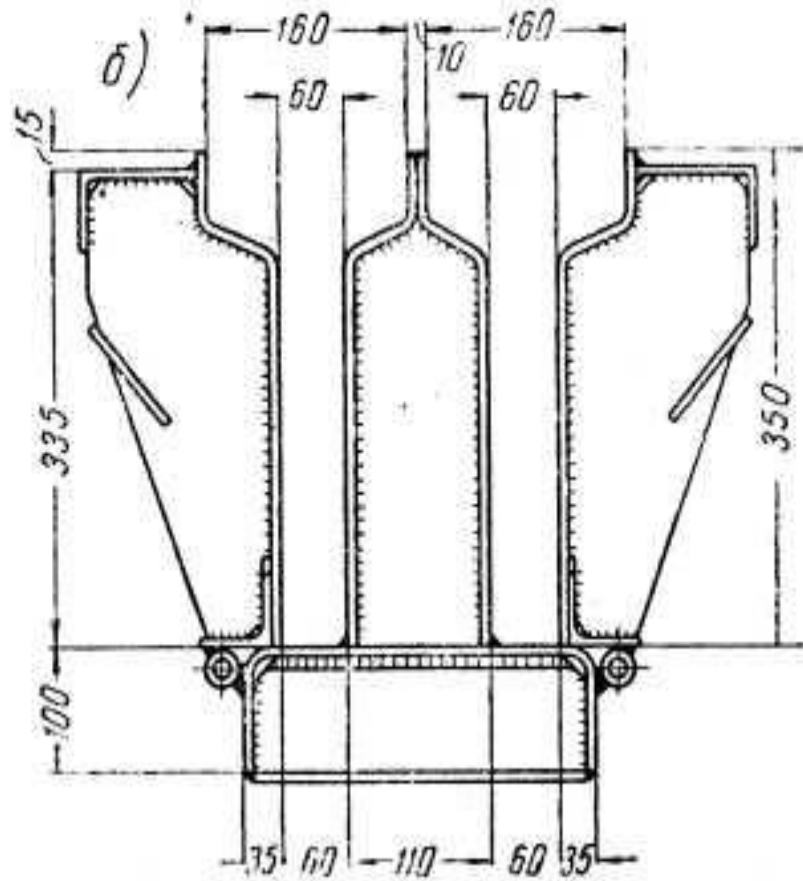
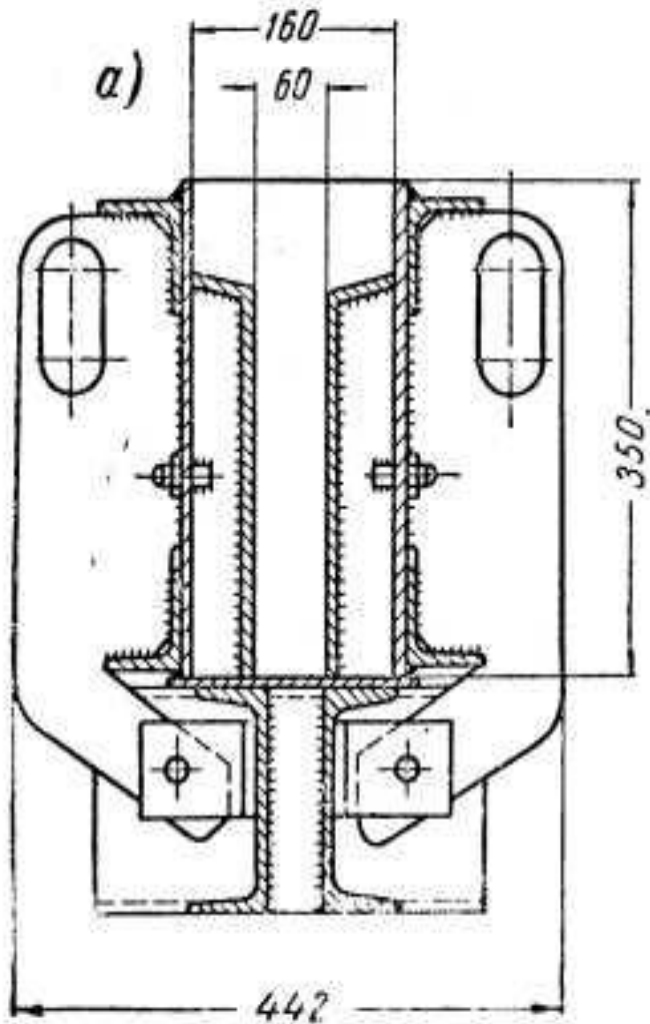
плит покрытия



1 – поддон; 2 – продольный борт; 3 – торцовый борт; 4 –
стяжка;

5 – шарнир; 6 – подомная петля; 7 – замок типа накладной

Поперечные сечения металлических форм для изготовления прогонов таврового сечения

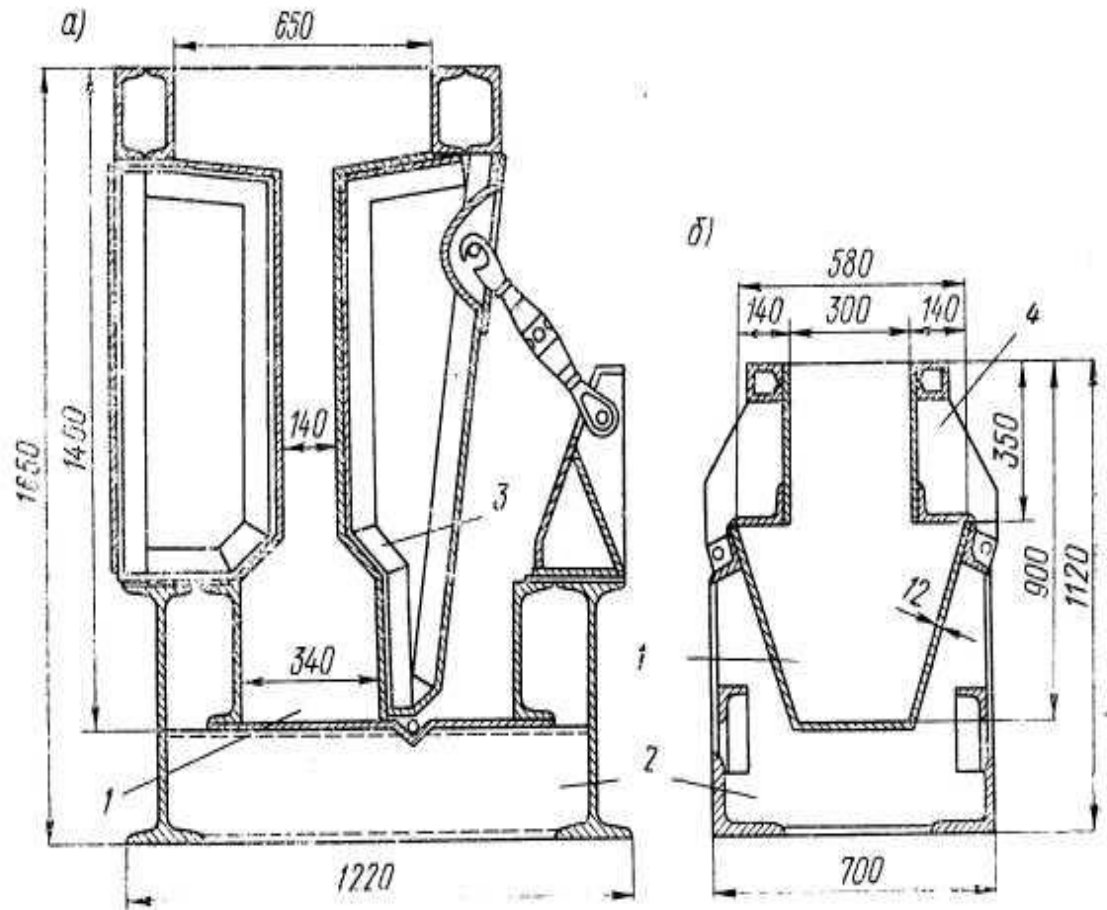


а – одиночная форма; б – двойная форма

Силовые формы для преднапряженных балок

а – для подкрановой балки длиной 12 м
б – для ригеля;

1 – изделие;
2 – силовая часть формы;
3 – съемный борт;
4 – откидной борт



5.1.2 Эксплуатация форм

Содержание форм в чистоте необходимо для обеспечения высокого качества изделий и продления срока их эксплуатации.

Формы необходимо чистить:

- после каждого цикла формования – вручную с помощью металлических скребков или специальными машинами с относительно мягкими металлическими щетками;**
- раз в 2 – 3 месяца – машинами с абразивными кругами или жесткими щетками;**
- раз в год – применяется химический способ – соляной кислотой.**

Для уменьшения сцепления бетона с поверхностью форм применяются смазки.

*** иметь консистенцию, позволяющую наносить ее**

**распылителем или кистью на поверхность
сплошным**

тонким слоем (0,1 – 0,3 мм);

*** обладать достаточной адгезией с металлом
форм;**

*** не смешиваться с бетоном;**

*** быть достаточно водостойкой;**

*** не оказывать вредного действия на
твердеющий бетон**

*** не оставлять пятен на поверхности бетона;**

*** не вызывать коррозии рабочей поверхности
форм;**

*** не создавать антисанитарных условий в цехе и
быть**

безопасной в пожарном отношении.

Расход смазки зависит от:

- ее консистенции,
- конструкции и типа форм (горизонтальные или вертикальные),
- способа нанесения,
- качества поверхности для смазки.

По нормам технологического проектирования он должен составлять 0,2 кг/кв.м.

Формы следует чистить и смазывать на специальном посту с соблюдением требований техники безопасности и производственной санитарии.

Сборка формы.

В зависимости от вида армирования изделия и конструкции бортоснастки может выполняться, как до армирования, так и после него.

Процесс сборки может осуществляться вручную или с помощью мостового крана или других приспособлений.

5.1.3 Оборачиваемость форм

Металлоемкость форм и их стоимость очень велики. Они составляют не менее 50 % от общей стоимости всего технологического оборудования.

Средняя удельная формоемкость заводов ЖБИ составляет 12 – 14 кг на 1 куб. м проектной мощности.

Формоемкость зависит от массы форм и от степени их использования. Плановый срок эксплуатации форм – 5 лет.

Формы изнашиваются не только физически, значительно быстрее происходит их моральный износ.

Занятость форм в производстве оценивается **коэффициентом использования формы**, равным отношению фактического использования к максимально возможному. Чем выше этот коэффициент, тем эффективнее работа формы.

Необходимое **число форм** ($N_{\text{ф}}$) может быть определено по формуле:

$$N_{\text{ф}} = Q / Q_{\text{max}} , \text{ шт,}$$

где Q – число оборотов форм необходимое для выпуска заданной программы;

Q_{max} – максимально возможное число оборотов формы за время выпуска изделий.

$$Q_{\text{max}} = T \cdot Q_{\text{сут}}$$

где T – продолжительность расчетного периода, сут.;

$Q_{\text{сут}}$ – число оборотов формы в сутки.

Число оборотов форм (*коэффициент оборачиваемости $K_{об}$*) в сутки зависит от продолжительности одного оборота формы ($T_{о.ф.}$), которая может быть вычислена следующим образом:

$$T_{о.ф.} = T_{ф} + T_{тво} + T_{п.ф.} + T_{з.к.}, \text{ час}$$

где $T_{ф}$ – средняя продолжительность формовочных операций;

$T_{тво}$ – продолжительность пропаривания;

$T_{п.ф.}$ – время подготовки формы к бетонированию;

$T_{з.к.}$ – время необходимое для полного заполнения камеры, которое определяется как $T_{ф} \cdot (n - 1)$, где n – количество форм в камере.

При работе формовочного цеха в три смены коэффициент оборачиваемости форм рассчитывается по формуле:

$$K_{об} = 24 / T_{о.ф.}$$

Если формовка работает в две смены, а пропаривание – в три, то используется формула:

5.2 Методы формования изделий

Качественное выполнение процесса формования обеспечивается при соблюдении требований к бетонным смесям.

Удобоукладываемость

характеризует способность смеси заполнять форму бетонируемого изделия и уплотняться в ней под действием силы тяжести или в результате внешних механических воздействий

Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости

Марка смеси по удобоукладываемости		Норма удобоукладываемости по показателю:		
		жесткости, с	подвижности, см	
			осадка конуса	распływ конуса
Сверх-жесткие	СЖ3	более 100	-	-
	СЖ2	51-100	-	-
	СЖ1	50 и менее	-	-
Жесткие	Ж4	31-60	-	-
	Ж3	21-30	-	-
	Ж2	11-20	-	-
	Ж1	5-10	-	-
Подвижные	П1	4 и менее	1-4	-
	П2	-	5-9	-
	П3	-	10-15	-
	П4	-	16-20	26-30
	П5	-	21 и более	31 и более

Рекомендуемые группы смесей по удобоукладываемости

Способы и средства формования	Для изделий	
	Нормально армированных	Густо армированных
Глубинные вибраторы	П1, П2	П2, П3
Одиночные виброформы и устройства с передвижными прикрепленными вибровозбудителями	П1, П2	П2
Кассетные и объемно-формовочные установки	П3, П4	П4, П5
Виброустановки, виброплощадки и ударные площадки	П1, Ж1, Ж2	П1, П2, Ж1
Передвижные виброформы	Ж1, Ж2	Ж1
Вибропротяжные устройства	Ж1 – Ж3	П1, Ж1, Ж2
Центрифугирование	П2	-
Виброгидропрессование	П4	П5
Устройства роликового формования	Ж3, Ж4	Ж3, Ж4
Вибропрессы и виброштампы	Ж1 - Ж3	Ж1, Ж2

В зависимости от необходимой удобоукладываемости бетонной смеси требуются разнообразные методы формования, средства и режимы уплотнения.

МЕТОДЫ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

- 1 – методом литья**
- 2 – вибрационные методы**
- 3 - с применением прессования**
- 4 – другие способы**

Формование методом литья

При этом методе заполнение формы бетонной смесью осуществляется под действием собственной массы, без применения внешних силовых воздействий.

Метод литья применяется для формования изделий из весьма подвижных, литых смесей.

Формование литьем значительно упрощает процесс укладки и удешевляет его, однако, требует повышенного расхода вяжущего.

Вибрационный метод

Применяется для формования изделий из подвижных, малоподвижных и умеренно жестких смесей. *Это наиболее распространенный способ.*

Сущность его: путем сообщения механических колебаний отдельным частичкам смеси нарушаются связи между ними. Смесь превращается в тяжелую жидкость (тиксотропия).

Частицы твердой фазы под действием силы тяжести опускаются вниз, вытесняют воздушные пузырьки и избыточную воду и уплотняются.

1 – **объемное уплотнение** – на виброплощадках
(наиболее универсально)

2 – **наружное вибрирование** – осуществляется через стенки форм

3 – **поверхностное виброуплотнение** – передача колебаний бетонной смеси непосредственно со стороны открытой поверхности изделия

4 – **внутреннее виброуплотнение** – при помощи вибровкладышей или глубинных вибраторов

Выбор способа уплотнения зависит главным

3.2.1 Вибрационные методы формирования

А. Режимы вибрирования

Основными параметрами режима виброобработки являются:

- амплитуда колебаний **A**;
- частота колебаний **f**;
- время вибрирования **t**.

Каждая бетонная смесь имеет свои оптимальные значения этих показателей.

Одинаковая степень уплотнения бетонной смеси определенного состава и удобоукладываемости в одно и то же время **t** возможна при различных сочетаниях амплитуд **A** и частот вибрирования **f**.

Количественно интенсивность вибрации **U**

Б. Распространение колебаний в бетонной смеси

Бетонная смесь является упруго-пластично-вязкой средой с большим коэффициентом внутреннего трения.

Механические колебания в ней носят всегда затухающий характер. Коэффициент затухания зависит от вязкости среды и частоты колебаний (чем выше вязкость и частота, тем интенсивнее затухание).

Затухание колебаний – это уменьшение их амплитуды по мере удаления от источника.

При передаче колебаний снизу вверх на виброплощадке или сверху вниз при поверхностном вибрировании амплитуду A можно определить по формуле:

$$A = A_0 \cdot e^{-0,5\alpha \cdot h},$$

где A_0 – амплитуда колебаний в бетонной смеси у их источника;

e - основание натуральных логарифмов, $e = 2,72$;

α - коэффициент затухания колебаний в бетонной смеси, см^{-1} ;

h - толщина одновременно уплотняемого бетона.

Для источников внутреннего вибрирования амплитуду колебаний A на расстоянии r можно рассчитать так:

$$A = A_0 \cdot \sqrt{r / r_0} \cdot e^{-0,5\alpha \cdot (r - r_0)},$$

где r_0 – расстояние от центра тяжести вибратора до места приложения виброимпульсов к бетонной смеси, см .

Коэффициент затухания колебаний α для плоских волн при вибрировании на виброплощадке с частотой 50 – 100 Гц составляет 0,07 – 0,1 см^{-1} ; для кольцевых волн при внутреннем вибрировании при $f = 150 – 200$ Гц равен 0,02-0,08 см^{-1} .

При таком уплотнении вибрационные импульсы сообщаются всей бетонной смеси формируемого изделия в объеме формы.

Осуществляется:

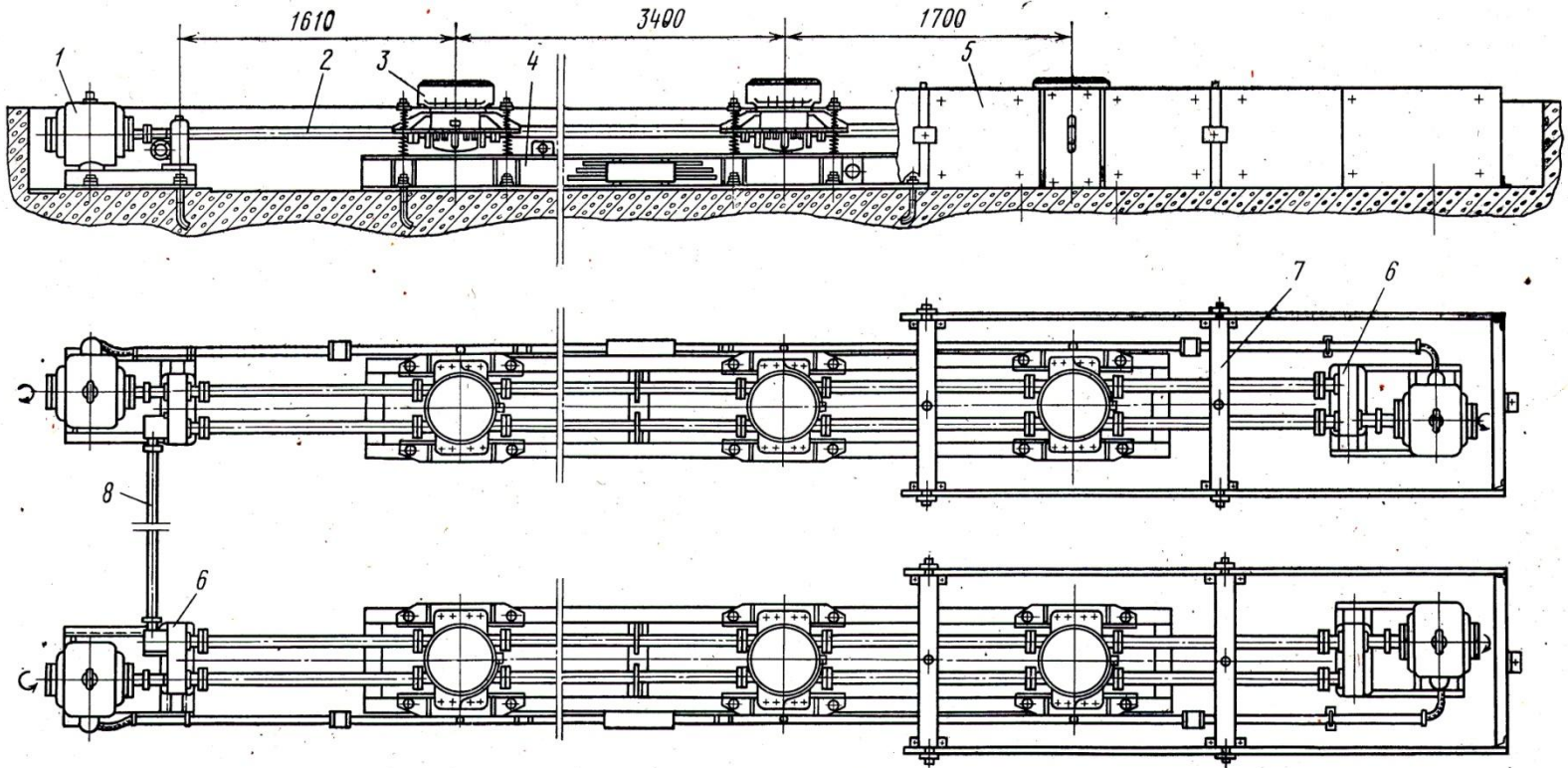
- на виброплощадках различного принципа действия;
- на вибропоршневых установках;
- на ударных установках;
- на ударно-вибрационных площадках.

Виброплощадки – универсальное формовочное оборудование для широкой номенклатуры изделий в переносных и передвижных формах.

Они бывают грузоподъемностью от 4 до 40 т.

Виброплощадка СМЖ-200А:

1 – электродвигатель; 2 – карданный вал; 3 – виброблок; 4 – опорная рама; 5 – звукоизолирующий кожух; 6 – синхронизатор; 7 – рамка кожуха; 8 – карданный вал для поперечной синхронизации



Вибропоршневые установки – передают колебательные движения форме присоединением ее торцевой части к источнику вибровозбуждения.

Вибровозбудители создают направленные продольно-горизонтальные (либо эллиптические) колебания формы.

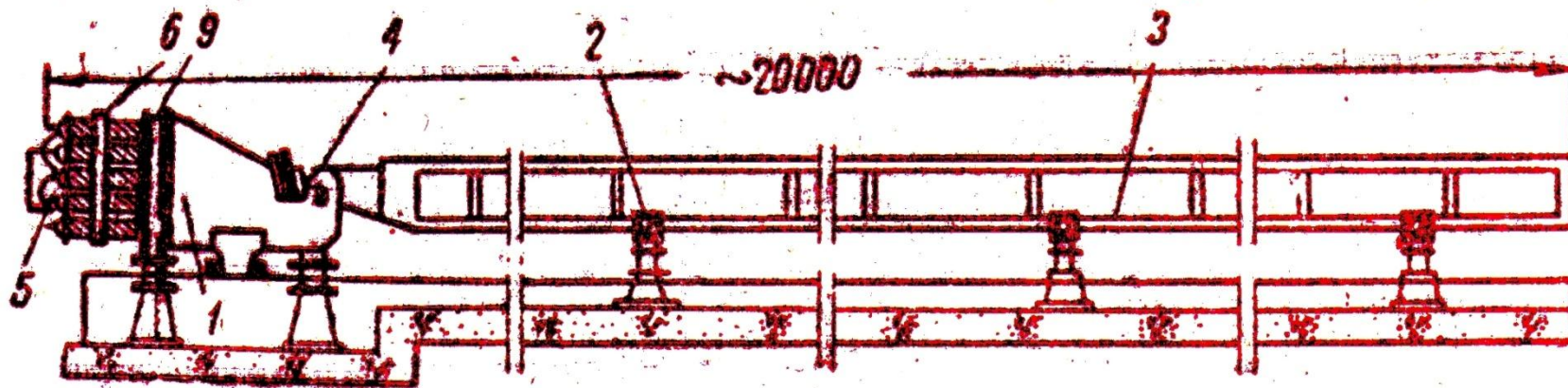
Используются такие установки для формирования балочных конструкций в вертикальном положении.

Ударные установки – имеют высокую эффективность уплотнения жестких бетонных смесей. На них можно формировать изделия высотой до 1м.

Ударные установки экономичны, но создают повышенный уровень шума.

Ударно-вибрационный способ – используется совместное воздействие вертикально направленных ударов и вибрации.

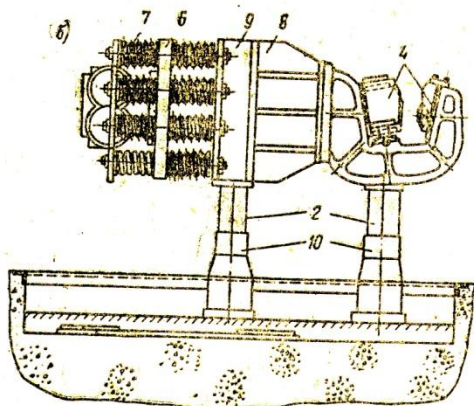
Схема виброустановки с продольно-горизонтальными колебаниями



а – общий вид установки; б – вибропривод;

1 - виброголовки; 2 – упругие опоры;

3 – форма с бетонной смесью; 4 – жесткое клиновое соединение формы с виброголовкой; 5 – навесные (маятниковые) вибраторы с горизонтально направленными колебаниями; 6 - резонаторная плита; 7 – пакет пружин для крепления вибраторов к резонансной плите; 8 – сварной корпус с клиновыми зажимами; 9 – амортизаторы; 10 – упругие прокладки



При объемном уплотнении жестких бетонных смесей рекомендуется применять **пригрузки**.

Пригрузки бывают:

1 – **инерционные** (создающие давление только собственной

массой). Бывают двух типов:

а) металлический щит требуемой массы;

б) щит с установленными на нем вибраторами.

2 – **безинерционный** пригруз:

- рычажный – щит прижимается к изделию рычагами;

- подрессорный – основное давление обеспечивается виброизолированной плитой;

- пневматический – между прижимным щитом и закрепленным верхним располагается пневматическая подушка;

- гидравлический – щит прижимается с помощью гидро- или пневмоцилиндров.

Все виды пригрузов вводятся в действие после предварительного уплотнения смеси

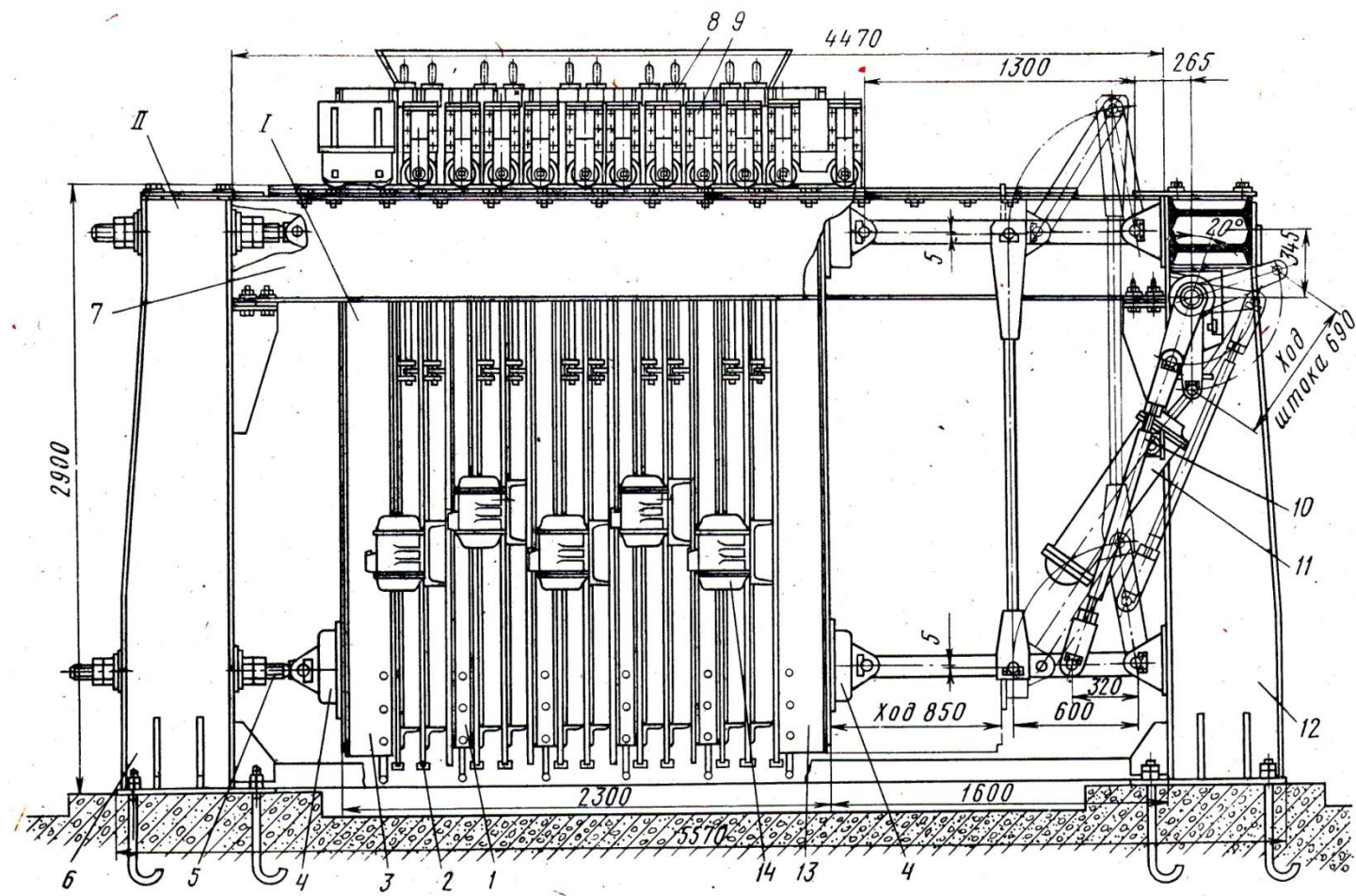
Г. Наружное вибрирование

Этот способ используется для уплотнения бетонной смеси:

- 1 – в отдельных стационарных формах с помощью прикрепленных к их стенкам вибраторов;**
- 2 – в отсеках кассет;**
- 3 – в вертикальных виброформах для изделий с замкнутым в поперечном сечении контуром (трубы, вентиляционные блоки, сантехкабины и т. п.).**

Кассетная формовочная установка /412

- I – кассетная форма; II – машина для распалубки и сборки кассеты;
1 – тепловая стенка; 2 - промежуточная стенка; 3 – стационарная стенка; 4 – амортизатор;
5 - регулировочный винт; 6 – задняя стойка; 7 – опорная балка; 8 – запорное устройство; 9 – роlikоопора; 10 – система рычагов; 11 – гидроцилиндр; 12 – передняя стойка; 13 – съемная стенка; 14 - вибратор



Д. Поверхностное виброуплотнение

Наиболее эффективно в **вибропротяжных устройствах**, где совмещены процессы укладки смеси в формы и ее уплотнение под вибрационным воздействием.

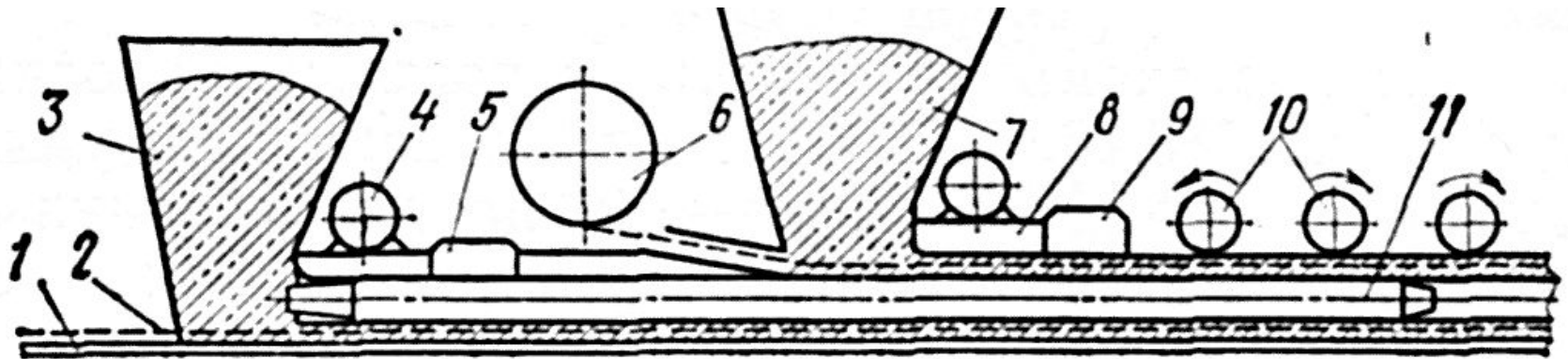
Используется при горизонтальном, вертикальном или наклонном формовании.

Горизонтальное формование применяется при изготовлении крупноразмерных плитных конструкций.

Вертикальная схема применяется при изготовлении изделий в подвижных щитах.

Схема машины непрерывного формования

1 – стенд-поддон; 2 – напряженная арматура; 3 и 7 – бункера с бетонной смесью; 4 и 8 – поверхностные вибрационные уплотнители; 5 и 9 – стабилизирующие плиты; 6 – бухта с арматурной сеткой; 10 – заглаживающие валики; 11 – пустотообразователи



Е. Внутреннее виброуплотнение

При внутреннем виброуплотнении используются глубинные вибраторы и установки с вибровкладышами.

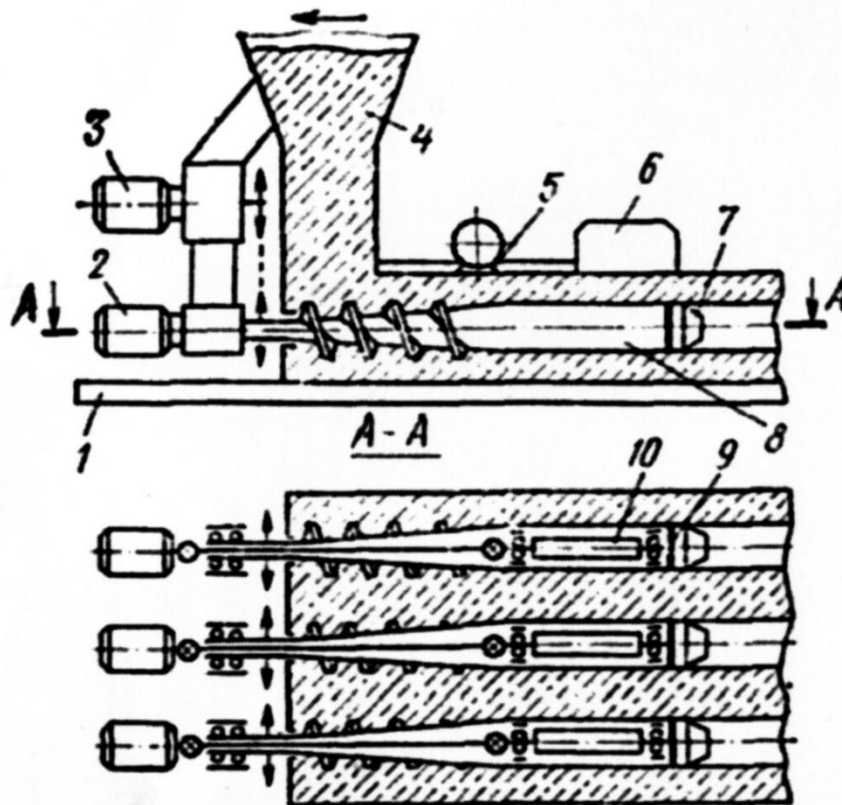
Глубинные вибраторы применяются в основном при монолитном бетонировании или как вспомогательное средство для уплотнения густоармированных конструкций.

Установки с вибровкладышами используются при изготовлении изделий со сквозными отверстиями (пустотные плиты перекрытия, вентиляционные блоки, трубы и т. п.) при:

- агрегатно-поточном способе производства;
- изготовлении изделий непрерывным безопалубочным формованием методом экструзии

Схема машины непрерывного экструзионного формования

1 – стенд-поддон; 2 – привод вибровозбудителей; 3 – привод вращения шнеков; 4 – бункер с бетонной смесью; 5 – поверхностный вибратор; 6 – стабилизирующая плита; 7 – стабилизирующие части пустотообразователей; 8 – пустотообразователи-шнеки; 9 – резиновые втулки; 10 – гели



Уплотнение бетона

Схема виброплощадки глубинный

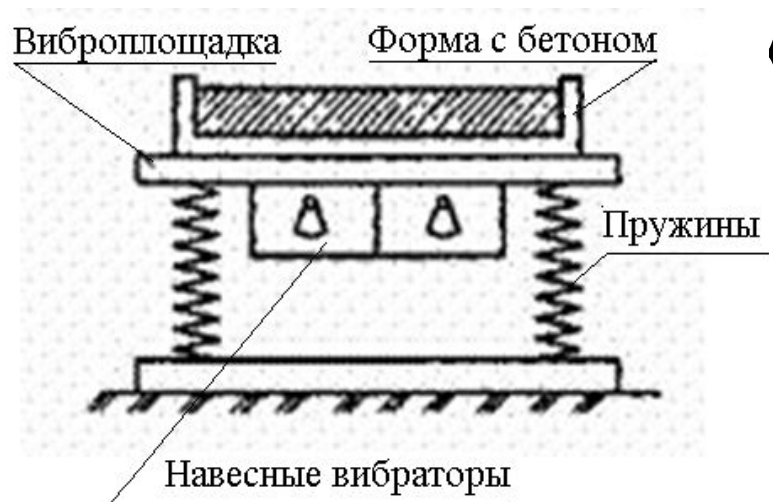
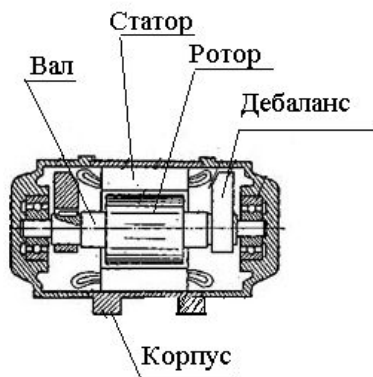


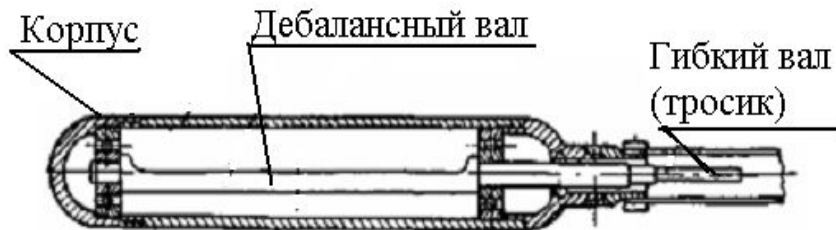
СХЕМА ПЛОЩАДОЧНОГО ВИБРАТОРА



Переносной (ной) вибратор



СХЕМА ВИБРОНАКОНЕЧНИКА

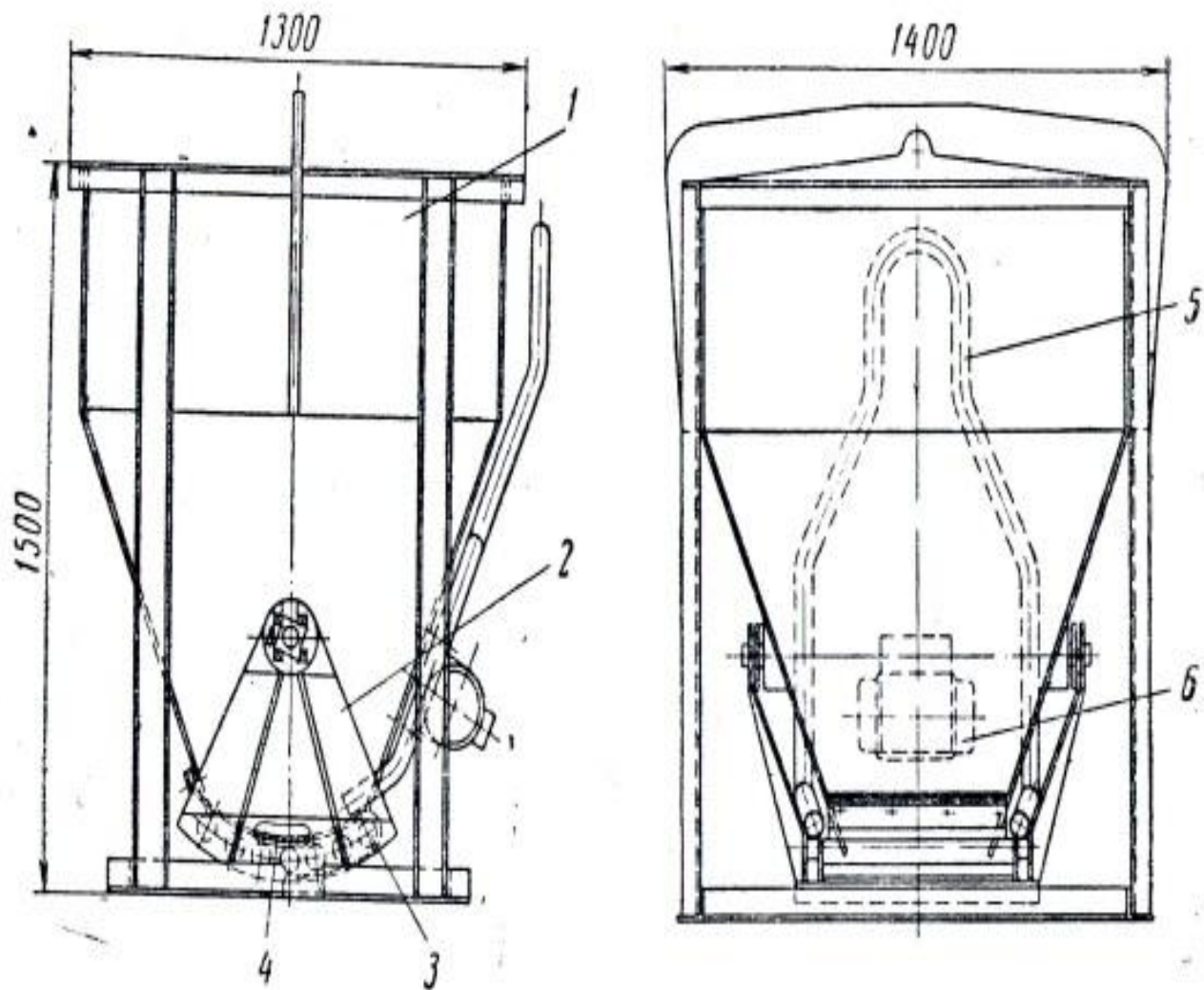


5.3 Транспортирование и укладка бетонной смеси

В заводских условиях осуществляется с помощью бункеров, бетонораздатчиков и бетоноукладчиков.

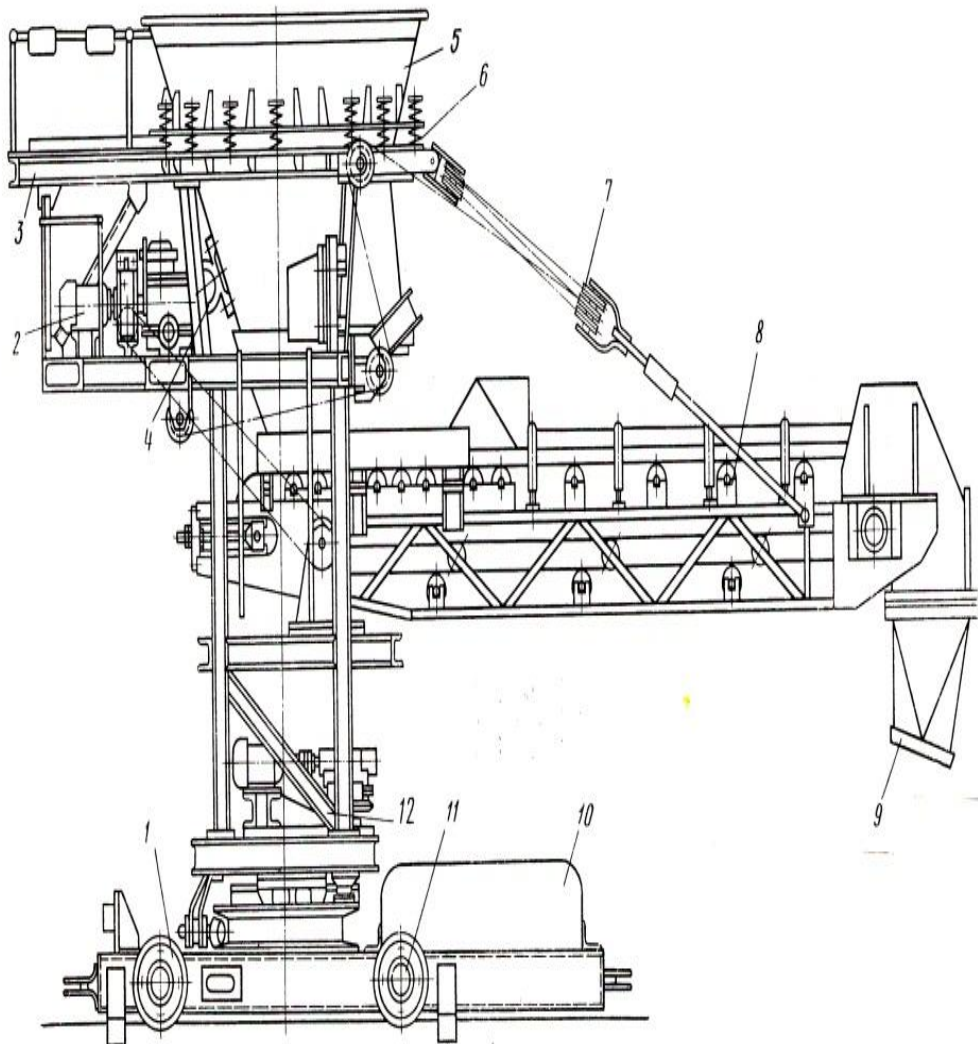
Укладка бетонной смеси, как правило, осуществляется в один слой. При формировании пустотных и густоармированных изделий укладка бетонной смеси производится послойно. Время между укладкой слоев должно быть не более 20 мин.

Бункер для подачи бетонной смеси



1 – бункер; 2 – затвор; 3 – ролики; 4 – транспортерная лента;
5 – рычаг; 6 – вибратор

Ветшорздатник конвейерный



1 – тележка; 2 – привод питателя; 3 – площадка обслуживания; 4 – вибратор-побудитель; 5 – бункер; 6 – пружинная подвеска бункера; 7 – регулировка подъема питателя; 8 – питатель; 9 – выгрузочный патрубок; 10 – привод тележки; 11 – приводное колесо; 12 –

Схема бетоноукладчика

а – вид с боку;

б – вид сзади;

1–неприводные колеса;

2,4–поворотные воронки;

3–пульт управления;

5– сиденье

6,19-привод передвижения
бетоноукладчика

7-приводные колеса

8-заглаживающий ролик

9-привод подъема ролик

10-большой питатель

11-вибратор бункера

12-большой бункер

13-малый бункер

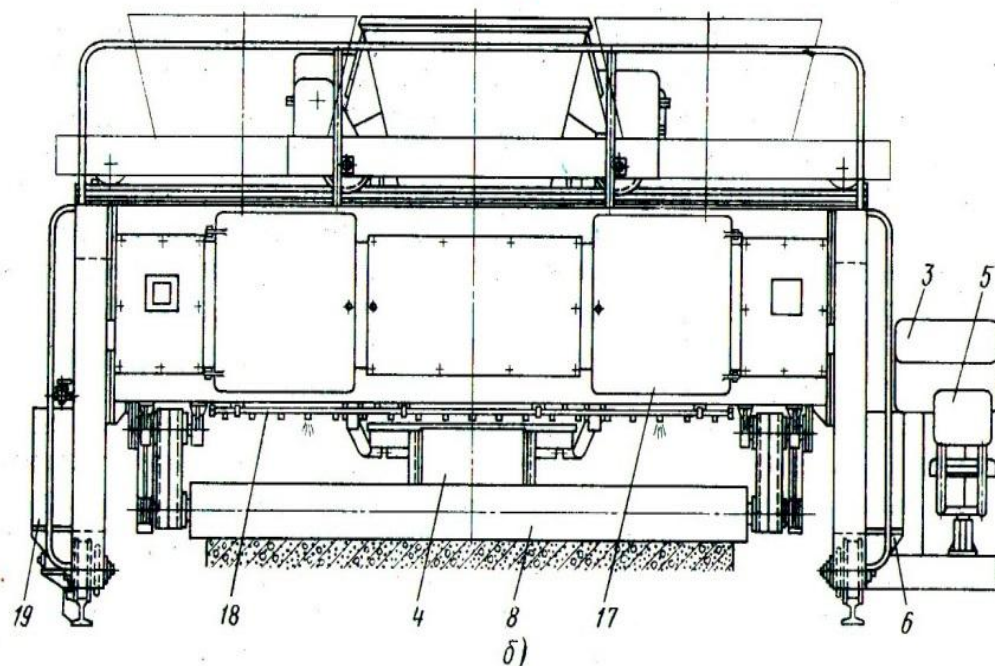
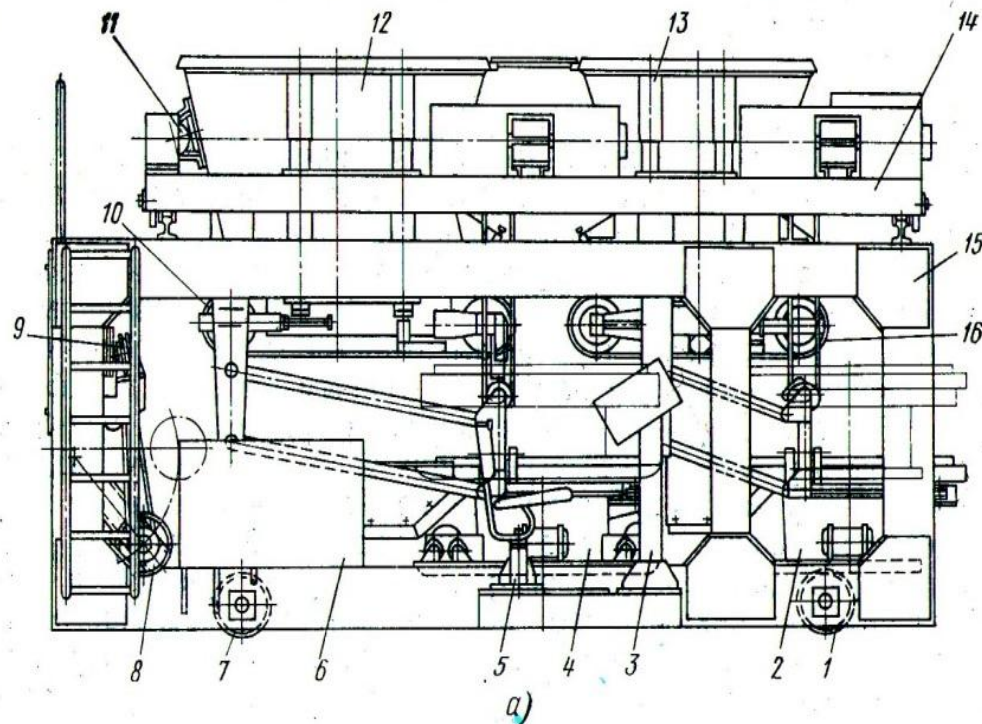
14-тележка

15-рама бетоноукладчика

16-малый питатель

17-электрошкаф

18-водораспылитель



5.4 Отделка железобетонных изделий

5.4.1 Лицевые поверхности, обращенные внутрь помещения

Эти поверхности должны быть на заводе подготовлены под окраску или оклейку обоями.

Для этого они должны иметь правильную плоскость, быть плотными, гладкими и отвечать требованиям нормируемых классов по шероховатости.

Достигается такое качество поверхности обработкой в две стадии.

Первая стадия - при формировании изделий:

Лицом вверх – производится затирка заглаженной и выравненной поверхности при помощи специальных затирочных машин (двухречных или дисковых). Машины бывают самоходные или стационарные.

На поверхность подсыпается немного сухой цементно-песчаной смеси.

Лицом вниз – применяются стеклопластиковые покрытия поверхности поддона или наносятся специальные консистентные пастообразные смазки.

Более дешевая - водная пластификация.

Вторая стадия – окончательная отделка и подготовка под окраску.

Производится после тепловой обработки и расформовки изделий:

- наносится тонкий слой шпатлевочного раствора толщиной не более 0,1 мм;
- производится затирка «на сдир»: раствор должен заполнить только поры и раковины, с остальной поверхности его необходимо тщательно удалить.

Перед нанесением шпатлевочного слоя поверхность изделия должна быть обильно смочена водой.

5.4.2 Декоративная отделка фасадов

Производится:

А – в процессе формования:

- «лицом вниз»

- «лицом вверх»

Б – после отверждения бетона

Все виды индустриальной отделки фасадной стороны наружных стеновых панелей можно разделить на четыре основные группы.

1. Облицовка лицевых поверхностей керамическими или стеклянными плитками. Производится только «лицом вниз» (раскладываются на поддон или наклеиваются на бумажные листы).

2. Декоративная отделка слоем цветного бетона, слоем дробленого камня, стеклянной крошки «эрклез», битой керамической плиткой.

3. Фактурная обработка – нанесение рельефа, вскрытие текстуры бетона и заполнителя.

4. Окраска подготовленных поверхностей стойкими красками.

Каждый из видов отделки панелей имеет свои преимущества и может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с другими