

Г. Г. ВИНОГРАДОВ

# КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

(без предварительного напряжения)

Специальное предложение  
Технологический отдел  
ПРОСЧЕТНЫЙ СМЕТ  
Институт железобетонных конструкций  
Ленинград



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
Ленинград 1973

Научный редактор — Р. В. Воронков

В книге собран материал, необходимый при конструировании железобетонных элементов (без предварительного напряжения), применяемых в промышленном строительстве. Приведены рекомендации по конструированию наиболее распространенных как плоских, так и пространственных конструкций сборного и монолитного исполнения с армированием сварными и вязаными каркасами и сетками.

Материал составлен с учетом действующих нормативных документов, инструкций, указаний.

Книга предназначена в качестве практического пособия техникам и инженерам-конструкторам проектных организаций.

**Григорий Григорьевич Виноградов**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ**  
**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**  
**ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Стройиздат, Ленинградское отделение,  
Ленинград, пл. Островского, 6

Редактор издательства Е. Г. Никольская  
Технический редактор О. В. Сперанская  
Корректор И. И. Кудревич  
Обложка художника И. К. Новодворской

Сдано в набор 16/X 1972 г. Подписано в печать 19/II 1973 г. М-08205. Формат бумаги 60x90<sup>1/16</sup>.  
Вумага типографская № 2. Бум. л. 3,75. Печ. л. 7,5.  
Уч.-изд. л. 8,25. Тираж 10 000 экз. Изд. № 1371-Л.  
Цена 41 коп. Заказ № 373

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 2 имени Евгении Соколовой «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли  
г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.

ства  
конс  
напр  
моно  
посл  
собс  
скол  
усло  
целе  
стои  
  
ных  
мож  
цель  
  
эту  
стру  
изве  
проц  
в по  
бето  
осно  
отв  
  
дел  
бен  
сет  
ком  
стру  
не л  
тел  
осо  
при  
кон  
зде

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Железобетонные конструкции применяют во многих областях строительства в качестве элементов зданий и сооружений. Современные железобетонные конструкции весьма разнообразны. Они бывают обычными и предварительно-напряженными, могут выполняться монолитными, сборными, а также сборно-монолитными. Наряду с массовым применением сборного железобетона в последнее время стали часто использовать монолитный железобетон, чему способствует внедрение в практику строительства инвертных опалубок в виде скользящей, переставной, передвижной и тому подобных конструкций. В этих условиях применение монолитных железобетонных конструкций становится целесообразным, так как они выполняются индустриальными методами и стоимость их меньше, чем у сборных.

Важное значение в повышении эффективности применяемых железобетонных конструкций имеет индустриализация арматурных работ. Здесь эффект может быть достигнут за счет рационального конструирования элементов с целью максимального упрощения и унификации армирования.

В настоящее время нет единого пособия, освещающего достаточно полно эту область проектирования. После издания в 1958 г. «Инструкции по конструированию элементов железобетонных конструкций» (СН 15-57) произошли известные изменения, поэтому инструкция в значительной части устарела. Вопросы конструирования посвящены отдельные небольшие разделы изданных в последнее время норм, инструкций и руководств по проектированию железобетонных конструкций. Однако перечисленные документы ориентированы в основном на проектировщика-расчетчика и недостаточно подробно и полно отвечают на вопросы, возникающие у конструктора.

Цель настоящего издания — создать пособие по конструированию отдельных железобетонных элементов без предварительного напряжения, особенно монолитных, с применением вязаной арматуры и сварных каркасов и сеток. В книге учтены требования действующих нормативных документов, рекомендации научно-исследовательских институтов, а также опыт Ленпромстройпроекта и некоторых других проектных организаций. Книга, естественно, не может охватить конструирование всего многообразия применяемых в строительстве элементов железобетонных конструкций. В ней освещаются только особенности армирования основных элементов, находящихся наиболее массовое применение и, главным образом, в промышленном строительстве. При этом конструирование стыков для соединения сборных элементов между собой здесь не рассмотрено: они разрабатываются при проектировании здания или

сооружения с учетом имеющихся типовых решений. Здесь также не рассмотрено конструирование сборных элементов, по которым имеются типовые чертежи.

Материалы книги ориентированы прежде всего на конструктора, выполняющего рабочие чертежи железобетонных конструкций, и поэтому сознательно обойдены проблемы, связанные с расчетом, так как они решаются расчетчиком.

Рассмотренные в книге способы конструирования относятся к элементам железобетонных конструкций зданий и сооружений из предусмотренных СНиП II-V. 1-72 тяжелых бетонов, с гибкой арматурой в виде сварных сеток, каркасов и отдельных стержней.

Книга состоит из трех глав и приложений. В первой главе рассматриваются материалы, применяемые для изготовления железобетонных конструкций. Вторая глава посвящена вопросам конструирования стальных изделий (каркасов, сеток, закладных деталей и др.), применяемых для железобетонных элементов. В третьей главе изложены способы конструирования отдельных железобетонных элементов. В приложениях приведены вспомогательные таблицы, необходимые конструктору железобетонных изделий при выполнении рабочих чертежей.

МАТ

У  
став  
чета  
они  
тивн  
мате  
стру  
бето  
стал  
в те  
тац  
кол  
четн  
в сж  
П  
тона  
ской  
вел  
чени  
воз  
стал  
няю  
отде  
слу  
стат  
арм  
дол  
сто  
нап  
от  
про  
мы  
вод

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Железобетон — комплексный строительный материал, представляющий собой рациональное для работы в конструкции сочетание двух различных материалов — бетона и стали. Причем они сочетаются так, чтобы в совместной работе наиболее эффективно использовались физико-механические свойства каждого материала. Поэтому железобетонные элементы чаще всего конструируют таким образом, чтобы под действием внешних сил бетон воспринимал сжатие, а сталь — растяжение. Для этого сталь в виде специально изготовленной арматуры располагают в тех зонах поперечного сечения конструкции, где при эксплуатации предполагается растяжение. Однако иногда, например в колоннах, арматуру располагают и в зонах сжатия. Если расчетная арматура располагается не только в растянутых, но и в сжатых зонах сечения, она называется двойной.

Возможность совместной работы стальной арматуры и бетона обеспечивается прежде всего прочной и жесткой механической связью между ними — сцеплением, а также близкими по величине коэффициентами линейного расширения. Для увеличения сцепления арматуры с бетоном и для предотвращения возможного проскальзывания современным сортам арматурных сталей придают эффективный периодический профиль, применяют сварные сетки и каркасы вместо вязаных, на концах отдельных гладких стержней устраивают крюки, в некоторых случаях арматура снабжается специальными анкерами. При достаточно плотном цементном бетоне заключенная в нем стальная арматура надежно защищена от коррозии, что обеспечивает долговечную совместную работу этих двух материалов.

Железобетон в зависимости от начального напряженного состояния при изготовлении может быть без предварительного напряжения и предварительно-напряженным, а в зависимости от места осуществления — монолитным, т. е. выполняемым в проектном положении конструкции, и сборным, т. е. выполняемым заранее в виде отдельных элементов на полигоне или заводе с последующей сборкой и установкой конструкции.

## § 2. БЕТОН

Бетон представляет собой смесь вяжущего вещества и заполнителей с водой, которая после формования и твердения превращается в искусственный камень.

Получение необходимых физико-механических свойств бетона обеспечивается подбором состава смеси по специальному расчету.

В зависимости от физико-механических свойств бетоны подразделяются по объемному весу и маркам.

В промышленном строительстве для железобетонных конструкций применяется обычный (крупнозернистый) бетон с объемным весом  $2400 \text{ кгс/м}^3$ , называемый тяжелым.

Объемный вес железобетона при содержании в нем арматуры 3% и менее принимается на  $100 \text{ кгс}$  больше объемного веса бетона, т. е.  $2500 \text{ кгс/м}^3$ , а при содержании в нем арматуры более 3% объемный вес железобетона определяется как сумма весов бетона и арматуры на единицу объема железобетонной конструкции.

Проектные марки бетона установлены нормами по следующим признакам:

- а) по прочности на сжатие (кубиковой прочности);
- б) по прочности на осевое растяжение;
- в) по морозостойкости;
- г) по водонепроницаемости.

Необходимые характеристики бетона для данной конструкции и его марка должны быть оговорены в чертежах.

Проектная марка бетона по прочности на сжатие является его основной характеристикой и должна указываться в проекте во всех случаях. При проектировании железобетонных конструкций обыкновенно применяются следующие проектные марки тяжелого бетона по прочности на сжатие ( $R$  в  $\text{кгс/см}^2$ ): 150, 200, 300, 400 и реже 600. При специальном обосновании можно применять промежуточные марки — 250, 350, 500. Для железобетонных конструкций с конструктивным армированием допускается применение тяжелого бетона марки 100, а для бетонного подстилающего слоя под полы, фундаменты и т. п. — марки 50.

Необходимость в назначении марок бетона по остальным признакам при проектировании железобетонных конструкций для массового промышленного строительства возникает в редких случаях, а потому эти характеристики здесь не приводятся. Найти их можно в СНиПе.

## § 3. АРМАТУРА

Арматура является составной частью железобетона и должна надежно работать совместно с бетоном на всех стадиях эксплуатации конструкции. По своему назначению арматура в железобетонной и

бетонных конструкциях может быть рабочей, распределительной и монтажной. Количество рабочей арматуры назначается расчетом, а распределительной и монтажной — конструктивными требованиями.

Наша промышленность выпускает стальную арматуру различных видов с необходимыми свойствами.

Стальная арматура, или сокращенно «арматурная сталь», классифицируется по основной технологии изготовления (горячекатаная стержневая и холодноотянутая проволочная), по условию применения в конструкциях (ненапрягаемая и напрягаемая) и профилю стержней (гладкая и периодического профиля).

В зависимости от механических характеристик арматурная сталь подразделяется на классы с условным обозначением для стержневой арматуры А-I, А-II и т. д., для проволочной арматуры В-I. Условные обозначения и виды арматурных сталей для армирования железобетонных конструкций приведены в табл. 1.

В качестве рабочей арматуры применяют стержневую арматуру из стали преимущественно класса А-III, а также А-II. Стержневую арматуру из стали класса А-I рекомендуется применять в основном для поперечного армирования линейных элементов, а также в качестве конструктивной и монтажной арматуры.

Допускается также применять в качестве продольной растянутой рабочей арматуры стержневую арматуру из стали классов А-IV и А-V, однако с обязательными мероприятиями по усилению анкеровки концов стержней. Обыкновенную арматурную проволоку обычно применяют только в сварных каркасах и сетках, но при диаметрах 3—5 мм допускается применять ее для вязанных хомутов балок высотой до 400 мм и колонн.

Стержневую арматуру класса А-IV из стали марок 20ХГ2Ц и 20ХГСТ и класса А-V марки 23Х2Г2Т целесообразно применять в длинномерных конструкциях, когда есть необходимость предусматривать сварку стержней по длине или к закладным деталям и анкерам.

Стержневую арматуру классов А-IV из стали марки 80С следует применять в виде цельных стержней мерной длины (без сварки) в конструкциях длиной 12 м и менее.

Действующие сортаменты арматурных сталей даны в приложениях I, II.

На чертежах арматурных изделий и в спецификациях следует указывать, кроме класса арматурной стали и ГОСТа, регламентирующего механические характеристики и требования к профилю, также марку стали, способ выплавки и иные дополнительные требования, если их необходимо оговорить по условиям эксплуатации. Области применения арматурной стали в зависимости от условий эксплуатации железобетонной конструкции приведены в табл. 2.

## Данные по арматурным стаям

Вид и класс	Марка	ТУ или ГОСТ		Номинальный диаметр стержней в мм	Угол загиба в холодном состоянии при толщине оковки С	Условное обозначение	Пример обозначения
		на качество стали	на сортамент				
Стержневая горячекатаная гладкая класса А-I	Ст3пс3	380-71	5781-61 *	6-40	180°, С=0,5d	AI	2 Ø 20AI
	Ст3пс3						
	Ст3кп3						
Стержневая горячекатаная периодического профиля класса А-II	ВСт5пс2	380-71	5781-61 *	10-40	180°, С=3d	AII	2 Ø 20AII
	ВСт5пс2						
	10ГТ	ЧМТУ 1-89-70	10-32	90°, С=3d			
	18Г2С	5058-65 *	40-90	90°, С=3d			
	18Г2С	5058-65 *	6-8	90°, С=3d			
То же, класса А-III	25Г2С	5058-65 *	5781-61 *	6-40	90°, С=3d	AIII	2 Ø 20AIII
	35ГС						
То же, класса А-IV	20ХГ2Ц	5058-65 *	5781-61 *	10-32	45°, С=5d	AIV	2 Ø 12AIV
	20ХГСТ						
	80С						
То же, класса А-V	23Х2Г2Т	ЧМТУ 1-177-67	5781-61 *	10-22	45°, С=5d	AV	2 Ø 12AV
	БСт0						
Обыкновенная арматурная проволока гладкая класса В-I	БСт1кп	380-71	6727-53 *	3-8	180°, С=d	BI	2 Ø 5BI
	БСт2кп						
	БСт3кп						
	БСт1кп2						
	БСт2кп2						

(3)  
Характеристики арматуры

Класс

AI

AII

AIII

AIV

AV

B-I

по НТ

Тель

жел

за м

высн



Таблица 2

## Область применения арматурной стали

(знак плюс означает «допускается», знак минус — «не допускается»)

Характеристика арматурной стали		Диаметр стержня в мм	Условия эксплуатации конструкции							
Класс	Марка		Статическая нагрузка					Динамическая и многократно повторяющаяся нагрузка		
			в отапливаемых зданиях	на открытом воздухе и в неотопляемых зданиях при температуре в °С			в отапливаемых зданиях	на открытом воздухе и в неотопляемых зданиях при температуре в °С		
				до -30°	от -30° до -40°	-40° и ниже		до -30°	от -30° до -40°	-40° и ниже
AI	Ст3сп3	6—40	+	+	+	+	+	+	—	—
	Ст3пс3	6—40	+	+	+	—	+	+	—	—
	Ст3кп3	6—40	+	+	—	—	+	+	—	—
	ВСт3сп2	6—40	+	+	+	+	+	+	+	+
	ВСт3пс2	6—40	+	+	+	—	+	+	+	—
	ВСт3кп2	6—40	+	+	—	—	+	+	—	—
AII	ВСт5сп2	10—40	+	+	+	+	+	+	+	—
	ВСт5пс2	10—16	+	+	+	+	+	+	+	—
	ВСт5кп2	18—40	+	+	—	—	+	+	—	+
	18Г2С	40—90	+	+	+	+	+	+	+	+
	10ГТ	10—32	+	+	+	+	+	+	+	+
AIII	25Г2С	6—40	+	+	+	+	+	+	+	+
	35ГС	6—40	+	+	+	+	+	+	+	—
	18Г2С	6—8	+	+	+	+	+	+	+	+
AIV	20ХГ2Ц	10—32	+	+	+	+	+	+	+	+
	20ХГСТ	10—18	+	+	—	—	+	+	—	—
	80С	10—18	+	+	—	—	+	+	—	—
AV	23Х2Г2Т	10—22	+	+	+	+	+	+	+	+
B-I	БСт	3—8	+	+	+	+	+	+	+	+

\* Применять только в вязаных каркасах и сетках.

\*\* При диаметре более 20 мм применять в виде целых стержней мерной длины.

Примечания: 1. Расчетная температура наружного воздуха устанавливается по наиболее холодной пятидневке в соответствии с п. 2.4а главы СНиП II-A. 6—62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования».

2. За динамические здесь приняты нагрузки, доля которых, учитываемая в расчете железобетонных конструкций по прочности, превышает 0,1 статической части нагрузки, за многократно повторяющиеся — нагрузки, при которых требуется расчет конструкций по выносливости.

## СТАЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К стальным изделиям, применяемым в железобетонных конструкциях, относятся арматурные сетки и каркасы, отдельные стержни, устройства для строповки сборных элементов, закладные детали, а также приспособления для фиксации арматуры и закладных деталей в проектном положении.

Применять рекомендуется типовые стальные изделия, а при невозможности применить их рекомендуется индивидуальные изделия конструировать унифицированными, годными для индустриального изготовления. Конструкция стальных изделий должна быть простой и обеспечивать удобство укладки в опалубку. Арматурные сетки и каркасы, как правило, следует конструировать сварными в виде плоских элементов, что позволяет применять для их изготовления высокопроизводительные сварочные машины, а также упрощает условия хранения. Конструируя плоские сетки и каркасы, рекомендуется предусматривать их сборку в пространственный каркас (арматурный блок) на весь железобетонный элемент или его часть.

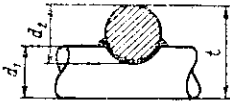
В чертежах сеток и каркасов следует указывать способ соединения пересечений стержней — какие сваркой, какие вязальной проволокой, а какие могут вообще не соединяться.

В сварных сетках с рабочей арматурой из стержней периодического профиля можно ограничиться сваркой всех узлов в двух рядах по периметру изделия, а остальные узлы сваривать через один в шахматном порядке, через один ряд в направлении рабочей арматуры или по иной системе. В сварных каркасах все пересечения должны соединяться сваркой. При изготовлении арматурных изделий и сборке пространственных каркасов применять в крестовых соединениях дуговую сварку не рекомендуется, хотя нормами и допускается применение этой сварки в соединениях, имеющих только монтажное значение. Однако опыт показывает, что при дуговой сварке крестового соединения стержни пережигаются, площадь их сечения, а следовательно, и прочность резко уменьшаются, что недопустимо.

При конструировании сварных изделий их натурные размеры

Таблица 3

Толщина ( $t$ ) крестового соединения  
двух стержней с учетом осадки  
при сварке

Схема сварного соединения стержней	Класс стали свариваемых стержней	$k$
	A-I	0,75
	B-I	0,75
	A-II	0,67
	A-III	0,60

$$t = d_1 + kd_2^*$$

\*  $d_2$  — меньший из свариваемых, номинальный диаметр стержня

должны назначаться с учетом допускаемых отклонений при изготовлении железобетонного элемента и стального изделия, а также с учетом нормированных зазоров. Отклонения в размерах сварных сеток и каркасов не должны превышать нормативных величин.

При размещении сварных арматурных сеток и каркасов в железобетонном элементе рекомендуется учитывать величину осадки металла стержней в сварном крестовом соединении (табл. 3). Наряду со сварными арматурными изделиями в ряде случаев допускается армирование элементов отдельными стержнями или вязаными каркасами и сетками из них.

#### Допускаемые нормы отклонения размеров сварных сеток и каркасов при их изготовлении

Отклонение в общих размерах плоских сварных каркасов и сварных сеток:

- а) при номинальном диаметре арматурных стержней не более 18 мм:  
 при размере элемента в данном направлении не более 1 м . . . . . ± 3 мм  
 по длине элемента . . . . . ± 10 »  
 по ширине (высоте) элемента . . . . . ± 5 »
- б) при номинальном диаметре стержней от 18 до 40 мм:  
 при размере элемента в данном направлении не более 1 м . . . . . ± 5 »  
 по длине элемента . . . . . ± 10 »  
 по ширине (высоте) элемента . . . . . ± 10 »
- в) при номинальном диаметре стержней 40 мм и более:  
 по длине элемента . . . . . ± 50 »  
 по ширине (высоте) элемента . . . . . ± 20 »

Отклонения в расстояниях между поперечными стержнями сварных каркасов, в размерах ячеек сварных сеток и в расстояниях между плоскими элементами пространственных каркасов . . . . . ± 10 »

Отклонения в расстояниях между отдельными рабочими стержнями плоских и пространственных каркасов:

- а) при номинальном диаметре стержней до 40 мм . . . . . ± 0,5d \*
- б) то же, от 40 мм и более . . . . . ± d

\*  $d$  — наибольший номинальный диаметр рабочих стержней.

В каких случаях применять сварные, а в каких — вязаные арматурные изделия, решается в каждом конкретном проекте и, как правило, согласовывается со строительной организацией. Предпочтение следует отдавать сварным арматурным изделиям. Вязаную арматуру допускается применять для элементов монолитных конструкций сложной конфигурации или с большим числом неупорядоченных отверстий различных размеров и форм, а также при специальных требованиях (см. сноску 1 табл. 2).

При конструировании стальных изделий следует иметь в виду, что ручная укладка этих изделий в опалубку допускается, если их вес не превышает 20 кгс.

## § 2. ОТДЕЛЬНЫЕ СТЕРЖНИ

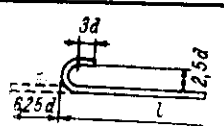
К отдельным стержням относятся стержни вязаной арматуры, а также соединительные стержни (шпильки), которые применяются для объединения сварных плоских каркасов в пространственный.

Отдельные стержни для предотвращения проскальзывания в бетоне должны иметь соответствующую анкеровку. Отдельные стержни гладкого профиля необходимо на концах снабжать крюками. Размеры крюков следует принимать по табл. 4.

Стержни периодического профиля имеют по всей длине вы-

Таблица 4

Добавка к длине стержня на крюки в мм

Диаметр стержня $d$		
	Добавка при числе крюков	
	1	2
6	40	80
8	50	100
10	70	130
12	80	150
14	90	180
16	100	200
18	110	230
20	130	250
22	140	280
25	160	310
28	180	350
32	200	400
36	230	450
40	250	500

ступы, которые не допускают скольжения в бетоне, и поэтому их заканчивают без крюков. Без крюков могут также заканчиваться сжатые от эксплуатационной нагрузки стержни диаметром до 12 мм из стали класса А-1, но при диаметре более 12 мм эти стержни также должны иметь на концах крюки. Хомуты и шпильки должны всегда иметь на концах крюки, причем добавка на эти крюки принимается по табл. 5.

Таблица 5

Добавка  $\Delta x$  к длине хомута на устройство крюков в мм

Диаметр охватываемых хомутом стержней	$\Delta x$ на один крюк при диаметре хомута	
	6—10	12
10—25	75	90
28—40	90	105

Отдельные растянутые стержни, прочность которых в месте заделки учитывается в расчете полностью, должны заанкериваться в бетоне на длине не менее 250 мм, а сжатые — не менее 200 мм. Кроме того, длина анкеровки  $l_a$  должна быть в этом случае не менее указанной в табл. 6.

Применяемые при конструировании отдельные стержни должны, по возможности, иметь простую форму. Не рекомендуется применять стержни сложной конфигурации с перегибами более четырех.

Все отгибы стержней должны быть плавными.

При конструировании элементов с применением вязаной арматуры следует иметь в виду, что отгибы отдельных стержней диаметром до 10 мм могут производиться на месте ключами. При армировании элементов конструкций с применением стержней больших диаметров следует их конструировать так, чтобы на месте дополнительно гнуть эти стержни не приходилось.

Длина отдельных стержней при конструировании практически может приниматься любой, так как при заготовке в арматурных цехах для реализации отрезков стержни соединяют контактной стыковой сваркой с целью последующей безотходной резки. Длина отдельных позиций должна ограничиваться условиями перевозки, удобством укладки и т. п. При этом отдельные позиции могут быть простыми, состоящими из стержней одного диаметра, и составными, состоящими из стержней двух-трех диаметров, соединенных по длине контактной стыковой сваркой.

Таблица 6

Наименьшая длина заделки  $l_a$  отдельных арматурных стержней

Класс арматурной стали	Проектная марка бетона	Длина заделки стержней		
		растянутых		сжатых
		в изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых по 1-му случаю элементах	в центрально и внецентренно растянутых по 2-му случаю элементах	
А-I и А-II	150	35d	40d	25d
	200—300	30d	35d	20d
	400 и выше	25d	30d	15d
А-III	150	40d	45d	30d
	200—300	35d	40d	25d
	400 и выше	30d	35d	20d

Примечания: 1. Для арматурной стали класса А-I указаны величины заделки стержней с крюками или приваренными на длине  $l_a$  анкерирующими стержнями (не менее двух) диаметром 0,5d основного стержня.

2. При заделке сжатых стержней из арматурной стали класса А-I, не имеющих на концах крюков или анкерирующих стержней,  $l_a$  принимается 30d для всех указанных в таблице марок бетона.

### § 3. СТЫКИ ОТДЕЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ

При диаметре стержней до 32 мм стыки можно устраивать внахлестку без сварки. При больших диаметрах стержней стыки внахлестку не рекомендуются, а при диаметрах более 40 мм не допускаются, их следует конструировать сварными.

Стыки рабочих стержней без сварки, конструируемые в растянутых зонах изгибаемых или внецентренно сжатых элементов, не рекомендуется располагать в сечениях с максимальными усилиями, где по расчету сечение арматуры используется полностью.

Не допускается устройство рабочих стыков стержней без сварки в сечениях, полностью растянутых (например, в нижних поясах ферм, в затяжках арок и т. п.). Нельзя также стыковать внахлестку без сварки стержни из стали классов А-IV и А-III.

В пределах стыка, выполняемого внахлестку без сварки, не допускается изгибать стыкуемый стержень.

Длина перепуска растянутых стержней, стыкуемых внахлестку без сварки, должна быть не менее 250 мм, а сжатых — не менее 200 мм и не менее величин, приведенных в табл. 7.

При конструировании стыков стержней внахлестку без сварки следует предусматривать обвязку стыка вязальной проволокой.

Стыки растянутых стержней внахлестку без сварки следует располагать во всех случаях вразбежку, причем расстояние между осями стыков должно быть не менее длины нахлестки.

Таблица 7

Наименьшая длина перепуска  $l_n$  отдельных рабочих стержней при стыковании их внахлестку (без сварки)

Класс арматурной стали	Проектная марка бетона	Длина перепуска $l_n$ стержней		
		растянутых		сжатых
		в изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых по 1-му случаю элементах	в центрально и внецентренно растянутых по 2-му случаю элементах	
А-I и А-II	150	35d	40d	25d
	200 и выше	30d	35d	20d
А-III	150	45d	50d	35d
	200 и выше	40d	45d	30d

Примечания: 1.  $d$  — номинальный диаметр стержня, больший из стыкуемых.

2. Для арматурной стали класса А-I указаны величины перепуска стержней с крюками на концах.

3. При стыковании сжатых стержней из арматурной стали класса А-I, не имеющих на концах крюков,  $l_n$  принимается 30d для всех марок бетона.

При стыковании без сварки растянутой арматуры из круглых гладких стержней, в одном сечении допускается стыковать, как правило, не более четверти общей площади их сечения, а при стыковании стержней периодического профиля — не более половины. Стыки внахлестку без сварки по сравнению со сварными менее трудоемки, однако для их выполнения необходимо расходовать лишнюю арматурную сталь. В этом отношении сварные стыки экономичнее, и в ряде случаев их применение более целесообразно, особенно стыков, выполняемых в заводских условиях. Сварные стыки рекомендуется конструировать по рис. 1.

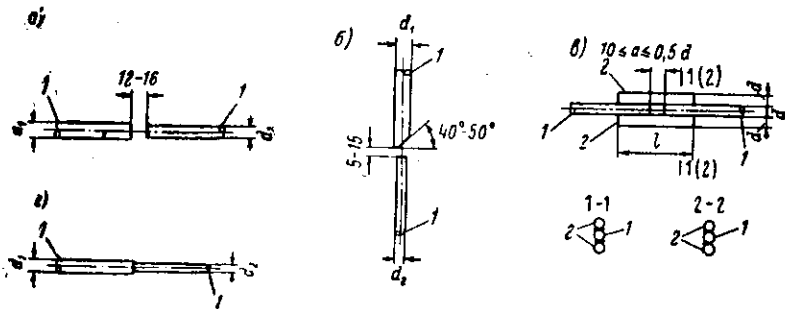


Рис. 1. Сварные стыки арматурных стержней

1-1 — сварка двусторонними фланговыми швами; 2-2 — сварка односторонними фланговыми швами

1 — соединяемый арматурный стержень; 2 — накладки

Сварные стыки стержней диаметром 20—40 мм (класса А-I и А-III) и 20—90 мм (класса А-II), выполняемые в горизонтальном положении, при сборке арматуры монолитных железобетонных конструкций, рассчитанных на статическую нагрузку, рекомендуется конструировать с применением дуговой ванны полуавтоматической сварки под флюсом в инвентарных формах (см. рис. 1, а). Этот же способ сварки рекомендуется назначать для соединения вертикальных стержней диаметром 20—40 мм (классы А-I, А-II, А-III) в конструкциях, рассчитанных как на статические, так и на вибрационные нагрузки (см. рис. 1, б). Для стыков горизонтальных стержней диаметром 20—40 мм, находящихся в конструкциях, рассчитанных на вибрационные нагрузки, рекомендуется применять ванную одноэлектродную сварку в инвентарных формах.

При конструировании сварных стыков, выполняемых ванной сваркой в инвентарных формах, рекомендуется расстояние в свету между стержнями и от стержней до ближайшей к ним грани элемента принимать не менее 50 мм. Отношение диаметров  $d_2/d_1$  стыкуемых ванной сваркой стержней может быть принято в пределах 0,5—1,0.

Для устранения вероятных небольших неточностей по длине разбивке стыкуемых стержней их соединения, выполняемые

ванной сваркой в инвентарных формах, можно конструировать с применением промежуточного коротыша — вставки из стержня того же диаметра и класса стали, что и стыкуемые стержни. Длина вставки должна быть не менее  $4d$  и не менее 150 мм.

Сварные стыки горизонтальных и вертикальных стержней можно также конструировать с применением парных накладок (см. рис. 1, в), привариваемых двусторонними (1—1) или односторонними (2—2) фланговыми швами к стыкуемым стержням. При этом высота сварного шва должна составлять четверть диаметра стержня, но не менее 4 мм; ширина сварного шва — половину диаметра, но не менее 10 мм; длина накладки  $l$ , привариваемой односторонними швами, должна быть не менее  $6d$  для стержней из стали класса А-I и не менее  $8d$  для стержней из сталей классов А-II и А-III; а при сварке двусторонними швами — соответственно  $3d$  и  $4d$ .

При конструировании сварных стыков, выполняемых в построечных условиях, рекомендуется соединять горизонтальные стержни ванной одноэлектродной сваркой, а вертикальные стержни — ванной полуавтоматической сваркой под флюсом. При конструировании сварных стыков, выполняемых в заводских условиях, рекомендуется при стержнях диаметром 10 мм и более предусматривать контактную стыковую сварку (см. рис. 1, г), имея в виду, что отношение диаметров стыкуемых стержней может быть принято здесь равным 0,85, а с предварительным прогревом стержня большего диаметра — даже 0,5.

Сварные стыки отдельных стержней могут устраиваться в любом сечении по длине стержня и конструкции. Однако стыки стержней с парными накладками следует располагать таким образом, чтобы они не препятствовали проходу бетонной смеси при бетонировании, находились в сечениях, менее насыщенных арматурой.

#### § 4. АРМАТУРНЫЕ СЕТКИ

Арматурной сеткой (рис. 2) принято называть стальное изделие из закрепленных, как правило, на равных промежутках перекрещивающихся арматурных стержней. Характерной особенностью сетки является одинаковое функциональное назначение стержней каждого направления (например, все стержни одного направления рабочие, а другого — монтажные). Стержни в сетке располагают, как правило, во взаимно перпендикулярных направлениях обычно с шагом 100—300 мм.

В зависимости от направления рабочих стержней по отношению к длине сетки могут быть с продольной рабочей арматурой, с поперечной рабочей арматурой и с рабочей арматурой, расположенной в обоих направлениях.

В пересечениях стержни соединяют точечной сваркой на односточечных или многоточечных машинах или вязальной проволокой вручную. В соответствии с этим сетки подразделяются

на сва  
плоск  
Пр  
особы  
шими  
турны  
В пер  
ляемь  
возмо

1000

сетки  
испол  
произ  
нии с  
1)  
12 мм  
2)  
3800  
3)  
доль  
4)  
более  
5)  
мыш  
табл.  
6)  
6 мм  
изгот  
ные п  
С  
тран



на сварные и вязаные. Сварные сетки могут быть рулонными и плоскими, а вязаные — только плоскими.

Применение вязаных сеток может быть оправдано только особыми условиями, так как их изготовление сопряжено с большими затратами ручного труда. Применение же сварных арматурных сеток способствует индустриализации производства. В первую очередь следует использовать типовые сетки, изготовляемые по ГОСТ 8478—66 (см. приложения III—VI). При невозможности применить типовые сетки конструировать сварные

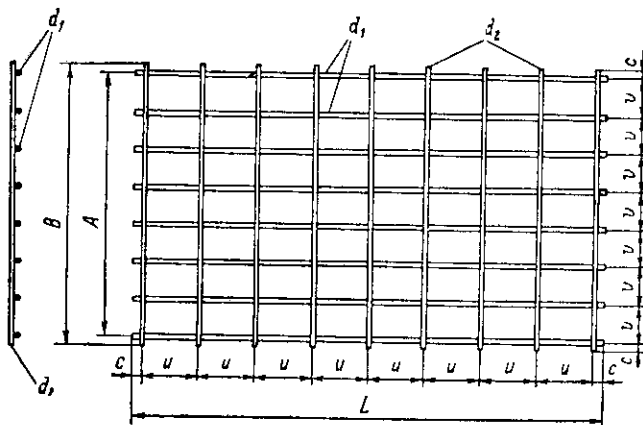


Рис. 2. Арматурная сетка

сетки желательно так, чтобы для их изготовления можно было использовать многоэлектродные точечные машины, которые производительнее одноточечных. Для этого при конструировании сеток нужно руководствоваться следующим.

1) Диаметр продольных стержней  $d_1$  может быть от 3 до 12 мм включительно, а поперечных —  $d_2$  — от 3 до 10 мм.

2) Максимальная ширина сетки  $B$  должна быть не более 3800 мм.

3) Максимальное расстояние  $A$  между осями крайних продольных стержней должно быть не более 3750 мм.

4) Количество продольных стержней в сетке может быть не более 36 шт.

5) Допускаемое соотношение между диаметрами свариваемых вкрест продольных и поперечных стержней принимается по табл. 8.

6) Длина сеток  $L$  из продольных стержней диаметром до 6 мм включительно не ограничивается. Такие сетки могут быть изготовлены в виде рулона с последующей разрезкой на отдельные плоские сетки.

Сетки из стержней диаметром 8—12 мм по условиям их транспортирования и укладки рекомендуется принимать длиной

Диаметры стержней в сетках, соединяемых на многоэлектродных точечных машинах, в мм

Диаметр стержней одного направления $d_1$	3	4	5	6	8	10	12
Минимальный диаметр стержней другого направления $d_2$	3	3	3	3	3	3	4 (3)

Примечания: 1. Допускается сварка стержней из разных сталей.  
2. В скобках указан диаметр стержня для сеток с рабочей арматурой периодического профиля.

6—9 м. Допускается в отдельных случаях увеличение длины плоских сеток до 12 м.

7) Продольные стержни следует располагать с шагом  $u$ , кратным 100 мм (100, 200, 300). В случае необходимости применения шагов 150 или 250 мм рекомендуется переходить на чередующийся двойной шаг: 100 + 200 мм вместо  $2 \times 150$  мм, 200 + 300 мм вместо  $2 \times 250$  мм.

Если расстояние между осями крайних продольных стержней  $A$  не кратно принятому шагу продольных стержней, рекомендуется некрatный остаток располагать с одной стороны сетки.

8) В пределах одной сетки диаметр и длина продольных стержней должны быть одинаковыми.

9) Поперечные стержни можно располагать с шагом  $u$  от 100 до 300 мм, но одинаковым в пределах одной сетки. Расстояние между поперечными стержнями принимают кратным 50 мм.

10) В пределах одной сетки диаметр и длина поперечных стержней должны быть одинаковыми.

11) Расстояние  $s$  от оси крайнего стержня одного направления до конца стержня другого направления должно быть не менее большего диаметра стержня и не менее 10 мм.

В практике конструирования железобетонных элементов не всегда удается применить «идеальные» сетки, изготовленные на многоэлектродных машинах. Это относится и к сеткам индивидуального производства, и к типовым.

Вместе с тем применение таких сеток целесообразно по причине высокой индустриальности их изготовления. Поэтому, если при конструировании невозможно применить такие сетки в виде готовой продукции, рекомендуется использовать их как полуфабрикат. Для этого можно предусмотреть изготовление сеток в два или, если необходимо, в три этапа (рис. 3).

Первый этап — изготовление сетки в виде рулонной ленты или плоской карты на многоэлектродной машине (сетки С-1 и С-2). Второй этап — разрезка ленты или карты на отдельные сетки (С-1-1, С-1-2, С-2-1, С-2-2),

Третий этап — доработка сетки: присоединение к ней дополнительных стержней, приварка закладных деталей, фиксаторов, строповочных петель, вырезка отверстий, гнутье и др.  
 При этом в чертежах рекомендуется показывать схему разрезки ленты или карты на отдельные мелкие сетки (см. рис. 3,а).

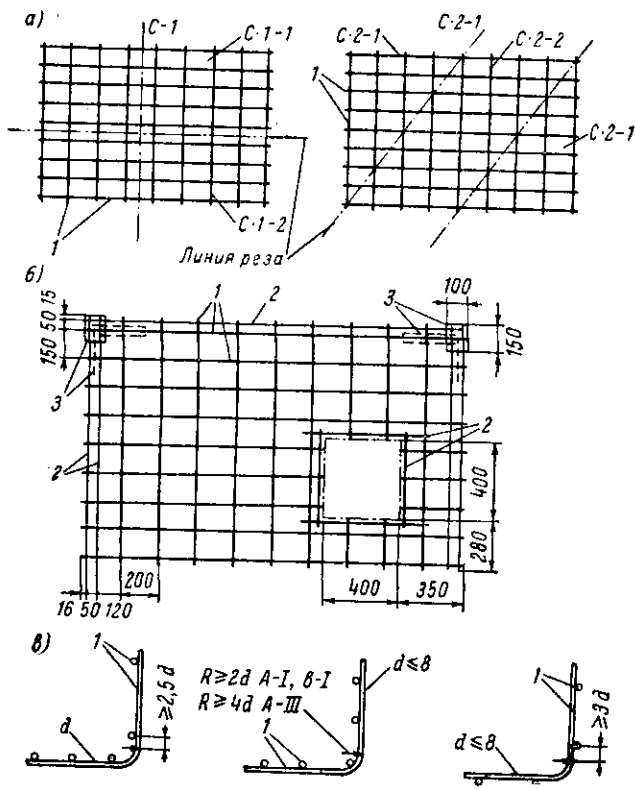


Рис. 3. Сварные сетки, изготавливаемые по этапам  
 1 — сварная сетка; 2 — дополнительные стержни; 3 — закладная деталь с анкерами

Кроме того, сетка вычерчивается в окончательном виде с указанием дополнительных позиций и операций по ее доработке (см. рис. 3,б, в).

Плоские сетки, подлежащие сгибанию после изготовления на многоэлектродной точечной машине, должны конструироваться по рис. 3,в.

При конструировании гнутых сеток следует иметь в виду, что целиком изогнуть сетку можно, если диаметр подлежащих сгибанию стержней не превышает 12 мм. При больших диаметрах сетки следует конструировать из стержней, изогнутых заранее.

При конструировании арматурных сеток из стержней, диаметр которых больше допускаемого для сварки на многоэлектродной точечной машине, т. е. при  $d_1 + d_2 > (12 + 10) \text{ мм}$ , следует ориентироваться на технологические возможности одноточечных сварочных машин. В этом случае ширина сетки  $A$  при нечетном числе продольных стержней может быть не более 1000 мм, а при четном — не более 1000 мм плюс расстояние между средними продольными стержнями.

Максимальный диаметр свариваемых на одноточечных машинах стержней из стали класса А-I допускается 40 мм, а из стали классов А-II или А-III — 36 мм. Длину сеток  $L$  рекомендуется назначать до 6—7 м и во всех случаях — не более 12 м. В пределах одной сетки в каждом направлении для избежания ошибок при изготовлении желательнее применять стержни одинаковой длины и одного класса арматурной стали, а также по возможности с одинаковым диаметром.

Допускаемое соотношение между диаметрами продольных и поперечных стержней, а также минимальные расстояния между осями стержней в сетках, изготовляемых на одноточечных сварочных машинах, следует принимать по табл. 9.

Таблица 9

Диаметры стержней, соединяемых в крест на одноточечных сварочных машинах, и минимальные расстояния между осями стержней одного направления в мм

Диаметр стержня одного направления $d_1$	12	14	16	18	20	22
Наименьший допустимый диаметр стержня другого направления $d_2$	4 (3)	5 (4)	5 (4)	6 (5)	6 (5)	8 (6)
Наименьшие допустимые расстояния в сетках между осями стержней одного направления $u_{\text{min}}$ и $v_{\text{min}}$	75	75	75	100	100	100

Продолжение табл. 9

Диаметр стержня одного направления $d_1$	25	28	32	36	40
Наименьший допустимый диаметр стержня другого направления $d_2$	8	10 (8)	10 (8)	12 (10)	12 (10)
Наименьшие допустимые расстояния в сетках между осями стержней одного направления $u_{\text{min}}$ и $v_{\text{min}}$	150	150	150	200	200

Примечания: 1. Допускается сварка стержней из разных сталей.  
2. В скобках указан диаметр стержня для сеток с рабочей арматурой периодического профиля.

## § 5. СТЫКИ СВАРНЫХ АРМАТУРНЫХ СЕТОК

Арматурные сетки можно стыковать как в направлении рабочих стержней, так и в направлении распределительных стержней. В направлении поперечных стержней, имеющих монтажное назначение, обычно стыковка не требуется.

Стыки сеток в рабочем направлении, как правило, конструируют нахлесточными без сварки, а при диаметрах рабочих стержней больше 32 мм — сварными.

Сварные стыки сеток можно устраивать в одном сечении, при этом сварке подлежат все стержни по правилам стыковки отдельных стержней или путем приварки фланговыми швами всех стержней стыкуемых сеток к стальной полосе.

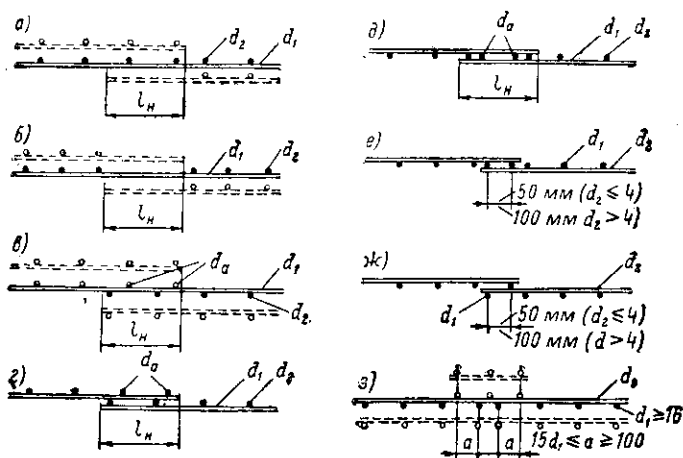


Рис. 4. Стыки сварных сеток внахлестку без сварки

Нахлесточные (без сварки) стыки сеток в рабочем направлении следует устраивать вразбежку, соединяя в одном сечении до 50% стыкуемой арматуры (обычно сетки стыкуют через одну). Нахлесточные стыки сеток с рабочими стержнями периодического профиля рекомендуется конструировать с расположением рабочих стержней смежных сеток в одной плоскости (рис. 4, а, б, в). При отсутствии поперечных стержней в пределах стыка длину нахлестки следует принимать по табл. 8 и она должна быть не менее 250 мм для растянутых стержней и не менее 200 мм для сжатых.

При наличии в пределах стыка в каждой из стыкуемых сеток не менее двух поперечных стержней диаметром  $0,5d$  (рис. 4, г, д), приваренных ко всем продольным стержням сетки, длина нахлестки принимается по табл. 10 и должна быть не менее 100 мм для растянутых стыков и 150 мм — для сжатых.

Наименьшая длина перепуска  $l_n$  сеток при стыковании их в рабочем направлении внахлестку (без сварки) при наличии на длине перепуска не менее двух приваренных анкерующих стержней

Класс арматурной стали рабочих стержней сеток	Проектная марка бетона	Длина перепуска $l_n$ сеток с рабочими стержнями		
		растянутыми		сжатыми
		в изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых по 1 му случаю элементах	в центрально и внецентренно растянутых по 2-му случаю элементах	
А-I и А-II	150	$25d$	$3l$	$20d$
	200 и выше	$20d$	$25d$	$15d$
А-III и В-I	150	$35d$	$40d$	$30d$
	200 и выше	$30d$	$35d$	$25d$

Примечание:  $d$  — номинальный диаметр стержня, больший из стыкуемых.

При применении для рабочей арматуры круглых гладких стержней на концах стыкуемых сеток в пределах стыка следует всегда приваривать по два поперечных анкерных стержня диаметром  $0,5d$ , но не менее указанного в табл. 11.

Стыкование (без сварки) сварных сеток, если на всю ширину элемента их всего одна-две, не допускается в сечениях, где

Таблица 11

Наименьшие диаметры поперечных (анкерных) стержней сварных сеток с продольными (рабочими) гладкими стержнями в местах рабочих стыков сеток внахлестку без сварки в мм

Диаметр продольных (рабочих) стержней	Наименьшие диаметры поперечных (анкерных) стержней при расположении их в стыке		Диаметр продольных (рабочих) стержней	Наименьшие диаметры поперечных (анкерных) стержней при расположении их в стыке	
	в одной плоскости (рис. 4, б)	в разных плоскостях (рис. 4, в, г)		в одной плоскости (рис. 4, б)	в разных плоскостях (рис. 4, в, г)
3—4	3	3	20	10	12
5—7	4	4	22	10	14
8—9	4	4	25	12	16
10	5	5	28	14	18
12	5	5	32	18	20
14	6	6	36	20	22
16	8	8	40	22	25
18	8	10			

расчетное усилие имеет максимальное значение. Такие стыки лучше располагать в сечениях, где усилие вдвое меньше максимального.

В нерабочем направлении при диаметре рабочих стержней менее 16 мм стыки сеток конструируют нахлесточными (рис. 4 е, ж). Сетки с рабочими стержнями 16 мм и более стыкуют по рис. 4, з, перекрывая стык специальными стыковыми сетками. Расстояние между стержнями стыковых сеток должно быть не более шага распределительной арматуры стыкуемых сеток.

Сварные сетки с поперечными стержнями, имеющими монтажное назначение, укладываемые в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а также при дополнительном конструктивном армировании в направлении распределительной арматуры, в нерабочем направлении могут не стыковаться и укладываться с зазором, обеспечивающим шаг рабочей арматуры.

## § 6. АРМАТУРНЫЕ КАРКАСЫ

Плоским арматурным каркасом (рис. 5) принято называть стальное изделие из арматурных стержней, расположенных, как правило, во взаимно перпендикулярных направлениях с определенным шагом сравнительно коротких поперечных стержней, которые имеют одинаковое функциональное назначение, и двумя-тремя (редко больше) сравнительно длинными продольными стержнями, которые имеют обычно разное функциональное назначение (например, один продольный стержень монтажный, а другой — рабочий). Однако в некоторых случаях (например, в каркасах сжатых элементов) все продольные стержни могут иметь одинаковое функциональное назначение. Пространственный арматурный каркас собирается из плоских каркасов и является как бы остовом железобетонного элемента.

Как и сетки, каркасы могут быть сварными и вязаными, т. е. с соединением продольных и поперечных стержней на специальных машинах точечной сваркой или вручную вязальной проволокой.

Вязаные каркасы применяют иногда для монолитных железобетонных конструкций, а также в случаях, предусмотренных табл. 2.

Как правило, рекомендуется применять сварные каркасы, причем сварка всех мест пересечения стержней является обязательной. Плоские сварные каркасы рекомендуется конструировать, ориентируясь на изготовление их контактной сваркой многоэлектродными машинами. Для этого конструкция каркаса должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Диаметр продольных стержней должен быть 5—25 мм, а поперечных 4—12 мм, причем в одном каркасе продольные стержни могут быть разных диаметров, а поперечные — одинакового и из стали классов А-1 или В-1.

2. Ширина каркаса — расстояние между осями крайних продольных стержней — может быть 75—725 мм.

3. Шаг поперечных стержней должен приниматься кратным 50 мм в пределах 100—400 мм, причем в одном каркасе допускается не более двух разных шагов.

4. Длина каркаса — расстояние между осями крайних поперечных стержней — может быть до 7,2 м.

Если необходимо сконструировать каркас, параметры которого не удовлетворяют всем перечисленным требованиям, то следует ориентироваться на технологические возможности одноточечных сварочных машин, изложенные в § 4 «Арматурные сетки». Минимальные расстояния  $v$ , которые можно допустить между осями продольных стержней диаметром  $d$  при двухрядном расположении, приведены в табл. 12.

Каркасы практически могут иметь любую ширину, т. е. длину поперечных стержней. Рекомендуется применять в одном каркасе поперечные стержни одинаковой длины. Каркасы переменной высоты для этого рекомендуется изготовлять попарно, а затем разрезать, как показано на рис. 5.

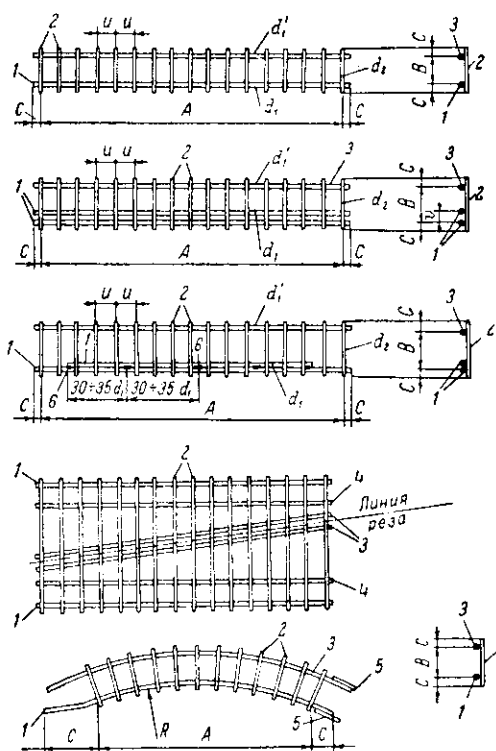


Рис. 5. Плоские сварные арматурные каркасы  
1 — рабочие стержни; 2 — поперечные стержни;  
3 — монтажные стержни; 4 — конструктивные стержни;  
5 — закладные детали (стальные листы); 6 —  
дуговая сварка

Каркасы переменной высоты для этого рекомендуется изготовлять попарно, а затем разрезать, как показано на рис. 5.

Таблица 12

Наименьшие допускаемые расстояния  $v$  между осями продольных стержней диаметром  $d$  при двухрядном их расположении в сварных каркасах

$d$	16	18	20	22	25	28	32	36	40
$v$	40	40	50	50	50	60	70	80	80



Длину каркасов для удобства транспортирования и укладки рекомендуется принимать 6—12 м; предпочтительней длину каркаса назначать в пределах 6 м. Диаметр монтажных продольных стержней в каркасе должен назначаться не менее диаметра поперечных стержней. Поперечные стержни в одном каркасе должны иметь не более двух шагов.

В необходимых случаях продольные стержни плоских каркасов могут быть криволинейными, например гнутыми по дуге окружности, с расположением поперечных стержней по направлениям радиусов.

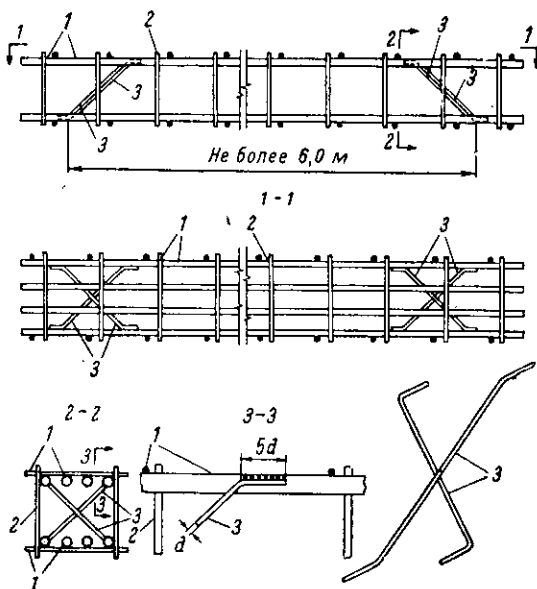


Рис. 6. Связевые стержни в пространственных каркасах  
1 — плоские каркасы; 2 — соединительные стержни; 3 — связевые стержни

Конструкция и габариты пространственного каркаса должны обеспечивать удобство сборки его в арматурном цехе.

Для обеспечения необходимой жесткости каркаса на время его перевозки и бетонирования железобетонного элемента поперечное сечение пространственного каркаса должно иметь замкнутый контур и в нем должны быть предусмотрены связевые стержни (рис. 6).

Эти стержни должны быть установлены в двух местах (обычно на концевых участках) так, чтобы в пространстве образовался крест из связевых стержней. Пространственные каркасы конструируются из плоских путем приварки или привязки соединительных стержней или шпилек, путем сварки четырех



Пространственные каркасы сжатых элементов, например колонн, следует конструировать из плоских каркасов с приваркой или привязкой к ним шпилек с шагом, равным шагу поперечных стержней каркасов (рис. 7, *е*), если общее насыщение сечения продольной арматурой менее 3%, или из плоских каркасов и привариваемых к их поперечным стержням скоб (рис. 7, *д*), если общее насыщение сечения продольной арматурой 3% и более. Если плоские каркасы должны быть установлены по всем четырем сторонам сжатого элемента, например колонны, с общим насыщением сечения продольной арматурой более 3%, то пространственный каркас можно образовать путем сварки продольных угловых стержней короткими фланговыми швами с шагом, равным шагу поперечных стержней каркасов (рис. 7, *е*).

При конструировании пространственных каркасов из плоских в чертежах следует оговаривать требование о необходимости точного их изготовления и о применении для этой цели специальных кондукторов, особенно для сжатых элементов, для обеспечения обязательного совпадения поперечных стержней в каждом сечении пространственного каркаса. В целях гарантированного совпадения поперечных стержней можно для линейных железобетонных элементов (колонн, балок и т. п.) образовывать пространственные каркасы комбинированным способом. Контактной точечной сваркой изготавливается поперечная арматура из контурных и промежуточных (если они необходимы) стержней. Сквозь пакет изготовленных таким образом плоских сеток продеваются продольные стержни, а сетки раздвигаются с необходимым шагом. Узлы пересечения продольных и поперечных стержней перевязываются вязальной проволокой. Перевязку в этом случае разрешается делать в шахматном порядке.

## § 7. СТЫКИ СВАРНЫХ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ

Стыковать каркасы приходится обычно в продольном направлении, хотя в практике иногда встречаются случаи необходимости устройства стыков каркасов и в направлении поперечной арматуры. Последние могут быть, например, при конструировании пространственного каркаса подколонника большого поперечного сечения, когда каркас приходится по условиям изготовления и транспортировки расчленять по вертикали на отдельные арматурные блоки. Поперечные стержни смежных блоков в этом случае соединяются сваркой на общем элементе в виде углового уголка или полосы.

Стыки сварных каркасов в продольном направлении могут конструироваться с перепуском без сварки или со сваркой внахлестку, или без перепуска со сваркой впритык. Сварные стыки каркасов следует конструировать по принципу сварных стыков отдельных стержней. Стыки внахлестку в продольном

направлении сварных каркасов с односторонним расположением рабочих стержней можно конструировать так же, как и аналогичные стыки сварных сеток.

Если диаметр рабочих стержней каркасов, стыкуемых внахлестку, в растянутой зоне превышает 10 мм и расстояния между стержнями составляют менее  $1/30d \frac{R_a}{R_p}$  (где  $d$  — наименьший диаметр стыкуемых стержней в сантиметрах), то в пределах стыка следует ставить дополнительную поперечную арматуру в виде хомутов общей площадью  $\frac{0,4F_a R_a}{R_{a.x}}$ , (где  $F_a$  — площадь сечения всех стыкуемых продольных стержней, а  $R_a$ ,  $R_{a.x}$  и  $R_p$  — соответственно расчетные сопротивления продольной арматуры, хомутов и бетона растяжению). Шаг этих хомутов следует назначать не более 5 диаметров (меньших) продольных рабочих стержней для балок и 10 диаметров — для колонн.

Стыкование внахлестку без сварки каркасов с двусторонним расположением продольных стержней не допускается.

### § 8. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТРОПОВКИ

Приспособлениями для строповки называются устройства, которыми снабжают сборные железобетонные элементы для захвата их краном при съеме с опалубной формы после изготовления, при складских операциях, при погрузке на транспортные средства, а затем разгрузке и, наконец, при монтаже элемента, т. е. установке его в проектное положение. После выполнения всех этих операций необходимость в строповочном устройстве, как правило, отпадает, и, если это устройство выходит за пределы габаритов железобетонного элемента, его обычно срезают или загибают.

Строповочные устройства должны отвечать ряду требований: прочности при многократном загибе, удобству продевания подъемного крюка или штыря, надежной анкеровке элемента в бетоне. Кроме того, строповочное устройство по возможности не должно затруднять процесс формирования железобетонного элемента. Для строповочных петель следует применять горячекатаную арматурную сталь класса А-I марок ВСтЗсп2, ВСтЗпс2.

Если монтаж конструкций возможен при температуре  $-40^\circ\text{C}$  и ниже, следует применять петли, изготовленные только из стали марки ВСтЗсп2.

В качестве приспособлений для захвата сборных железобетонных элементов применяют:

- 1) строповочные петли, которые могут быть:
  - выступающими из плоскости элемента;
  - «утопленными» в бетоне элемента;
  - с «падающим» кольцом;
  - падающими (проваливающимися);

2) рым-болты или рым-петли;

3) отверстия, образованные газовыми трубками.

Наиболее часто в строительной практике применяются выступающие из плоскости элемента строповочные петли, так как они изготавливаются специальными автоматами и удобны для установки (рис. 8, а, б). Недостатком их является невозможность

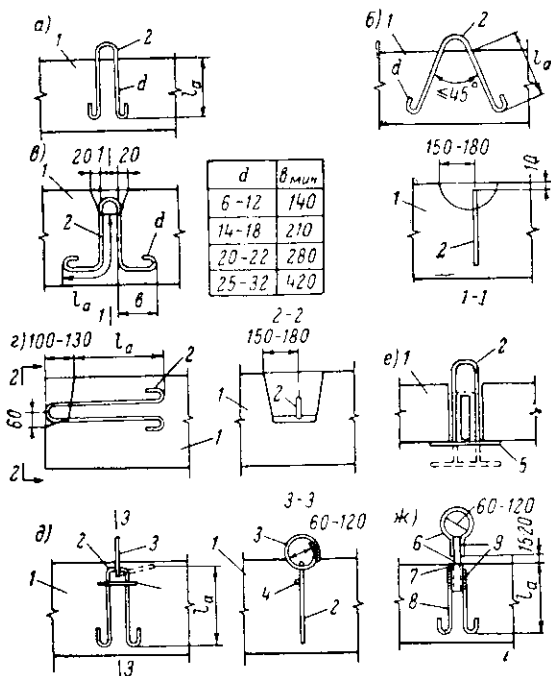


Рис. 8. Приспособления для строповки железобетонных элементов

1 — железобетонный элемент; 2 — строповочная петля; 3 — падающее кольцо; 4 — коротыш; 5 — стальная пластина; 6 — рым-болт; 7 — газовая трубка; 8 — анкерные стержни; 9 — сварка

применять при бетонировании элемента заглаживающего или формирующего сверху механизма, а также необходимость срезки петли после монтажа.

В случае применения заглаживающего механизма при бетонировании приходится применять «утопленные» петли (рис. 8, в, г) или петли с падающим кольцом (рис. 8, д). «Утопленные» петли, оставаясь такими же простыми в изготовлении и установке, требуют сразу после формирования изделия устройства выемки в бетоне для возможности продевания подъемного крюка. Эта выемка является в дальнейшем источником появления трещин в железобетонном элементе, ослабляет его прочность

и зачастую оголяет арматуру, лишая ее защитного слоя на этих участках. В связи с этим «утопленные» петли целесообразно применять в массивных сборных конструкциях.

Перечисленные недостатки частично устраняются применением строповочных петель с «падающим» кольцом. Однако эти петли более трудоемки в изготовлении и требуют применения дополнительных операций по заделке выемки и заглаживанию поверхности изделия после подъема кольца.

«Падающие» или «проваливающиеся» строповочные петли (рис. 8, е) применяются в случаях, когда они необходимы не только при монтаже, но должны быть сохранены и при эксплуатации, например в съемных железобетонных плитах — крышках каналов. Причем, когда плита находится в проектном положении, строповочная петля не должна выступать над уровнем верха плиты, чтобы не мешать ходьбе и езде по ней.

Рым-болты (рис. 8, ж) являются наиболее удобным строповочным устройством для элементов, изготавливаемых при помощи заглаживающего механизма. При использовании рым-болтов не требуется устройства выемки. Рым-болты являются инвентарным приспособлением и после монтажа элемента возвращаются на завод или полигон сборного железобетона. Таким образом, они могут быть использованы многократно. Рым-болт ввинчивается сразу после изготовления элемента в отрезок газовой трубы, заделанный в тело сборного элемента, и вывинчивается после установки элемента в проектное положение. На время бетонирования элемента в газовую трубку вместо рым-болта ввинчивается пробка со шлицем. Недостатком рым-болтов является трудоемкость изготовления (необходимость устройства деталей с резьбой), а также чувствительность к неизбежным загибам в разные стороны при наклонных стропках.

Одним из наиболее простых устройств для строповки элемента являются отверстия, оставляемые в теле бетона путем закладки газовой трубки. В отверстие вставляется шкворень (штырь), за концы которого производится строповка. Таким образом, доступ к отверстию должен быть обеспечен с обеих сторон элемента. Стropовочное устройство такого типа может применяться для балок, ферм, колонн и других линейных элементов.

Стropовочные петли должны быть заделаны в бетоне на величину  $l_a$ , которая должна быть не менее 30 диаметров стержня петли. Данные для конструирования строповочных петель из стали класса А-I приведены в табл. 13.

Если фактическая нормативная нагрузка на петлю ( $P_{\Phi}^n$ ) меньше фактической несущей способности установленной петли, то допускается величину анкеровки уменьшить, приняв ее равной  $kl_a$ , но не менее 250 мм и не менее величины, обеспечивающей возможность зацепления петли за арматуру сборного элемента, а также не менее 15 диаметров стержня петли (здесь

Данные для конструирования строповочных петель из арматурной стали класса А-1 с нормальной величиной анкеровки

Диаметр стержня петли $d$ в мм	Площадь поперечного сечения стержня $F_{a, \phi}$ в $см^2$	Нормативное усилие, воспринимаемое одной петлей, $P_{\phi}$ в т	Величина нормальной анкеровки петли $l_a$ в мм	Высота выступающей над бетоном части петли в мм	Внутренний радиус закругления выступающей части петли в мм	Полная длина стержня петли в мм	Вес петли в кг
6	0,283	0,1	180	70	30	700	0,16
8	0,503	0,3	240	70	30	800	0,32
10	0,785	0,7	300	70	30	950	0,59
12	1,131	1,0	360	75	30	1100	0,98
14	1,559	1,5	420	75	30	1300	1,57
16	2,011	2,0	480	75	30	1400	2,21
18	2,545	2,5	540	80	30	1550	3,10
20	3,142	3,1	600	100	40	1800	4,45
22	3,801	3,8	660	105	40	2000	5,97
25	4,909	4,9	750	175	60	2400	9,25
28	6,153	6,1	840	180	60	2600	12,55
32	8,043	8,0	960	185	60	2850	18,00

Примечание: Нормативную нагрузку от собственного веса сборного элемента, поднимаемого за четыре петли, следует при подборе диаметра стержня петли условно считать распределенной только на три петли.

$P_{\phi} = \frac{1,08 P_{\phi}^H}{F_{a, \phi}}$ , где  $P_{\phi}^H$  — нормативная нагрузка в т, а  $F_{a, \phi}$  — площадь поперечного сечения стержня в  $см^2$ ).

Для более надежной анкеровки следует предусматривать приварку или привязку строповочных петель к арматурному каркасу. При невозможности обеспечить нормальную или уменьшенную величину анкеровки следует предусматривать приварку петли к специальным закладным деталям.

### § 9. ЗАКЛАДНЫЕ ДЕТАЛИ

Закладными называются стальные детали, находящиеся обычно на поверхности железобетонного элемента и достаточно надежно в нем заанкеренные.

Назначение закладных деталей может быть самое разнообразное, но в основном они устанавливаются в сборных элементах для соединения последних между собой, а также для крепления к железобетонным элементам стальных конструкций, технологического оборудования, промпроводок и др.

Закладные детали могут быть расчетными, т. е. обладающими определенной заданной прочностью для восприятия действующих на деталь усилий, и нерасчетными, устанавливаемыми

по конструктивным соображениям и не имеющими нормируемую прочность.

В зависимости от конструкции закладные детали можно разделить на следующие типы:

- а) детали из листового, сортового или фасонного проката со специально приваренными анкерами из стержневой арматуры;
- б) детали, состоящие только из листового, сортового или фасонного проката;
- в) детали, состоящие только из арматурной стали.

Рекомендуется конструировать закладные детали так, чтобы их лицевые поверхности совпадали с плоскостью грани элемента. Допускается, однако, применять так называемые «утапленные» закладные детали. Конструирования деталей, выступающих из плоскости грани элемента, как правило, следует избегать, так как это вызывает серьезные трудности с изготовлением опалубочной формы, а затем и с извлечением элемента из этой формы.

Не рекомендуется конструировать закладные детали с приваренными к ним стальными листами или полосами, разрезающими бетон на части. При необходимости применить такую деталь нужно предусмотреть специальные мероприятия против расслоения бетона, например устройство отверстий в листах.

В больших пластинах закладных деталей, находящихся сверху при бетонировании, следует предусматривать отверстия для контроля качества бетонирования, а также для выхода воздуха, скапливающегося под пластиной при укладке и уплотнении бетонной смеси.

В пластинах закладных деталей следует всегда предусматривать одно или (при больших размерах пластины) два-три отверстия диаметром 16—20 мм для возможности фиксации закладной детали в проектном положении.

Следует стремиться к применению закладных деталей по чертежам действующих типовых серий либо использовать их в качестве аналога при конструировании.

Конструировать закладные детали можно из горячекатаной полосовой, угловой и фасонной прокатной стали, отвечающей условиям свариваемости (о чем следует обязательно указывать в спецификации и в выборке стали) и требованиям ГОСТ 380—71 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки и общие технические требования». Марка стали назначается в зависимости от условий работы закладной детали по табл. 14.

Толщина стальной пластины или профиля назначается по условиям сварки (рис. 9).

Кроме того, по условиям прочности толщина пластины расчетных закладных деталей с анкерами, приваренными втавр, должна быть не менее  $0,4d$ , если анкера из стали класса А-I; не менее  $0,5d$ , если из стали А-II и не менее  $0,7d$ , если из стали





A-III ( $d$  — диаметр анкера). Для расчетных закладных деталей толщина пластины должна быть не менее 6 мм.

Закладные детали, занимающие целиком грань элемента по одному или двум направлениям, следует конструировать так, чтобы их размер был по крайней мере на 5 мм меньше размера

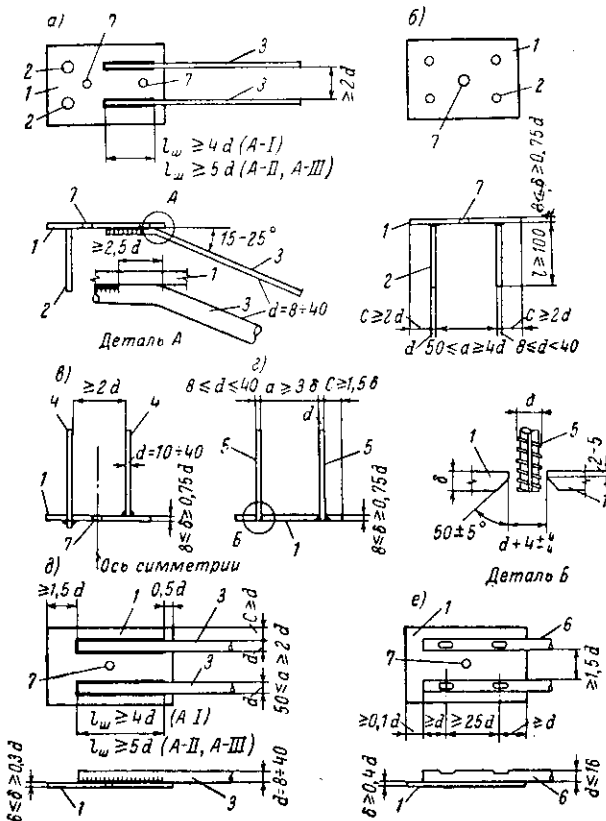


Рис. 9. Сварные закладные детали

1 — стальные пластины; 2 — анкеры, привариваемые втавр под флюсом; 3 — анкеры, привариваемые внахлестку дуговой сваркой; 4 — анкеры, привариваемые многослойными швами; 5 — анкеры, привариваемые в раззенкованные отверстия; 6 — анкеры, привариваемые контактной и рельефной точечной сваркой; 7 — отверстие для фиксации

соответствующей грани элемента. В противном случае возникают трудности при закрывании бортов опалубочной формы в процессе изготовления элемента. В результате габарит элемента увеличивается, повышается расход бетона, возникают определенные неудобства при монтаже.

Назначая размеры закладных деталей, следует стремиться к их унификации, чтобы получались одинаковые заготовки, ко-

торые можно выполнять механизированно, методами штампования или резки.

Анкера, необходимые для заделки в бетоне расчетной закладной детали, рекомендуется конструировать преимущественно из арматурной стали класса А-II. Сталь класса А-III может применяться при затруднениях с размещением анкеров из стали класса А-II. Сталь класса А-I может применяться только с усилениями на концах в виде шайб с приваркой по рис. 9, в или коротышей.

Анкера закладных деталей, устанавливаемых по конструктивным соображениям с ненормируемой прочностью, можно конструировать из стали класса А-I с крюками на концах.

Для привариваемых внахлестку и отгибаемых анкерных стержней не допускается применение стали марки ВСтЗкп2, так как при сварке этой стали создается хладноломкость в местах изгиба стержня, где заканчивается сварной шов, и стержень разрушается при ударе.

При выборе арматурной стали для анкеров закладных деталей следует иметь в виду ограничения по области применения, которые приведены в табл. 2.

Арматурные стержни с номинальным диаметром менее 8 мм для анкеров расчетных закладных деталей применять не допускается.

При конструировании закладных деталей целесообразно принимать большее из возможных число анкеров за счет применения стержней меньшего диаметра и при этом располагать их равномерно и симметрично относительно плоскости действия усилия.

В расчетных закладных деталях применяют в основном два типа анкеров:

препятствующие отрыву закладной детали;

препятствующие сдвигу закладной детали.

В соответствии с назначением анкеров, в зависимости от характера действующих усилий их конструируют приваренными втавр или внахлестку.

Конструирование закладных деталей только с анкерами, приваренными внахлестку, не разрешается, и, если по расчету анкера, приваренные втавр, не нужны — они должны быть установлены конструктивно. При отсутствии изгибающего момента число анкеров, приваренных втавр, должно быть не менее двух, а при наличии момента — не менее четырех. Число анкерных стержней, приваренных внахлестку, должно быть не менее двух, а устанавливаются они при действии на закладную деталь сдвигающей силы. Анкера, приваренные внахлестку, как правило, отгибаются в тело элемента на угол 15—25° (см. рис. 9, а). При этом желательно принимать угол больший из допускаемых, а в железобетонном элементе в зоне отогнутых анкеров устанавливать хомуты диаметром не менее 0,3 диаметра анкера с шагом

не более 100 мм. Эти хомуты должны препятствовать раскалыванию бетона.

При конструировании закладных деталей для соединения анкеров с плоскими элементами проката втавр, как правило, следует предусматривать автоматическую дуговую сварку под слоем флюса (рис. 9, б). При этом возможна приварка анкера с отгибом или анкера с шайбой, приваренной на другом конце. Длина прямого участка анкерного стержня в этих случаях должна быть не менее 100 мм. Приварка анкерных стержней втавр с помощью ручной электродуговой сварки допускается только многослойными швами, причем стержень должен быть впритык к пластине или пропущен в отверстие без раззенковки (рис. 9, в) или с раззенковкой (рис. 9, г). При этом сварной шов не должен выступать за плоскость пластины, чтобы не мешать установке ее в опалубку.

При конструировании расчетных закладных деталей с анкерами, приваренными внахлестку, следует предусматривать дуговую сварку фланговыми швами по рис. 9, д.

При конструировании закладных деталей с ненормируемой прочностью, в которых анкера из стержней класса А-I должны быть приварены внахлестку, можно применять точечную кон-

тактную или рельефную сварку, предусматривая для стержней диаметром 8—10 мм соединение двумя точками (рис. 9, е), а для стержней диаметром 12—16 мм — тремя точками.

Длина анкерного стержня (глубина заделки анкера), приваренного к пластине втавр или внахлестку, должна определяться расчетом и приниматься не менее величин, указанных в табл. 15.

Таблица 15  
Минимальная глубина  $l_a$   
заделки анкеров закладных деталей  
в бетоне

Класс арматурной стали анкеров	Проектная марка бетона	
	150	200 и выше
А-II	30d	25d
А-III	35d	30d

Примечание.  $d$  — номинальный диаметр стержня анкера.

Длина анкеровки для отогнутого стержня, приваренного внахлестку, отсчитывается от начала отгиба, а для прямолинейного стержня, приваренного втавр, — от пластины.

Если требуемая длина анкеровки не может быть выполнена, то допускается принимать анкера меньшей длины, но не менее 15d и с обязательным устройством на концах усиления. Усиление концов анкеров требуется также в случае заделки закладных деталей в зоне трещинообразования. Длина усиленных анкеров определяется в этом случае расчетом. Усиление на конце анкеров рекомендуется выполнять приваркой шайбы втавр под флюсом или многослойными кольцевыми швами в отверстие (рис. 9, в). На чертеже следует указать, что шайба может быть

круглой или квадратной. Толщина шайбы должна быть не менее 0,2 ее ширины или диаметра и не менее 0,75 диаметра анкера. Сторона шайбы или ее диаметр должны быть не менее трех диаметров анкера, а

$$F_{ш} \geq \frac{R_a F_a}{2R_{пр}}$$

(где  $F_a$  — площадь сечения анкера, а  $R_a$  и  $R_{пр}$  — соответственно расчетное сопротивление стержня анкера и призматическая прочность бетона).

Для расчетных закладных деталей расстояния между осями анкеров, а также расстояния от оси анкера до грани железобетонного элемента (рис. 10) по условиям прочности следует назначать не менее величин, приведенных в табл. 16. Кроме того, расстояния между осями анкеров, а также расстояния от оси анкера до грани пластины по условиям сварки не должны быть менее величин, приведенных на рис. 9.

Тип электрода для ручной электродуговой сварки элементов проката закладных деталей, а также анкеров

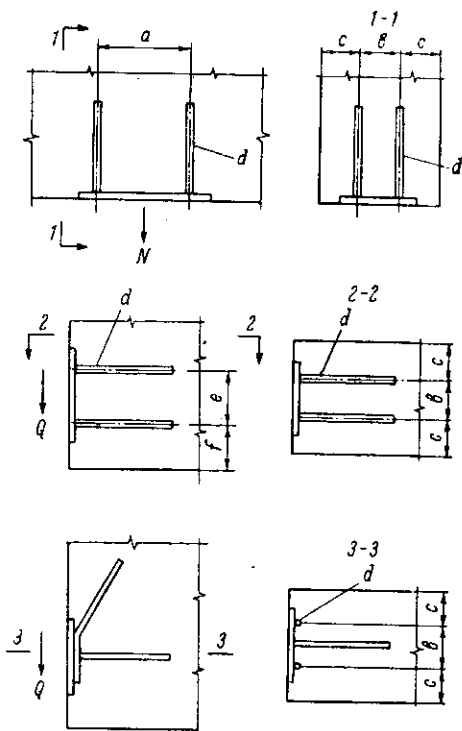


Рис. 10. Расстояния между анкерами расчетных закладных деталей

Таблица 16

Расстояния между осями расчетных анкеров закладных деталей

Класс стали	Расстояния (обозначения см. рис. 10)				
	a	b	c	e	f
A-II	4d*	4d	3d	6d	8d
A-III	5d	5d	3,5d	7d	8d

\* d — номинальный диаметр стержня анкера.

Таблица 17

Электроды, рекомендуемые для дуговой электросварки закладных деталей

Характеристика арматурной стали анкера		Тип электродов
Класс	Марка	
A-I	Ст3; ВСт3	Э-42
A-II	ВСт5; 18Г2С 100ГТ	Э-42А Э-46
A-III	18Г2С; 35ГС; 25Г2С	Э-50А

ных стержней к этим элементам следует назначать по табл. 17 в зависимости от марок стали соответствующих элементов. При этом для сварки закладной детали из сталей разных марок тип электродов выбирается по марке стали более высокой прочности.

Закладные детали, состоящие только из листового, сортового или фасонного проката без специальных анкеров, конструируются так же, как и сварные закладные детали, но анкерами им служат арматурные стержни железобетонного элемента, к которым они привариваются способами, указанными выше.

Закладные детали, состоящие только из арматурной стали (выпуски стержней), конструируются и заделываются в бетон так же, как анкера сварных закладных деталей (табл. 15). При необходимости следует их усиливать.

### § 10. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФИКСАЦИИ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ И АРМАТУРЫ В ПРОЕКТНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Все укладываемые в конструкцию арматурные изделия и закладные детали должны, безусловно, находиться в проектном положении и не смещаться при укладке бетонной смеси.

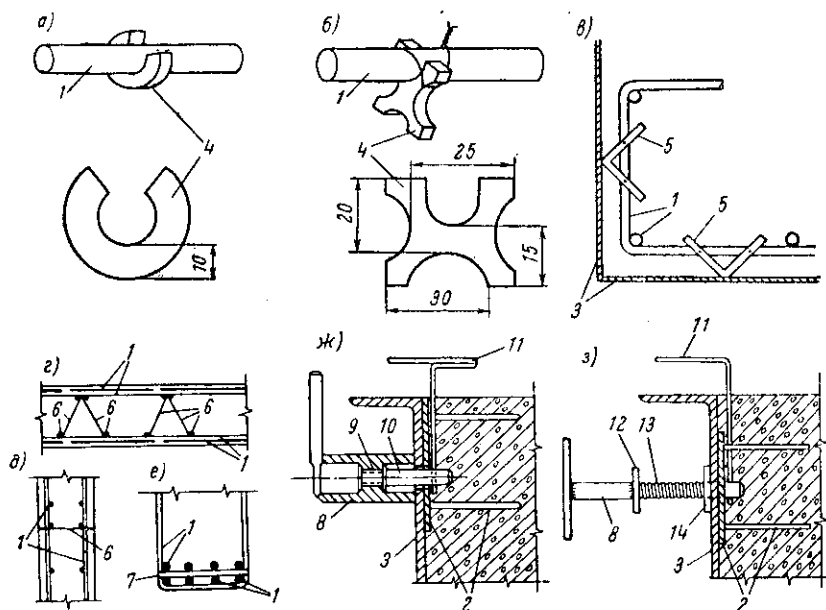


Рис. 11. Приспособления для фиксации арматуры и закладных деталей

1 — арматура; 2 — закладная деталь; 3 — опалубка; 4 — пластмассовый фиксатор; 5 — проволочный фиксатор; 6 — фиксатор-каркас; 7 — стержень; 8 — фиксатор для закладной детали; 9 — резьба; 10 — стержень с резьбой и шлицем; 11 — шпилька; 12 — неподвижная шайба; 13 — пружина; 14 — подвижная шайба

Для фиксации арматуры (отдельных стержней, сеток, каркасов) в проектном положении, а также для обеспечения нормативного защитного слоя бетона необходимо применять специальные приспособления.

Наиболее простым фиксатором для отдельных стержней и сеток плит является пластмассовый фиксатор (рис. 11, а).

Для обеспечения бетонного защитного слоя арматуры балок и колонн рекомендуется прикреплять к стержням вязальной проволокой фигурные пластмассовые подставки (рис. 11, б).

Для обеспечения проектного положения сварных пространственных каркасов могут применяться привариваемые контактной точечной сваркой V-образные проволочные шпильки (рис. 11, в).

Для фиксации в проектном положении верхних сеток толстых плит рекомендуется применять плоские сварные каркасы, установленные по два буквой А (рис. 11, г), или при плитах значительной толщины конструировать пространственные арматурные блоки, состоящие из верхней и нижней сеток, которые соединены вертикальными и крестообразными элементами, обеспечивающими жесткость.

При армировании стен двойной арматурой расстояние между внутренней и наружной сеткой рекомендуется фиксировать установкой вертикальных или горизонтальных плоских сварных каркасов-лесенок (рис. 11, д).

При двухрядном армировании (например, балок) необходимое расстояние между рядами арматуры в поперечном сечении железобетонного элемента рекомендуется обеспечивать прихваткой между рядами арматурных стержней — коротышей — на расстоянии 2—3 м по длине элемента (рис. 11, е).

Правильное расположение закладных деталей соблюдается за счет крепления их к элементам опалубочных форм (рис. 11, ж, з).

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

## § 1. ФУНДАМЕНТЫ

## 1. Общие сведения

Фундаментами называются подземные конструкции, предназначенные для передачи нагрузок от вышележащих конструкций здания или сооружения на грунтовое основание.

Применяют фундаменты свайные и на естественном основании. Последние бывают неглубокого заложения, так как закладываются обычно на расчетную глубину промерзания грунта в относительно неглубоких котлованах или траншеях.

Наиболее массовое применение в промышленном строительстве находят отдельные столбчатые фундаменты под колонны. В таком фундаменте различают: обреза — верхнюю поверхность, отделяющую фундамент от конструкции, для которой он служит опорой, и подошву — нижнюю поверхность, которая, как правило, больше поверхности по обрезу и служит для передачи и равномерного распределения нагрузки на основание. Расстояние между подошвой и обрезом фундамента составляет его высоту.

## 2. Отдельные столбчатые фундаменты под колонны

В зависимости от конструкции и типа колонны отдельные столбчатые фундаменты подразделяются на:

- фундаменты сборных железобетонных колонн (рис. 12, а, б);
- фундаменты монолитных железобетонных колонн (рис. 12, в);
- фундаменты стальных колонн (рис. 12, г).

Перечисленные фундаменты имеют плитную часть, состоящую из одной, двух или трех ступеней (редко больше) и при сравнительно глубоком заложении — подколонник.

Плитная часть, как правило, лежит на бетонной подготовке, которая назначается из бетона проектной марки 50 толщиной 100 мм и рекомендуется во всех случаях независимо от типа грунта (кроме скального). Под сборными фундаментами при отсутствии грунтовых вод рекомендуется устраивать песчаную



подготовку толщиной 70 мм из среднезернистого песка, а при мокрых грунтах — бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона марки 50, поверх которой укладывают слой среднезернистого песка толщиной 30 мм.

Разбивка плитной части фундамента на ступени принимается по табл. 18.

Размеры ступеней в плане рекомендуется назначать кратными 300 мм. Выполнение этой рекомендации позволяет использовать при возведении монолитных фундаментов инвентарную унифицированную опалубку, что способствует индустриализации строительства.

По указанной причине кратными 300 мм в плане реко-

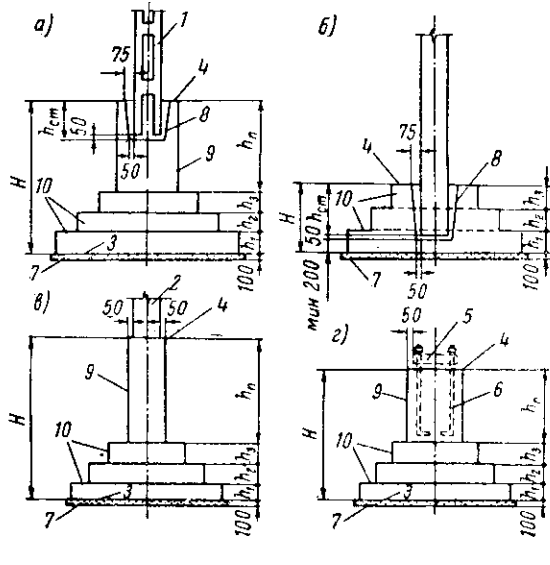


Рис. 12. Монолитные фундаменты колонн

1 — сборная железобетонная колонна; 2 — монолитная железобетонная колонна; 3 — подложка фундамента; 4 — обрез фундамента; 5 — стальной башмак колонны; 6 — анкерный болт; 7 — бетонная подготовка; 8 — стаканная часть фундамента; 9 — подколонник; 10 — плитная часть фундамента

мендуется конструировать также подколонники, однако не для всех колонн, а только для сборных железобетонных и стальных. Что же касается подколонников монолитных железобетонных колонн, то их размеры назначаются по размерам сечения колонн

Таблица 18

Разбивка плитной части фундамента на ступени в мм

Общая высота плитной части	Высота ступеней			Общая высота плитной части	Высота ступеней		
	$h_1$	$h_2$	$h_3$		$h_1$	$h_2$	$h_3$
300	300	—	—	900	300	300	300
450	450	—	—	1050	300	300	450
600	300	300	—	1200	300	450	450
750	300	450	—	1500	450	450	600

плюс 50 мм на каждую сторону. Образующийся таким образом по периметру уступ служит для установки опалубки колонны. Высота  $H$  фундамента назначается по расчету и должна удовлетворять условиям заглубления фундамента и заделки колонны в стакане (при сборной колонне), условиям заделки анкерных болтов (при стальной колонне) или заделки продольной арматуры монолитной железобетонной колонны. Толщина защитного слоя бетона для нижней рабочей арматуры подошвы монолитных фундаментов должна быть не менее 35 мм — если под фундаментом предусмотрена бетонная подготовка, если же по каким-либо причинам бетонной подготовки нет, то защитный слой необходимо увеличивать до 70 мм. Для рабочей продольной арматуры подколонников толщина защитного слоя может приниматься не менее 30 мм.

Арматуру подошвы фундамента показывают на разрезе и плане, причем на плане для этого как бы вскрывается один из углов плитной части фундамента.

Арматура подколонника, если он армируется, показывается на разрезе и в его сечениях. На плане фундамента арматуру подколонника не показывают.

Маркировка позиций отдельных стержней подошвы дается с полной выноской\*, причем на разрезе — с указанием количества стержней, а на плане — с указанием их шага. Если подошва армируется сварными сетками, то их марки выносятся в разрезе и в плане. Если сетки применены узкие и укладываются в два слоя, необходимо отдельно показывать в масштабе маркировочной схемы план сеток верхнего и нижнего слоя.

Выноски марок арматурных изделий или отдельных позиций подколонника выполняются так же, как для колонн (см. § 2 настоящей главы).

Арматура подошвы ступенчатых фундаментов назначается расчетом, однако диаметр стержней, которые укладываются вдоль стороны с размером 3 м и менее, должен быть не менее 10 мм, а стержней, которые укладываются вдоль стороны с размером более 3 м, — не менее 12 мм.

Подошвы фундаментов рекомендуется армировать составными сварными унифицированными сетками, уложенными в два слоя во взаимно перпендикулярном направлении (рис. 13, а, б). Стержни рабочей арматуры в каждом слое должны быть цельными. Поперечные стержни сеток не стыкуются. Продольные стержни унифицированных сеток имеют шаг  $v = 200$  мм. Поперечные стержни на концах сетки (по два) являются анкерными, и их диаметр должен быть равен половине диаметра продоль-

---

\* Полной выноской называется выноска, в которой, кроме номера позиции, указываются диаметр и класс арматурной стали, а также количество или шаг стержней. При маркировке арматуры сокращенной выноской указывается только номер позиции.

ных стержней. Промежуточные поперечные стержни являются монтажными и могут устанавливаться по условиям сварки, но их диаметры целесообразно принять одинаковыми с анкерными стержнями. Шаг  $u$  монтажных стержней зависит от длины сетки и изменяется от 600 мм (для сеток длиной 1450 мм) до 1330 мм (для сеток длиной 7150 мм). Конструкция унифицированной сетки показана на рис. 13, в.

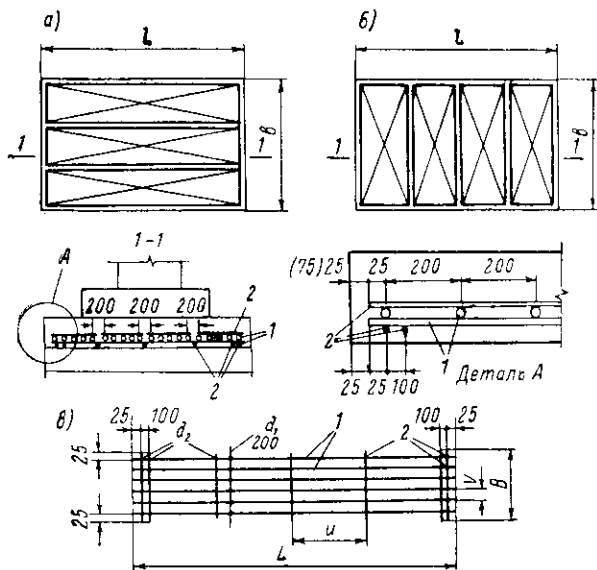


Рис. 13. Армирование подошвы фундамента унифицированными сварными сетками

1 — рабочие стержни; 2 — анкерные и монтажные стержни

На детали А в скобках дан размер, относящийся к армированию подошв, имеющих размер, кратный 200 мм.

Число унифицированных сеток, которое можно уложить в подошве фундамента при размерах стороны от 1500 до 7200 мм (через 300 мм), приведено в табл. 19.

Если по каким-либо причинам (например, в случаях, предусмотренных табл. 2) подошва фундаментов армируется отдельными стержнями, то их следует распределять равномерно во взаимно перпендикулярных направлениях и укладывать с шагом 200 мм. Все пересечения стержней должны быть перевязаны, а пересечения двух крайних стержней с каждой стороны — сварены. Стержни каждого направления должны иметь одинаковую, кратную 50 мм, длину и независимо от профиля стержней могут заканчиваться без крюков. Если гладкие стержни заканчиваются крюками, сварку крайних пересечений можно не предусматривать.

**Раскладка унифицированных арматурных сеток в подошве  
отдельного столбчатого фундамента**

Размер стороны подошвы фундамента в мм	Длина сетки L, мм	Раскладка сеток в одном слое п×В (шт.×мм)	Размер стороны подошвы фундамента в мм	Длина сетки L, мм	Раскладка сеток в одном слое п×В (шт.×мм)
1500	1450	1×1450	4800	4750	3×1450
1800	1750	1×1650	5100	5050	2×1650 + 1×1450
2100	2050	2×1050	5400	5350	3×1650
2400	2350	2×1050	5700	5650	1×1650 + 1×1450 + + 2×1050
2700	2650	1×1450 + 1×1050			
3000	2950	1×1650 + 1×1050	6000	5950	2×1650 + 2×1050
3300	3250	2×1650 + 1×1450	6300	6250	4×1450
3600	3550	2×1650	6600	6550	1×1650 + 3×1450
3900	3850	2×1050 + 1450	6900	6850	3×1650 + 1×1450
4200	4150	2×1050 + 1×1650	7200	7150	4×1650
4500	4450	1×1050 + 1×1450 + + 1×1650			

Примечание. Расстояние между осями крайних продольных стержней смежных сеток принято 200 мм за исключением сеток, укладываемых в подошву размером 2100 мм

Если по расчету в подколоннике необходима продольная арматура, то диаметр стержней этой арматуры должен быть не менее 16 мм и, как правило, не более 40 мм. В качестве продольной арматуры мощных и высоких подколонников можно применять прокатные профили, например уголки. Конструировать обычные подколонники можно по тем же принципам, что и колонны.

Всю арматуру подколонника рекомендуется объединять в пространственный каркас, причем при высоте каркаса более 2 м его жесткость следует усилить косыми связевыми стержнями диаметром не менее 12 мм. Подколонники, имеющие большое поперечное сечение, например 2400 × 3600 мм, 3000 × 4200 мм и т. п., следует армировать составными, расчлененными по вертикали, а при высоте подколонника более 6 м — и по горизонтали пространственными арматурными блоками. Например, каркас подколонника сечением 2400 × 3600 мм можно собрать из трех блоков сечением 2400 × 1200 мм одинаковой высоты. При этом следует предусматривать надежную монтажную стыковку арматуры между блоками. Пример армирования крупного фундамента арматурными пространственными блоками показан на рис. 14.

Стержни продольной арматуры подколонников монолитных фундаментов рекомендуется всегда устанавливать на бетонную подготовку, заканчивая их без крюков и отгибов.

Особенности конструирования фундаментов каждого вида приводятся ниже.

**А. Фундаменты сборных колонн.** Фундаменты сборных колонн рекомендуется выполнять со стаканной частью, в которую устанавливается колонна (рис. 12, а, б). Отметка обреза фунда-

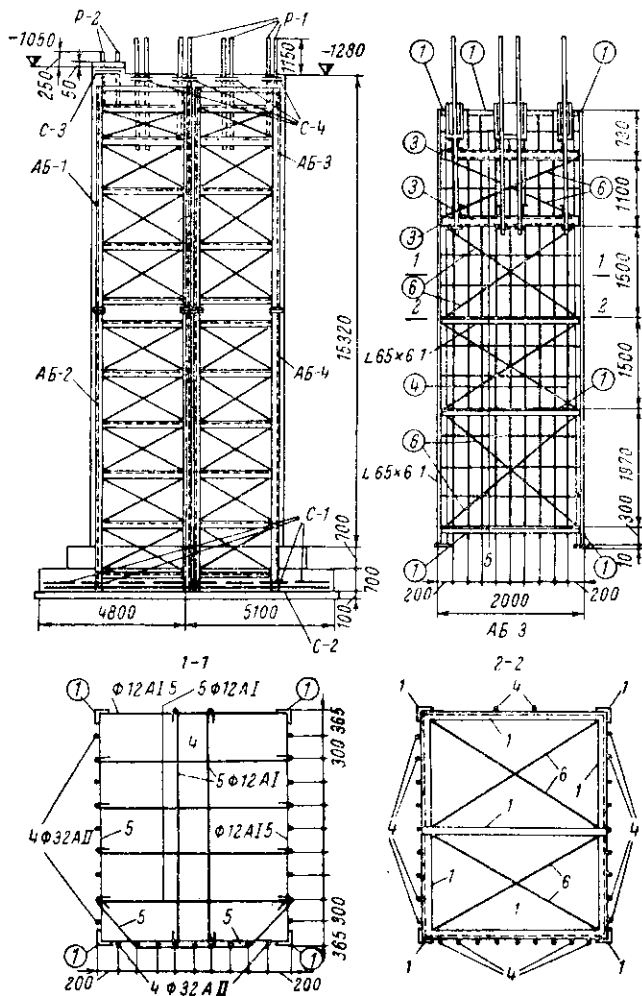


Рис. 14. Пример армирования крупного фундамента арматурными блоками

АБ-1, АБ-2, АБ-3, АБ-4 — пространственные арматурные блоки; С-1, С-2 — сварные арматурные сетки подошвы; С-3, С-4 — сетки косвенного армирования; Р-1, Р-2 — анкерные болты

ментов сборных колонн обычно назначается на 150 мм ниже отметки пола цеха. Глубина стакана для возможности рихтовки колонны назначается на 50 мм больше величины заделки колонны. Величина заделки колонны определяется расчетом.

Однако она должна быть не менее большей стороны сечения колонны и удовлетворять требованию заделки ее рабочей арматуры. При отсутствии конструктивных мероприятий, улучшающих анкеровку этой арматуры, величина ее заделки должна приниматься по табл. 20.

Т а б л и ц а 20

Минимальная глубина заделки рабочей арматуры сборной колонны в стакане фундамента

Класс стали рабочей арматуры колонны	Тип колонны	Глубина заделки рабочей арматуры при проектной марке бетона колонн	
		200	300 и выше
А-II	прямоугольного сечения	25 <i>d</i>	20 <i>d</i>
	двухветвевая	30 <i>d</i>	25 <i>d</i>
А-III	прямоугольного сечения	30 <i>d</i>	25 <i>d</i>
	двухветвевая	35 <i>d</i>	30 <i>d</i>

*d* — наибольший номинальный диаметр рабочей арматуры колонны.

В случае выполнения определенных конструктивных мероприятий по улучшению анкеровки рабочей арматуры колонны, например приварка специальных анкерных стержней или шайб, допускается глубину заделки уменьшать, но все же она должна быть не менее 15 диаметров стержня продольной рабочей арматуры.

При подборе стержней продольной рабочей арматуры колонны по действующему сортаменту диаметр стержня часто приходится брать большим, чем он мог бы быть принят по расчету. В этом случае глубину заделки также можно уменьшить (но не менее чем до 15 диаметров принятого стержня) на отношение расчетной площади стержня к площади фактически установленного стержня, т. е. принять величину заделки равной  $F_{ар}I_a/F_{аф}$  (здесь  $F_{ар}$  — расчетная площадь стержней,  $F_{аф}$  — площадь фактически установленных стержней).

Естественно, если в сечении установлены рабочие стержни разных диаметров, то заделка колонны лимитируется стержнем большего диаметра.

Толщину дна стакана фундамента следует назначать не менее 200 мм. Толщина стенок стакана определяется расчетом, но меньше 200 мм толщину стенок не следует принимать.

Ветви двухветвевых колонн устанавливаются в общий стакан. При расстоянии между наружными гранями ветвей 2,4 м

и более стаканы, а при возможности и фундаменты можно устраивать для каждой ветви отдельно.

Размеры стакана в плане зависят от размеров поперечного сечения колонны. Необходимые размеры зазоров между гранями колонны и стакана показаны на рис. 12, а, б.

При проектировании фундаментов сборных колонн следует стремиться использовать действующие серии типовых чертежей, а при невозможности применить типовые фундаменты — конструировать нетиповые по аналогии с типовыми с учетом изложенных здесь рекомендаций.

Стенки стаканов можно не армировать, если поверху их толщина более 200 мм и более 0,75 высоты верхней ступени (при глубине стакана большей, чем высота подколонника) или более 0,75 глубины стакана (при глубине стакана меньшей, чем высота подколонника). При несоблюдении этих условий стенки стакана следует армировать в соответствии с расчетом.

Стенки стаканной части и подколонник, если он развит и не может быть выполнен бетонным, армируют в продольном и поперечном направлениях. Поперечное армирование стенок стакана в пределах его высоты рекомендуется выполнять в виде горизонтальных сварных сеток, стержни которых располагают у наружных вертикальных и внутренних поверхностей стенок. Диаметр стержней этих сеток должен быть не менее четверти диаметра продольных (вертикальных) стержней стенок стакана и, во всяком случае, не менее 8 мм. Расстояние между сетками следует назначать не более четверти глубины стакана и не более 200 мм. В верхней части стакана при этом ставят три-четыре сетки с шагом 100 мм.

Поперечная арматура ниже дна стакана развитых подколонников конструируется в виде поперечных стержней при сварных каркасах или в виде хомутов — при вязаных каркасах, причем диаметр стержней этой арматуры принимается таким же, как и диаметр стержней поперечных сеток, укладываемых в пределах стакана. Конструкция и шаг поперечной арматуры принимается по правилам конструирования колонн. Стержни продольной арматуры должны проходить внутри контура горизонтальных сеток стакана. Армирование фундамента показано на рис. 15, а.

Если стенки стакана и подколонник по расчету не нужно армировать и при этом высота подколонника равна или даже меньше полуторной его ширины, то такой подколонник можно выполнять бетонным.

**Б. Фундаменты монолитных колонн.** Фундаменты монолитных колонн, отметка обреза которых обычно принимается на 50 мм ниже уровня пола цеха, конструируются с выпусками стержней продольной арматуры подколонника для соединения с продольной арматурой колонны. Количество, диаметр и разбивка выпусков должны соответствовать арматуре колонны в

месте ее заделки. Выпуски, как правило, доводятся до подошвы фундамента и в пределах высоты подколонника охватываются поперечными стержнями или хомутами по правилам армирования колонн. В пределах плитной части фундамента продольная

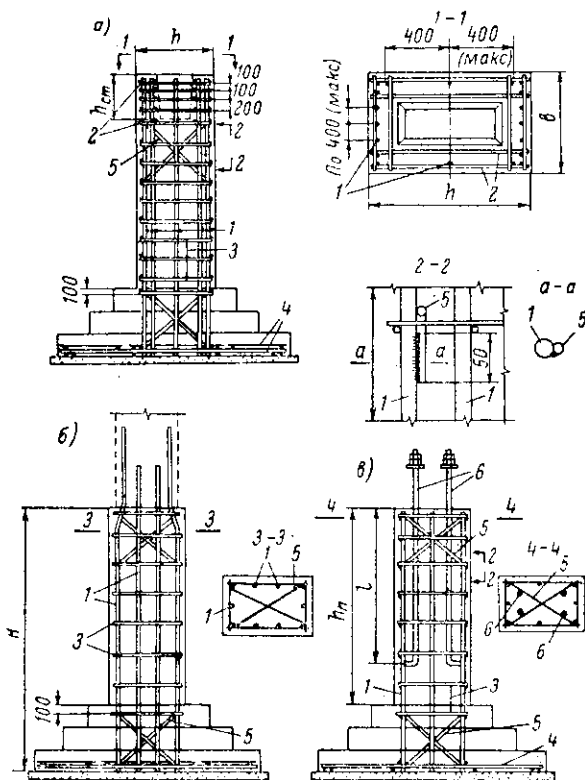


Рис. 15. Армирование ступенчатых фундаментов  
 а — фундамент сборной железобетонной колонны; б — фундамент монолитной железобетонной колонны; в — фундамент стальной колонны; 1 — продольная арматура подколонника; 2 — сварные сетки армирования стакана; 3 — поперечная арматура подколонника; 4 — сварные сетки подошвы; 5 — связевые стержни пространственного каркаса; 6 — анкерные болты

арматура может охватываться хомутами или поперечными стержнями только в двух уровнях — на 100 мм ниже верха ступеней и над сетками подошвы.

Выпуски стержней из фундаментов для устройства нахлесточных стыков (без сварки) с продольной арматурой колонн выполняются, как правило, на разных уровнях (вразбежку). Число уровней не рекомендуется назначать больше двух при стержнях периодического профиля и больше трех при гладких стержнях. Выпуски большей длины и большего диаметра располагают в углах поперечного сечения подколонника.



При устройстве этих стыков следует для обеспечения нормативного защитного слоя продольной арматуры подколонника и колонны верхние концы выпусков отгибать внутрь бетонного сечения (рис. 15, б), причем отгиб должен выполняться с уклоном 1:6.

Длина перепуска стержней, стыкуемых внахлестку, и заделка выпускаемых стержней в фундаменте (если они не доводятся до подошвы) должны быть не менее величин, указанных для растянутых стержней в табл. 7.

Выпуски стержней из фундаментов для устройства сварных стыков с продольной арматурой колонн с помощью ванной полуавтоматической сварки под флюсом выполняются, как правило, на одном уровне. При этом длина выпуска, расстояние в свету между выпускаемыми стержнями, а также зазор между торцами стыкуемых стержней фундамента и колонны должны приниматься по § 3 главы II.

Стыки арматуры монолитных колонн с выпусками из фундаментов рекомендуется устраивать выше верха фундаментных балок, а при отсутствии фундаментных балок — выше уровня пола. При значительном заглублении фундаментов и высоте подколонника более 3—5 м целесообразно устройство второго стыка на уровне верха плитной части фундамента.

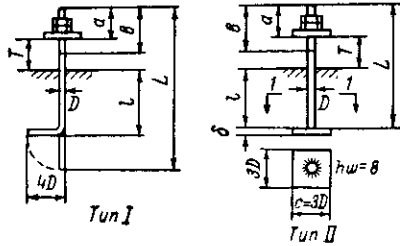
**В. Фундаменты стальных колонн.** Фундаменты стальных колонн конструируются с анкерными болтами, необходимыми для крепления стальных конструкций (рис. 12, г). Для надежной фиксации анкерных болтов в проектном положении на время бетонирования фундамента их крепят к специальным кондукторам, которые в свою очередь крепятся к опалубке фундамента или к грунту. При большом числе анкерных болтов (более 10 шт.) в одном фундаменте и большом диаметре этих болтов (56 мм и более) иногда целесообразно фиксировать их с помощью специальных балок из стального профильного проката, которые устанавливаются в пределах подколонника. В углах подколонника в этом случае предусматривается жесткая арматура, обычно в виде уголков. Пример такого фундамента показан на рис. 14. Целесообразность этого способа фиксации вместо применения инвентарных кондукторов должна подтверждаться специальным технико-экономическим расчетом.

Нормальная заделка анкерного болта в фундамент, если позволяет высота последнего, принимается  $l = 35d$  (типы I и II, табл. 21).

При недостаточной для нормальной заделки анкерных болтов высоте фундамента допускается принимать минимальную заделку анкерного болта (тип III, табл. 22).

Если анкерные болты типов II или III расположены группами с расстоянием между осями болтов, меньшем или равном  $c$  (см. табл. 21 и 22), для них следует предусматривать общую опорную плиту.

Данные для конструирования анкерных болтов из стали ВСт3 с нормальной заделкой в фундамент из бетона марок 100—150



Диаметр стали в мм	Диаметр резьбы (метрической) в мм		Выступающая часть в мм	Длина нарезки в мм	Величина заделки в мм	Полная длина болта в мм	Опорная плита в мм		Вес в кг		
	наружный	внутренний					опорной плиты	гайки	шайбы		
D	d <sub>н</sub>	d <sub>в</sub>	a	b	l	L	c	δ	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>
20	20	16,93	55	70	700	850 + T	—	—	—	0,093	0,028
22	22	18,93	60	80	800	950 + T	—	—	—	0,135	0,038
24	24	20,32	70	90	850	1050 + T	—	—	—	0,141	0,036
28	27	23,32	80	100	1000	1200 + T	—	—	—	0,182	0,057
30	30	25,71	85	110	1050	1250 + T	—	—	—	0,291	0,063
36	36	31,09	100	120	1300	1550 + T	—	—	—	0,496	0,115
42	42	36,48	110	130	1500	1610 + T	130	16	2,13	0,814	0,162
48	48	41,86	130	160	1700	1830 + T	140	16	2,47	1,294	0,271
56	56	49,25	150	180	2000	2150 + T	170	17	4,09	1,982	0,398
65	64	56,64	170	200	2300	2470 + T	200	18	5,66	2,960	0,633
75	72	64,64	180	210	2600	2780 + T	220	20	7,60	4,210	0,819
80	80	72,64	210	230	2800	3010 + T	240	20	9,08	5,778	1,220
85	85	77,64	210	240	3000	3210 + T	260	20	10,64	6,931	1,343
90	90	82,64	220	250	3200	3420 + T	270	20	11,47	8,228	1,776

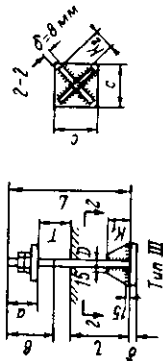
Примечание. T — по заданию металлостов.

При применении болтов из низколегированных сталей величину их нормальной заделки следует увеличивать на коэффициент  $k = R'_a / R_a$ , где  $R'_a$  и  $R_a$  — расчетное сопротивление стали, соответственно низколегированной и Ст. 3.

Если при нормальной заделке болтов от их низа до подошвы фундамента остается еще расстояние в пределах 1 м, то болты иногда целесообразно довести до подошвы фундамента — при условии, однако, что это не противоречит унификации болтов для ряда фундамента и не влечет большого перерасхода металла.

Отметка верха подколонника и его сечение устанавливаются в зависимости от размеров башмака и принятого в проекте способа опирания последнего на фундамента. Размеры подколонника

Данные для конструирования анкерных болтов из стали ВСт3 с минимальной заделкой в фундаменте из бетона марок 100—150



Диаметр стали в мм	Диаметр резьбы (метрической) в мм		Выступающая часть в мм	Длина нарезки в мм	Величина заделки в мм	Полная длина болта в мм	Опорная плита в мм		Ребра жесткости в мм		Вес в кг			
	наружный	внутренний					с	δ	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	опорной плиты	ребер жесткости	гайки	шайбы
D	d <sub>н</sub>	d <sub>в</sub>	a	b	l	L					g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	g <sub>4</sub>
30	30	25,71	85	110	500	585	140	20	100	80	3,09	1,32	0,291	0,063
36	36	31,09	100	130	600	700	200	20	140	120	6,28	2,57	0,496	0,115
42	42	36,48	110	140	700	810	200	20	140	120	6,28	2,57	0,814	0,162
48	48	41,86	130	150	800	930	240	25	170	140	11,35	3,53	1,244	0,271
56	56	49,25	150	170	1000	1150	240	25	170	140	11,35	3,53	1,982	0,388
65	64	56,64	170	190	1100	1270	280	30	200	160	18,50	4,67	2,960	0,633
75	72	64,64	180	210	1300	1480	280	30	200	160	18,50	4,67	4,210	0,819
80	80	72,64	210	230	1400	1610	350	40	200	200	38,60	6,83	5,778	1,220
85	85	77,64	210	240	1500	1710	350	40	240	200	38,60	6,83	6,931	1,343
90	90	82,64	220	250	1600	1820	400	40	280	240	50,30	9,40	8,228	1,776

в плане должны быть минимум на 50 мм больше в каждую сторону от башмака.

При конструировании фундаментов стальных колонн рекомендуется предусматривать безвыверочный монтаж колонн.

Опираение стальных конструкций на фундаменты может в этом случае приниматься по одному из приведенных ниже спо-

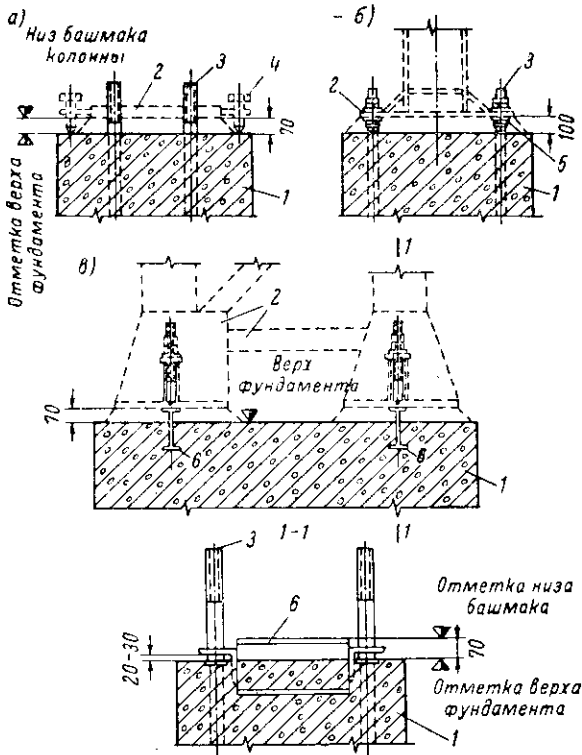


Рис. 16. Опираение стальных конструкций колонн на железобетонные фундаменты

1 — железобетонный фундамент; 2 — стальной башмак колонны; 3 — анкерные болты; 4 — выверочные болты; 5 — выверенные закрепленные шайбы; 6 — выверенные балки

собов (рис. 16), который задается проектировщиками металлоконструкций.

1. Опираение башмака непосредственно на поверхность фундамента. В этом случае отметка верха фундамента должна совпадать с отметкой подошвы башмака, который устанавливается без последующей подливки цементным раствором. Верх фундамента при этом должен быть тщательно выровнен рейкой и затерт, о чем следует указывать в чертежах марки КЖ.

2. Опираение башмака на заранее установленные, выверенные и подлитые цементным раствором стальные опорные плиты.

Отметка верха фундамента при этом способе опирания задается на 70 мм ниже подошвы плиты (рис. 16, а).

3. Опирание башмака на заранее выверенные шайбы с парными гайками на анкерных болтах (рис. 16, б). Отметка верха фундамента здесь назначается на 100 мм ниже проектной отметки опорной плоскости башмака. Цементный раствор под башмак подливается после установки колонны.

4. Опирание башмака на заранее уложенные в фундамент и выверенные опорные стальные балки, например, двутаврового сечения (рис. 16, в). Конструкция и количество балок задаются конструкторами металлических колонн. Отметку верха балок устанавливают на отметке опорной плоскости башмака, а отметку верха фундамента — на 70 мм ниже. Балки, в зависимости от их местоположения, закрепляют к анкерным болтам или к кондуктору (на рисунке показано закрепление балки к болтам).

Расстояние до любой грани подколонника от оси анкерного болта диаметром 48 мм и менее должно быть не меньше 150 мм, а при больших диаметрах — не менее 200 мм. Если высота подколонника меньше или равна полуторной его ширине, а анкерные болты доведены до подошвы, подколонник можно не армировать.

Высокие и развитые подколонники стальных колонн целесообразно конструировать двухветвевыми.

Если по расчету на смятие под опорными частями стальных колонн необходимо косвенное армирование, то в верхней зоне фундамента следует предусматривать сварные сетки из обыкновенной арматурной проволоки диаметром 3—5 мм или из арматурных стержней периодического профиля диаметром 6—8 мм с квадратной ячейкой 100 × 100 мм (при меньших размерах ячейки могут возникнуть трудности с бетонированием фундамента, а при больших размерах ячейки снижается эффективность сеток).

Сетки косвенного армирования устанавливаются в количестве не менее 4 шт., а шаг их по высоте назначается 50—100 мм, причем верхняя сетка ставится на расстоянии защитного слоя.

## § 2. КОЛОННЫ

### 1. Общие сведения

Колоннами или стойками называются вертикальные элементы здания или сооружения, подверженные сжатию. Колонны могут быть элементами одноэтажного или многоэтажного каркаса здания. По способу возведения различают колонны сборные и монолитные. Форма поперечного сечения сплошных колонн может быть квадратная, прямоугольная, круглая, многогранная, двутавровая и др. Квадратная форма поперечного сечения рекомендуется, как правило, для колонн,

в которых продольная сила приложена со случайным эксцентриситетом, а прямоугольная — при больших эксцентриситетах приложения продольной силы. Наибольшее распространение в массовом строительстве получили сплошные квадратные и прямоугольные колонны, а также двухветвевые.

По характеру армирования колонны различают:

- а) с продольной и обыкновенной поперечной арматурой;
- б) с продольной и спиральной арматурой;
- в) комбинированные колонны — с сердечником из чугунного или стального ядра (в виде полого или сплошного цилиндра или другого профиля — так называемая жесткая арматура), заключенного в бетон, армированный продольной и поперечной (спиральной или обычной) арматурой.

Чаще всего колонны массового промышленного строительства армируются продольной и обыкновенной поперечной арматурой.

Сечения сборных и монолитных колонн рекомендуется назначать по табл. 23.

Таблица 23

Сортамент сечений сборных и монолитных колонн в мм

Ширина сечения	Высота сечения $h$							
	300	400	500	600	800	1000	1200	далее кратно 800
200		■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■				
250								
300	●							
400		●						
500			□	■	●	●	●	
600				●	●	●		
Далее кратно 200						●	●	●

Обозначения: ■ ■ — только для двухветвевых колонн;  
 □ — только с использованием типовой опалубки.  
 ● — для всех остальных колонн.

Таблица 24

Минимальная толщина защитного слоя бетона для арматуры колонн в мм

Характеристика колонн	Для продольной арматуры диаметром $d$		Для хомутов и поперечных стержней
	$d \leq 20$	$d > 20$	
Сборные колонны из бетона марки 200 и менее и монолитные колонны	20	$d$	15
Сборные колонны из бетона марки более 200	20	$d - 5$	15

При необходимости применения колонн с высотой поперечного сечения более 1 м целесообразно, если это оправдано расчетом, поперечное сечение конструировать двухветвевым.

Минимальная толщина защитного слоя бетона для арматуры колонн, находящихся в обычных условиях эксплуатации (отсутствие агрессивных и т. п. воздействий), должна приниматься по табл. 24. Торцы продольных рабочих стержней в сборных колоннах должны иметь защитный слой не менее 10 мм. При особых условиях эксплуатации защитный слой необходимо назначать с учетом соответствующих нормативных документов.

## 2. Армирование колонн

Для армирования колонн применяют продольную и поперечную арматуру. Рекомендуется армировать колонны сварными пространственными каркасами, которые собираются из плоских в соответствии с рис. 7. Допускается также в отдельных случаях (например, предусмотренных табл. 2) армировать колонны вязаными каркасами (отдельными стержнями), а при целесообразности по расчету вместо обыкновенных хомутов применять спиральную арматуру.

Арматурные стержни показывают на фасаде колонны и в вынесенных сечениях, которые даются по местам изменения армирования или поперечных размеров. Маркировку продольных стержней или каркасов на фасаде дают с сокращенной выноской, а на поперечных сечениях — с полной выноской с указанием количества стержней или каркасов. При армировании колонны отдельными стержнями маркировку хомутов удобно показывать на шкале, которая вычерчивается рядом с фасадом колонны на всю ее высоту. Шкала делится по высоте на участки с одинаковым диаметром и шагом хомутов. В каждом участке указывается номер позиции хомута, его диаметр и шаг. В поперечных сечениях хомуты маркируются сокращенной выноской.

**А. Продольная арматура.** Диаметр стержней продольной рабочей арматуры колонн рекомендуется принимать не менее 16 мм и не более 40 мм.

Для конструктивной арматуры колонн допускается применять стержни диаметром 12 мм.

Насыщение поперечного сечения колонны продольной арматурой более 5% по площади принимать не рекомендуется.

Продольную рабочую арматуру колонн рекомендуется назначать из стержней одинакового диаметра. В случае, если применены стержни разного диаметра (при этом, однако, не рекомендуется применять более двух диаметров), стержни большего диаметра следует располагать в углах поперечного сечения колонны.

Длину продольных стержней рекомендуется назначать такой, чтобы не нужно было их наращивать, стыкуя внахлестку без сварки. При необходимости стыкования, чтобы сэкономить арматурную сталь, рекомендуется продольную арматуру конструировать из составных стержней (из стержней двух-трех диаметров, сваренных в «плеть» контактной стыковой сваркой).

При целесообразности устройства нахлесточных стыков продольных стержней без сварки располагать стыки следует преимущественно в местах изменения сечения колонны или на уровне перекрытий, делая выпуски продольных стержней снизу (рис. 17).

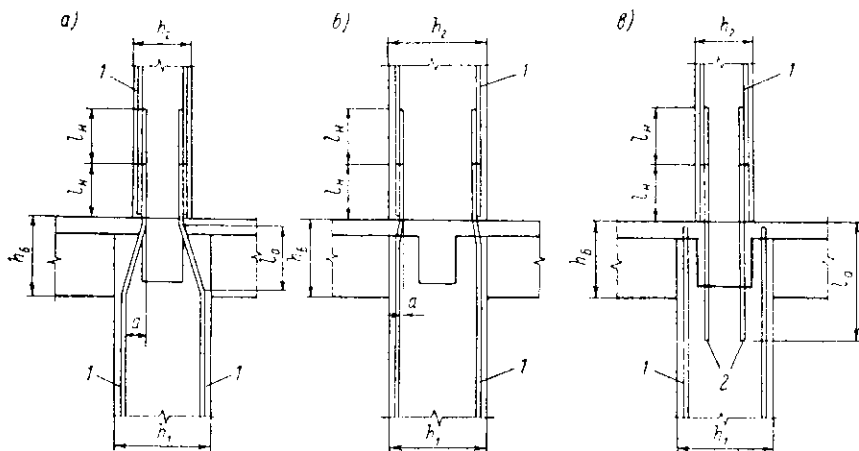


Рис. 17. Стыки продольной арматуры монолитных колонн многоэтажного здания  
1 — продольная арматура колонны; 2 — арматурные стержни-коротыши

Для сохранения величины защитного слоя на участке стыка внахлестку верхние концы (выпуски) стержней рекомендуется конструировать отогнутыми вовнутрь сечения на величину диаметра верхнего стержня.

Стержни из колонны с большим поперечным сечением нижнего этажа в колонну с меньшим поперечным сечением верхнего этажа переводятся путем отгиба с уклоном, не превышающим 1:6 (рис. 17, а, б).

В случае резкого изменения сечения колонны верхнего этажа против сечения колонны нижнего этажа, т. е. если  $h_1 - h_2 > > 1/3 h_0$  (рис. 17, в), устройство выпусков может быть выполнено установкой коротких стержней в соответствии с числом и диаметрами продольных стержней колонны верхнего этажа. Величина заделки указанных стержней продольной арматуры в ступенчатой колонне должна приниматься не меньше величин, указанных для растянутых стержней в табл. 6.

Стержни продольной арматуры колонн, в которых продольная сила имеет только случайный эксцентриситет, рекомен-



Рекомендуемое (минимально допускаемое) количество стержней для установки по ширине  $b$  поперечного сечения колонны

Ширина $b$ сечения колонны в мм	300	400	500	600	800	1000
Рекомендуемое (минимально допускаемое) число продольных стержней	2 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (3)	4 (3)	5 (3)

дуются распределять равномерно по периметру поперечного сечения, а при больших эксцентриситетах — устанавливать по коротким сторонам (ширине) сечения. У каждой стороны поперечного сечения стержни следует, как правило, располагать в один ряд. Размещение стержней в два ряда не рекомендуется. При необходимости разместить стержни во втором ряду ставить здесь можно не более двух стержней (в углах колонны).

Расстояние между осями продольных стержней, устанавливаемых по сторонам поперечного сечения колонны, не должно превышать 400 мм. Если у большей стороны  $h$  сечения колонны по расчету продольная арматура не требуется, то здесь необходимо установить конструктивные стержни диаметром 12 мм с таким расчетом, чтобы расстояния между продольными стержнями этой стороны также не превышали 400 мм.

Расстояние в свету между продольными стержнями вязаных каркасов монолитных колонн следует назначать не менее 50 мм. В сборных колоннах это расстояние может приниматься не менее 30 мм и не менее диаметра стержня.

Рекомендуется в поперечном сечении колонны устанавливать меньшее из возможных число продольных стержней за счет увеличения их диаметра. Рекомендуемое и минимально допустимое количество продольных стержней для установки в поперечном сечении колонны приведено в табл. 25.

Продольные стержни колонн со спиральной арматурой расставляются равномерно по периметру поперечного сечения с шагом 120—150 мм.

**Б. Поперечная арматура.** Диаметр стержней поперечной арматуры колонн следует принимать не менее 5 мм и не менее указанного в табл. 26.

Для поперечной арматуры диаметром 5 мм следует использовать обыкновенную арматурную проволоку класса В-1, а при больших диаметрах — арматурную сталь класса А-I или А-III.

Шаг поперечной арматуры колонн должен быть не более 500 мм и не более величин, приведенных в табл. 27. При этом на участке стыка продольной арматуры внахлестку (без сварки) следует предусматривать вязаные замкнутые хомуты как при вязаных, так и при сварных каркасах. Сгущать поперечные стержни сварных каркасов в зоне стыка не следует.

**Наименьшие допускаемые диаметры стержней  
для поперечной арматуры колонн в мм**

Конструкция каркаса	Класс стали поперечной арматуры	Минимальный диаметр поперечных стержней при диаметре продольных стержней									
		12	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Сварная	В-I, А-I, А-II, А-III	5	5	5	5	6	8	8	8	10	10
Вязаная	В-I, А-III	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8
	А-I, А-II	6	6	6	6	6	8	8	8	10	10

Таблица 27

**Наибольшие допускаемые расстояния между стержнями  
поперечной арматуры колонн в мм**

Конструкция каркаса и место установки поперечной арматуры	Максимальный шаг при диаметре продольных стержней									
	12	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Сварной каркас	250	300	350	400	450	500	500	500	500	500
Вязаный каркас	150	250	250	300	300	350	400	450	500	500
При $\mu > 3\%$ и на участках стыков продольной арматуры внахлестку без сварки	100	150	150	200	200	250	250	300	350	400

Шпильки для соединения сварных каркасов устанавливаются с шагом, принятым для поперечных стержней этих каркасов.

Если сечение армируется рабочими продольными стержнями разного диаметра, то шаг поперечной арматуры назначается по меньшему из них.

При назначении расстояний между стержнями поперечной арматуры разрешается не принимать во внимание продольные стержни диаметром 12 мм, установленные по конструктивным соображениям, если защитный слой бетона для продольной арматуры равен 25 мм или больше.

Продольные стержни сварных каркасов, расположенные у противоположных сторон поперечного сечения колонны, следует соединять через один и не реже чем через 400 мм по стороне сечения поперечными стержнями или шпильками.

Если размер стороны не превышает 500 мм и у этой стороны расположено не более четырех продольных стержней, то допускается не ставить поперечных стержней или шпилек.

Продольные стержни вязаных каркасов должны по крайней мере через один располагаться в местах перегиба хомутов, а эти перегибы на расстояниях не более 400 мм по стороне сечения колонны.

Допускается охват одним хомутом не более четырех стержней, стоящих у стороны шириной не более 400 мм.

Перевязку хомутов следует выполнять вразбежку, чтобы стыки двух смежных по высоте хомутов не приходились на один продольный стержень.

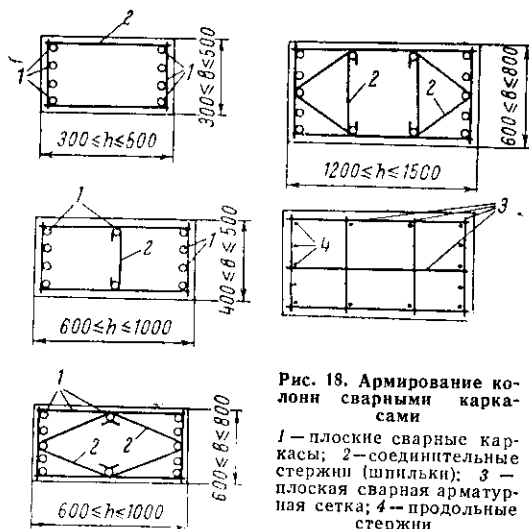


Рис. 18. Армирование колонн сварными каркасами

1 — плоские сварные каркасы; 2 — соединительные стержни (шпильки); 3 — плоская сварная арматурная сетка; 4 — продольные стержни

Стык (замок) хомута следует устраивать на пересечении его с угловым продольным стержнем. Можно устраивать стык хомута и на пересечении с одним из средних продольных стержней, но только в колоннах большого сечения, армированных перекрестными хомутами.

Примеры армирования сечений колонн сварными каркасами приведены на рис. 18, а вязаными каркасами — на рис. 19.

При составлении спецификации вязаной арматуры колонн размеры хомутов (см. рис. 19) можно вычислять по следующим формулам:

длина замкнутого прямоугольного хомута

$$l_x = 2(b_x + h_x + \Delta x); \quad (1)$$

длина замкнутого ромбовидного хомута

$$l_x = 2(2c + \Delta x); \quad (2)$$

длина открытого треугольного хомута

$$l_x = 2(c + \Delta x); \quad (3)$$

здесь

$$c = 0,5 \sqrt{b_x^2 + h_x^2};$$

длина шпильки

$$l_{ш} = b_x + 2 \Delta x. \quad (4)$$

Значение  $\Delta x$  принимается по табл. 5, а значение  $c$  — по табл. 28.

При насыщении поперечного сечения колонны продольной арматурой в количестве более 3% от полной площади сечения бетона следует применять сварные пространственные каркасы, образованные, как показано на рис. 7.

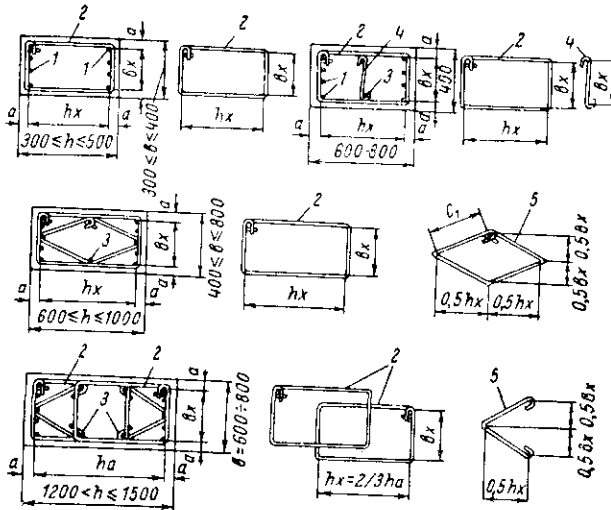


Рис. 19. Армирование колонн вязаными каркасами  
1 — продольные рабочие стержни; 2 — основные хомуты; 3 — конструктивные стержни; 4 — соединительные шпильки; 5 — дополнительные хомуты

При армировании колонн спиральной арматурой для спиралей применяется круглая гладкая сталь диаметром 5—16 мм, которая наматывается непосредственно на продольную арматуру или в стороне — на специальный круглый или квадратный (в зависимости от сечения колонны) барабан. В последнем слу-

Таблица 28

Длина  $c$  косою участка дополнительных хомутов колонн в мм

Сечение колонны в мм ( $\frac{b}{h}$ )	$\frac{400}{600}$	$\frac{400}{800}$	$\frac{500}{500}$	$\frac{500}{600}$	$\frac{500}{800}$	$\frac{500}{1000}$	$\frac{600}{600}$	$\frac{600}{800}$	$\frac{600}{1000}$	$\frac{600}{1200}$	$\frac{800}{800}$	$\frac{800}{1000}$	$\frac{800}{1200}$	$\frac{800}{1500}$
$c$	330	420	320	360	440	530	390	470	550	640	540	610	540	610

чае виток к витку наматывается вплотную и потом, при вязке каркаса, витки раздвигают на необходимое расстояние, связывая с продольными стержнями. Расстояние между витками — шаг спирали — назначается по расчету и должно быть не менее 40 мм и не более 80 мм.

### 3. Консоли колонн

Короткие консоли в колоннах устраивают с целью создания необходимой площадки для опирания различных, примыкающих к колонне на разных уровнях несущих конструкций — ферм, балок, ригелей, прогонов, подкрановых балок и пр. Консоли могут быть односторонние и двусторонние. Последние следует устраивать в одной плоскости, особенно в сборных колоннах. В случае, если консоль на колонне необходимо расположить перпендикулярно направлению имеющихся консолей или если консоль нужна для опирания элементов, передающих небольшую местную нагрузку (от рабочих площадок, лестниц и т. п.), такие консоли рекомендуется конструировать в виде стальных столиков, предусматривая в колонне закладные детали для их приварки.

Ширина консоли должна быть равна ширине колонны. Исключения могут составлять консоли, устраиваемые в широких подколонниках для опирания фундаментных и других балок.

При вылете 100—150 мм консоль может не иметь вута и конструироваться прямоугольной.

Высота консоли и ее арматура назначаются по расчету.

Консоли можно армировать отдельными стержнями одним из следующих способов (рис. 20):

- а) продольными стержнями, отогнутыми стержнями и горизонтальными хомутами (см. рис. 20, а);
- б) продольными стержнями и горизонтальными хомутами (см. рис. 20, б);
- в) продольными стержнями и наклонными хомутами (см. рис. 20, в).

В качестве продольной и отогнутой арматуры рекомендуется преимущественно применять сталь классов А-III, но допускается также применение стали класса А-II. В качестве поперечной арматуры следует применять сталь класса А-I.

Предельные диаметры продольных стержней консолей такие же, как и колонн.

Диаметр стержней поперечной арматуры принимается по табл. 26.

Диаметр отгибаемых стержней должен быть не более  $\frac{1}{15}$  длины косога участка отгибаемого стержня и не более 25 мм.

Отгибы рекомендуется направлять из нижнего угла консоли в противоположный верхний угол. При большом вылете консоли или большой ее высоте допускается делать отгибы под углом 30

или  $60^\circ$  соответственно или располагать отгибы в двух плоскостях, направляя каждую плоскость под  $45^\circ$  от противоположных (нижнего и верхнего углов). При этом, если плоскости отгибов получаются расположенными близко друг к другу, их следует раздвинуть для более равномерного распределения по фасаду консоли. При значительном количестве продольной и отогнутой арматуры верхние и нижние участки отгибаемых стержней можно располагать во втором ряду.

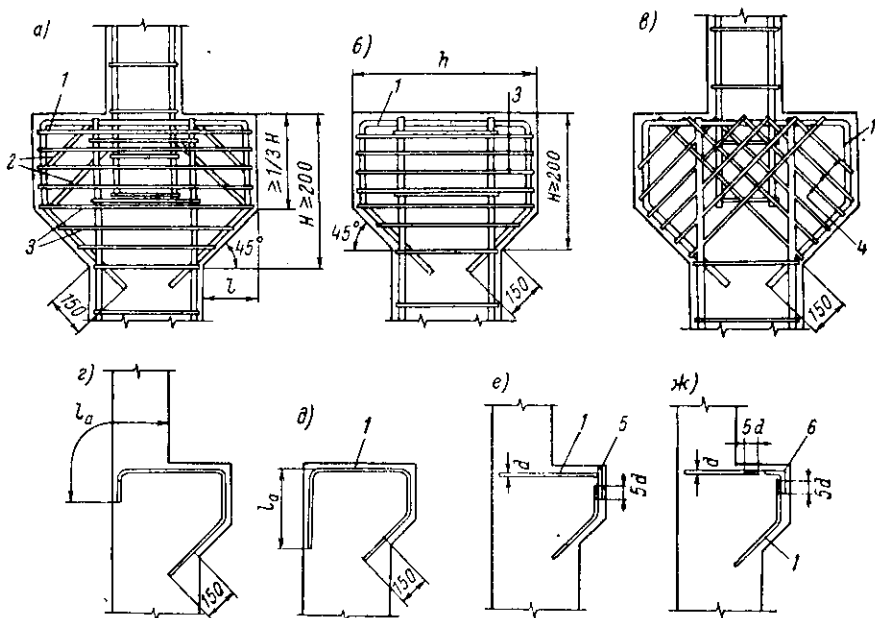


Рис. 20. Армирование консолей колонн:

1 — продольная арматура; 2 — отогнутые стержни; 3 — горизонтальные хомуты; 4 — наклонные хомуты; 5 — шайба; 6 — уголок

Шаг стержней поперечной арматуры консолей следует назначать не более  $150 \text{ мм}$  и не более четверти высоты консоли. Хомуты ромбического очертания и шпильки арматуры колонны в пределах консоли не ставят.

Концы продольной арматуры растянутой зоны односторонней консоли, расположенной в пределах высоты колонны, должны быть заведены за грань колонны на величину  $l_a$ , принимаемую по табл. 6 для растянутых стержней, и, безусловно, должны быть доведены до противоположной грани колонны (рис. 20, г). Если консоль расположена в уровне верха колонны (рис. 20, д), то  $l_a$  отмеряется от верхней грани.

Концы продольных и отгибаемых стержней сжатой зоны (расположенные вдоль наклонной грани консоли) можно заводить в колонну на  $150 \text{ мм}$  независимо от диаметра.

Необходимость анкеровки продольной арматуры у свободного конца консоли определяется расчетом и выполняется приваркой шайбы или уголка (рис. 20, *е, ж*). При этом к шайбе горизонтальный участок стержня продольной арматуры приваривается втавр под флюсом, а вертикальный — фланговыми двусторонними швами. К уголку оба участка привариваются фланговыми швами.

### § 3. ПЛИТЫ

#### 1. Общие сведения

В практике проектирования железобетонных конструкций встречаются в основном плиты балочные, опертые по контуру, консольные и плиты безбалочных перекрытий.

Балочными называются протяженные плиты с обязательным опиранием по продольным краям при соотношении сторон плиты более двух.

Опертыми по контуру называются плиты, опирающиеся по двум смежным, по трем или по четырем сторонам и имеющие соотношение сторон два и менее.

Консольными плитами называются плиты, заделанные с одной стороны в стену или железобетонный массив или представляющие собой часть одно- или многопролетной плиты, свешивающуюся за крайнюю опору.

Плиты, опертые непосредственно на колонны, называют безбалочными. Соотношение сторон таких плит обычно 1—1,25.

Балочные и консольные плиты армируются рабочими стержнями в одном направлении, а остальные плиты — в двух направлениях.

Плиты могут быть однопролетными — свободно опертыми или полностью заделанными на опорах, а также многопролетными; по способу изготовления — монолитными и сборными.

Монолитные плиты могут быть элементами покрытий, перекрытий или плитных фундаментов и конструируются гладкими.

Сборные плиты могут конструироваться гладкими (например, крышки лотков и каналов) или вместе с ребрами, на которые они опираются (например, плиты покрытий). В последнем случае их более правильно называть панелями или настилами. Сборные плиты рекомендуется конструировать предварительно напряженными. Конструирование ребер ребристых панелей регламентируется правилами конструирования балок.

Толщины плит следует назначать по расчету. Минимальная толщина монолитных плит, эксплуатируемых в обычных условиях, принимается: 50 мм — для покрытий; 60 мм — для междуэтажных перекрытий в гражданских зданиях; 70 мм — для междуэтажных перекрытий в производственных зданиях. Кроме того, толщина монолитных балочных плит должна быть не менее

Толщина защитного слоя бетона для арматуры плит в мм

Характеристика плиты	Толщина $a$ защитного слоя *	
	для рабочей арматуры диаметром $d$	для распределительной арматуры
Плиты толщиной 100 мм и менее	$10 \leq a \leq d$	$a \geq 10$
Плиты толщиной более 100 мм	$15 \leq a \leq d$	$a \geq 10$
Сборные плиты из тяжелого бетона марки более 200	$10 \leq a \leq d - 5$	$a \geq 10$
Сборные плиты из тяжелого бетона марки более 200 (при изготовлении их на заводах в стальной опалубке и при укладке в последующем на плиту бетонной подготовки, стяжки или других защитных покрытий)	$a \geq 5^{**}$	$a \geq 5^{**}$

\* Защитный слой  $a$  есть наименьшее расстояние от грани бетона до поверхности арматурного стержня.

\*\* Только для верхней арматуры.

1/25 расчетного пролета, а плит, опертых по контуру, — не менее 1/30 меньшего пролета. Ниже приведен рекомендуемый сортамент толщин монолитных плит:

$h$ , мм 50 60 70 80 100 120 140 160 180 200 250 300 Далее  
кратно  
100

Минимальная толщина сборных плит назначается в соответствии с требованиями к расположению арматуры по толщине плиты и величине защитных слоев бетона. Не рекомендуется назначать толщину плит в панелях меньше 30 мм.

Толщина защитного слоя бетона для арматуры плит, находящихся в обычных условиях эксплуатации, принимается по табл. 29.

Торцы рабочих стержней (если они не привариваются к анкерующим деталям) в сборных панелях, настилах и плитах должны иметь защитный слой 5 мм.

При особых условиях эксплуатации (агрессивная среда и т. п.) минимальные толщины плит и защитных слоев бетона устанавливаются соответствующими нормативными документами.

## 2. Общие вопросы конструирования плит

Плиты, как правило, рекомендуется армировать сварными сетками. Отдельными стержнями допускается армировать небольшие монолитные участки сборных перекрытий, плиты с большим числом неупорядоченных отверстий, а также в случаях, предусмотренных табл. 2 (см. сноску 1 этой таблицы).



Сварные сетки для армирования плит следует по возможности применять типовые — плоские или рулонные, к которым при необходимости на тех или иных участках плиты привязывают или приваривают дополнительные сетки или отдельные стержни. Следует стремиться к унификации сеток и применению минимального числа типоразмеров при максимальном количестве экземпляров каждого типоразмера.

Вязаную арматуру плит рекомендуется конструировать без отгибов. Если требуется по расчету (обычно в плитах толщиной более 120 мм), часть пролетных рабочих стержней отгибают на опоры на расстояниях, указанных на рис. 21. При этом в плитах толщиной до 150 мм отгибы делают под углом  $30^\circ$ , а в плитах толщиной 160 мм и более —  $45^\circ$ .

Диаметр рабочих стержней плит сборных элементов должен быть не менее 3 мм, а монолитных — 6 мм для плит толщиной до 100 мм и 8 мм для плит толщиной 100 мм и более. Стержни для рабочей арматуры плит можно подбирать по табл. 30.

Если рабочая арматура плиты в пролете проходит параллельно ребру, то перпендикулярно ему необходимо укладывать над опорой конструктивную арматуру сечением не менее  $1/3$  наибольшего сечения рабочей арматуры плиты в пролете. Эту арматуру следует заводить в плиту в каждую сторону от грани ребра на длину не менее  $1/4$  расчетного пролета плиты.

Опорную рабочую арматуру, которая проходит параллельно рабочей арматуре плиты в пролете, следует обрывать или отгибать также не ближе чем на расстоянии  $1/4$  расчетного пролета.

За расчетный пролет свободно опертых плит принимается размер пролета в свету плюс толщина плиты. Для однопролетных плит, заделанных на опорах, расчетный пролет принимается равным пролету в свету. Для многопролетных плит, монолитно связанных с железобетонными балками, за расчетный пролет принимают пролет в свету между гранями балок. Для много-

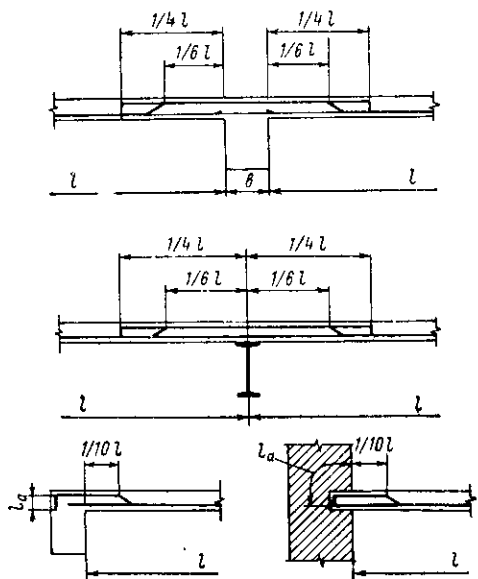


Рис. 21. Расположение отгибов в монолитных плитах

Площадь поперечного сечения арматуры на 1 м ширины плиты в см<sup>2</sup>

Шаг стержней в мм	Площадь при диаметре стержней												
	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
100	0,71	1,26	1,96	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	25,45	31,42	38,01	49,09
125	0,57	1,01	1,57	2,26	4,02	6,28	9,05	12,31	16,08	20,36	25,13	30,41	39,27
150	0,47	0,84	1,31	1,89	3,35	5,23	7,54	10,26	13,04	16,98	20,98	25,36	32,76
200	0,35	0,63	0,98	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	12,72	15,71	19,00	24,54
250	0,28	0,50	0,79	1,13	2,01	3,14	4,52	6,16	8,04	10,18	12,56	15,20	19,64
300	0,23	0,42	0,65	0,94	1,68	2,62	3,77	5,13	6,70	8,49	10,48	12,68	16,35
350	0,20	0,36	0,56	0,81	1,44	2,25	3,24	4,44	5,74	7,27	8,97	10,88	14,01

пролетных плит, опирающихся на стальные балки, за расчетный пролет принимается расстояние между осями балок.

На крайних опорах плит, монолитно связанных с железобетонными прогонами, надпорную арматуру следует заделывать в ребро на величину  $l_a$  по табл. 6 (для растянутых стержней) и не менее чем на 250 мм.

На крайних свободных опорах плит пролетную арматуру следует заводить за грань опоры не менее чем на пять диаметров этой арматуры. Круглые гладкие отдельные стержни должны заканчиваться на опоре крюками, а при использовании этих стержней в сварных сетках, когда они заканчиваются без крюков, в пределах опоры должен быть приварен хотя бы один поперечный анкерный стержень, расположенный от торца продольного стержня на расстоянии  $s$  (см. рис. 22, д), которое принимается не более 15 мм при рабочих стержнях диаметром 10 мм и не более 1,5 диаметров рабочих стержней при диаметре последних более 10 мм. Диаметр анкерных стержней должен быть не менее половины диаметра рабочего стержня.

Арматуру плит и выпуски стержней показывают на планах, которые выполняют в виде совмещенных арматурно-опалубочных чертежей. Если арматурный и опалубочный чертежи выполняются раздельно, выпуски арматуры показывают дважды. Вынесенные сечения плит с показом арматуры, как правило, не дают, а ограничиваются показом на плане перекрытия наложенного сечения без арматуры. Вынесенные сечения допускается давать в виде местных разрезов для плит с отверстиями, перепадами и плит наклонных и консольных.

Если в плите законструирована двойная арматура из сварных плоских сеток или если плита армируется сварными перекрестными сетками, то отдельно показывают план нижних сеток и затем план верхних сеток.

При непрерывном армировании неразрезных плит рулонными сетками рекомендуется показывать арматуру не только на

Максимальные расстояния между осями стержней рабочей арматуры плиты в мм

Толщина плиты	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	250 и более
Шаг стержней	200	200	200	200	200	200	200	250	250	300	350

плане плиты, но и в вынесенном сечении, где фиксируют точки отгиба сетки при переходе их с пролетных на опорные участки. При вычерчивании этого сечения рекомендуется использовать симметрию перекрытия или пропускать повторяющиеся пролеты плиты.

Маркировку арматуры дают на плане плиты. При армировании сварными сетками все сетки, показанные на арматурном чертеже, маркируют с указанием только их марок. При армировании отдельными стержнями один раз маркировку дают с полной выноской с указанием шага, а в остальных местах, где позиция повторяется, — с сокращенной выноской.

Расстояния между осями стержней рабочей арматуры в пролете (внизу) и над опорой (вверху) рекомендуется назначать не больше величин, указанных в табл. 31.

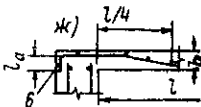
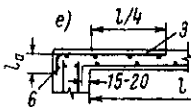
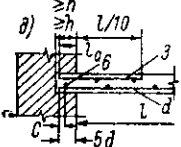
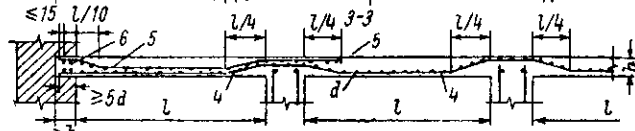
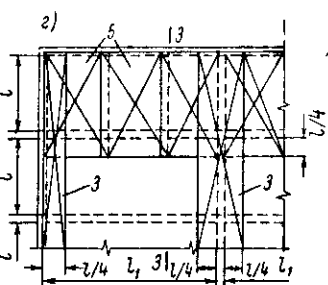
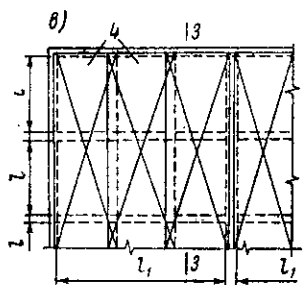
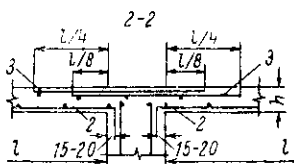
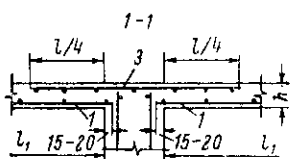
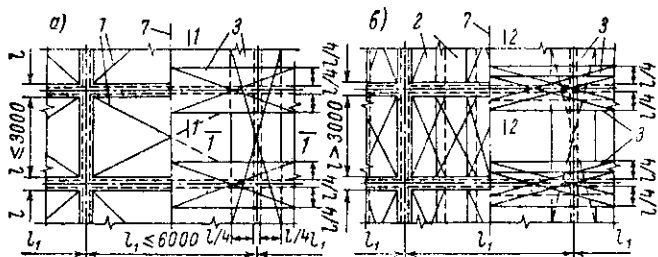
Расстояния между осями стержней распределительной арматуры должны быть не более 350 мм.

На всех участках плиты независимо от ее толщины расстояния между осями стержней как рабочей, так и распределительной арматуры рекомендуется назначать не менее 100 мм.

### 3. Балочные плиты

**А. Армирование сварными сетками.** Пролетную арматуру балочных плит шириной до 3 м и длиной до 6 м рекомендуется конструировать в виде плоской цельной сварной сетки, поперечные стержни которой являются рабочей арматурой плиты (см. рис. 22, а, слева). При диаметре рабочей арматуры более 10 мм можно армировать плиту плоскими составными сварными сетками шириной по 1—1,2 м (см. рис. 22, б, слева), изготавливаемыми на однотоочечных машинах (табл. 9). Длина таких сеток должна соответствовать ширине плиты  $l$ , которая в этом случае может быть и более 3 м. Продольные стержни этих сеток являются рабочей арматурой плиты, а поперечные — распределительной, стыкуемой в плите внахлестку без сварки (см. рис. 4).

Надпорная арматура многопролетных плит может конструироваться в виде одной (см. рис. 22, а, справа) или двух —



$c \leq 15$  (при  $d \leq 10$ )  
 $c \leq 1,5d$  (при  $d > 10$ )

Рис. 22. Армирование балочных плит сварными сетками

1 — пролетная арматура в виде цельных сеток; 2 — пролетная арматура в виде узких сеток; 3 — надопорная арматура в виде рулонных сеток; 4 — пролетная и опорная арматура в виде рулонных сеток; 5 — дополнительная сетка; 6 — анкерные стержни; 7 — ось симметрии

со с  
 рул  
 ный  
 I  
 них  
 стал

свар  
 арма  
 ным.  
 а по  
 ты)  
 на п  
 тельн  
 основ

сдвижкой (см. рис. 22, б, справа), укладываемых вдоль опорных сеток с поперечными рабочими стержнями. Описанный способ армирования называется **раздельным**.

Многопролетные балочные плиты с рабочей арматурой средних пролетов и опор между ними диаметром  $d \leq 7 \text{ мм}$  (6 мм для стали класса А-III) рекомендуется армировать по рис. 22, в, г

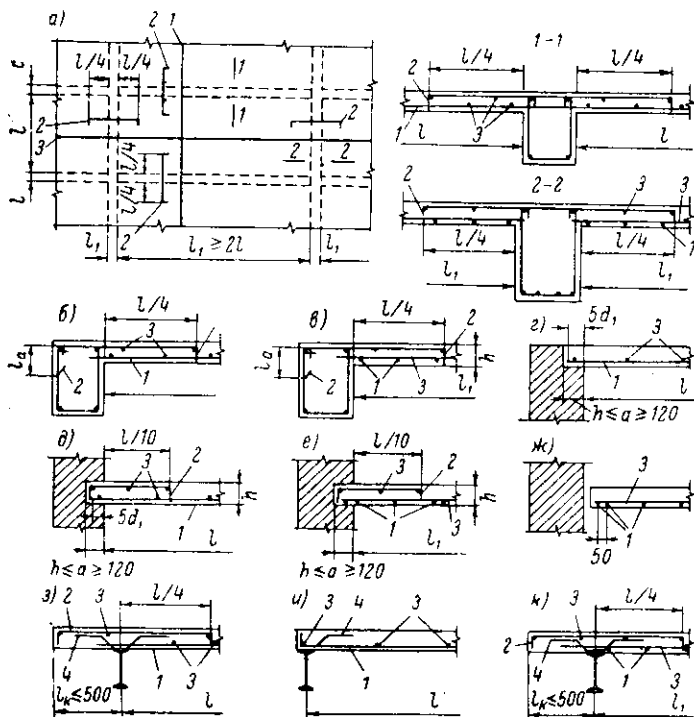


Рис. 23. Армирование балочных плит отдельными стержнями

а — арматурный план и конструирование средних опор; б, в — конструирование крайних опор плиты, монолитно соединенных балками (соответственно в рабочем и нерабочем направлениях); г — то же, опирающихся без защемления на кирпичную стену; д, е — то же, опирающихся с защемлением на кирпичную стену (соответственно в рабочем и нерабочем направлениях); ж — то же, отрезанных в нерабочем направлении; з, и, к — то же, опирающихся на стальные балки; л — рабочая пролетная арматура; 2 — то же, надопорная; 3 — распределительная арматура; 4 — анкерные стержни

сварными рулонными типовыми сетками с продольной рабочей арматурой. Такой способ армирования называется **непрерывным**. Рулоны раскатываются поперек второстепенных балок, поперечные стержни сеток (распределительная арматура плит) стыкуются внахлестку без сварки. В крайних пролетах и на первых промежуточных опорах обычно требуется дополнительная арматура. В этом случае рекомендуется укладывать на основную сетку дополнительную и заводить ее за первую про-

межуточную опору во второй пролет на 1/4 пролета плиты. Вместо дополнительной сетки возможна укладка отдельных стержней, привязываемых к основной сетке. Крайние опоры балочных плит конструируют по рис. 22, *д, е, ж*.

**Б. Армирование отдельными стержнями.** Вязаную рабочую арматуру балочных плит рекомендуется конструировать без отгибов, доводя до опор все нижние пролетные стержни, а над опорами устанавливая свою арматуру в виде коротышей. При этом нижние стержни многопролетных плит диаметром 12 мм и менее рекомендуется конструировать сквозными, пропуская их через несколько опор, а в крайних пролетах устанавливать при необходимости добавочные стержни.

На рис. 23 показан пример армирования плиты и приведены способы конструирования различных случаев, встречающихся в практике опорных сечений. При этом для наглядности показана также арматура балок.

Если по расчету необходимо устройство отгибов, то часть пролетных стержней отгибают на опоры с привязкой по рис. 21. При этом до опоры следует доводить не менее 1/3 нижних пролетных стержней. Обычно доводят половину стержней до опор, а половину отгибают вверх, чередуя отгибы через один стержень. Рекомендуется применять стержни, отогнутые с одной стороны. Шаг стержней нижней и верхней рабочей арматуры рекомендуется назначать по возможности одинаковым.

Площадь сечения распределительной арматуры должна составлять не менее 10% от площади сечения рабочей арматуры, поставленной в месте наибольшего изгибающего момента. Диаметр и шаг стержней распределительной арматуры балочных плит назначают в зависимости от диаметра и шага стержней рабочей арматуры, в соответствии с табл. 32. Концы стержней распределительной арматуры заканчиваются без крючков.

Таблица 32

Диаметр и шаг стержней распределительной арматуры балочных плит в мм

Диаметр стержней рабочей арматуры	При шаге стержней рабочей арматуры					
	100	125	150	200	250	300
5	$\frac{3}{350}$	$\frac{3}{350}$	$\frac{3}{350}$	$\frac{3}{350}$	—	—
6	$\frac{4}{350}$	$\frac{4}{350}$	$\frac{3}{350}$	$\frac{3}{350}$	—	—
8	$\frac{5}{350}$	$\frac{5}{350}$	$\frac{4}{350}$	$\frac{4}{350}$	—	—
10	$\frac{6}{350}$	$\frac{6}{350}$	$\frac{5}{350}$	$\frac{5}{350}$	$\frac{5}{350}$	$\frac{5}{350}$

Диаметр стержней рабочей арматуры	При шаге стержней рабочей арматуры					
	100	125	150	200	250	300
12	$\frac{6}{250}$	$\frac{6}{300}$	$\frac{6}{350}$	$\frac{6}{350}$	$\frac{6}{350}$	$\frac{6}{350}$
14	$\frac{8}{300}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{6}{300}$	$\frac{6}{350}$	$\frac{6}{350}$
16	$\frac{8}{250}$	$\frac{8}{300}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$
18	$\frac{10}{300}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$	$\frac{8}{350}$
20	$\frac{10}{200}$	$\frac{10}{250}$	$\frac{10}{300}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{10}{350}$
22	$\frac{12}{250}$	$\frac{12}{300}$	$\frac{10}{300}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{10}{350}$	$\frac{10}{350}$

Примечание. В числителе указан диаметр стержней распределительной арматуры, а в знаменателе — их шаг.

#### 4. Плиты, опертые по контуру

**А. Армирование сварными сетками.** Плиты, опертые по контуру и имеющие размеры сторон не более 6 и 3 м, допускается армировать в пролете одной цельной сварной сеткой с рабочей арматурой в обоих направлениях.

При большом числе одинаковых плит в целях экономии арматур в плитах с меньшим пролетом (2,5—3 м) рекомендуется уменьшать количество стержней на крайних полосах плиты против средних. В этом случае плита может армироваться одной цельной плоской сварной сеткой с количеством арматуры, которое требуется на крайней полосе, а на среднем участке плиты укладывается дополнительная сетка (рис. 24, а). Ширина крайней полосы  $l_k$  определяется расчетом.

При этом, если диаметр стержней рабочей арматуры 9 мм и менее, следует применять типовые сварные сетки, а если диаметр стержней рабочей арматуры составляет 10—12 мм, то следует конструировать сварные сетки аналогично типовым с обеспечением возможности изготовления их на многоэлектродных точечных машинах (см. табл. 8).

При больших диаметрах рабочей арматуры плиту можно армировать сварными составными сетками шириной по 1—1,2 м, изготавливаемыми на одноточечных машинах (см. табл. 9) по типу сеток, изображенных на рис. 13. Эти сетки укладываются в пролете в два слоя во взаимно перпендикулярных направлениях таким образом, чтобы рабочие стержни в сетках каждого слоя

были цельными (рис. 24, б). При этом сетки с более короткими рабочими стержнями укладываются в нижний слой. Монтажные стержни сеток каждого слоя кладутся впритык и не стыкуются, причем в сетках нижнего слоя они должны быть снизу, а в сетках верхнего слоя — сверху. Надпорная арматура опертых по

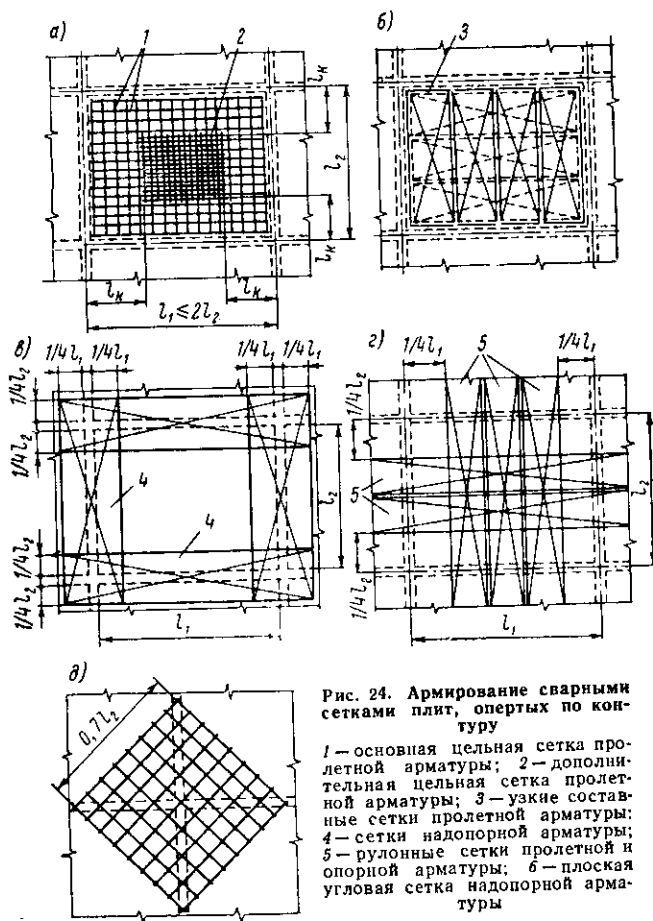


Рис. 24. Армирование сварными сетками плит, опертых по контуру

1 — основная цельная сетка пролетной арматуры; 2 — дополнительная цельная сетка пролетной арматуры; 3 — узкие составные сетки пролетной арматуры; 4 — сетки надпорной арматуры; 5 — рулонные сетки пролетной и опорной арматуры; 6 — плоская угловая сетка надпорной арматуры

контуру многопролетных плит с плоскими сетками в пролетах конструируется аналогично надпорной арматуре балочных плит (рис. 24, в).

Многопролетные опертые по контуру плиты с рабочей арматурой средних пролетов и опор между ними диаметром до 7 мм включительно можно армировать типовыми рулонными сетками с продольными рабочими стержнями. Для этого плиту следует разбить на три полосы в каждом направлении — две крайних, по  $1/4$  меньшего пролета, и среднюю. Рулоны в пролетах укла-



укладываются в два слоя, каждый из которых раскатывается во взаимно перпендикулярном направлении только по средним полосам плит (рис. 24, *з*). Надпорная арматура в этом случае может конструироваться в виде квадратных плоских сеток с квадратной ячейкой и рабочими стержнями в обоих направлениях. Эти сетки имеют размер стороны  $0,7 l_2$  (где  $l_2$  — меньший пролет) и укладываются в углах плит таким образом, чтобы их стержни были направлены под углом  $45^\circ$  к оси окаймляющих плит балок (рис. 24, *д*) или были параллельны им. Крайние опоры армируются соответствующими частями этих сеток.

**Б. Армирование отдельными стержнями.** Вязаную арматуру плит, опертых по контуру, конструируют так же, как и вязаную арматуру балочных плит. При этом для экономии арматуры плиту можно разбить на три полосы в каждом направлении — две крайние, шириной по  $1/4$  меньшего пролета, и среднюю. В крайних полосах площадь сечения арматуры может быть уменьшена вдвое против параллельной им средней полосы, но не менее чем до 3 стержней на 1 м. Стержни в направлении короткой стороны укладываются вниз.

Надпорная рабочая арматура устанавливается по всей длине каждой стороны плиты равномерно.

## 5. Консольные плиты

При вылете консоли до 1 м толщину плиты принимают постоянной, а при вылете 1 м и более сечение плиты консоли может быть переменным: на свободном конце консоли — не менее 10 мм, а в месте заделки — по расчету.

Глубина заделки консольной плиты в стену назначается по расчету и при временной нагрузке до  $400 \text{ кгс/м}^2$  должна быть: не менее 250 мм — при вылете консоли до 600 мм, 380 мм — при вылете консоли 600—1000 мм.

При вылете консоли более 1000 мм или при больших нагрузках необходимо предусматривать специальные мероприятия по анкеровке консоли в стене.

Консольные плиты армируют, как правило, только верхней арматурой. Консоли, представляющие собой часть одно- или многопролетной плиты, армируются вместе с последними и той же арматурой — сетками или отдельными стержнями.

Консольные плиты, заделанные в стену, как правило, армируются отдельными стержнями, однако, если имеется большое число одинаковых консольных плит или консольная плита имеет большую протяженность, армировать такие плиты можно соответственно плоскими или рулонными (с поперечными рабочими стержнями) сварными сетками. При армировании консольных плит, имеющих вылет 1000 мм и более, допускается (если это рационально с точки зрения унификации позиций) половину рабочих стержней обрывать на половине вылета консоли.

## 6. Плиты безбалочных перекрытий

**А. Армирование сварными сетками.** При большом числе одинаковых плит в целях экономии арматуры рекомендуется разбивать перекрытие на пролетные и надколонные полосы.

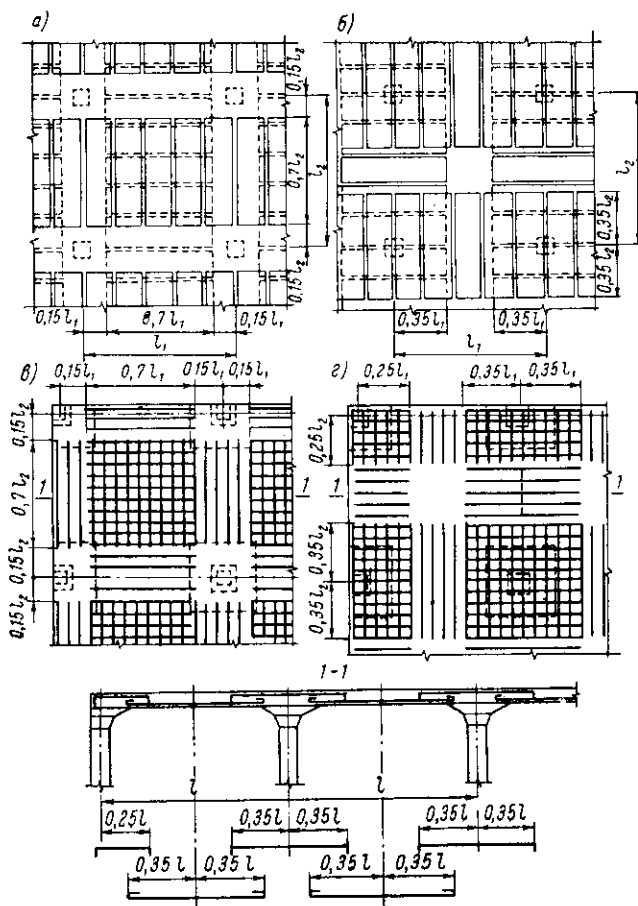


Рис. 25. Армирование плит безбалочных перекрытий

*а* — армирование в пролете узкими сварными сетками; *б* — армирование над опорами узкими сварными сетками; *в* — армирование отдельными стержнями в пролете; *г* — то же, надопорная арматура

Плиты с нижней рабочей арматурой диаметром 10—12 мм и с длиной меньшей стороны 2,5—3 м следует армировать плоскими типовыми сварными цельными сетками. При больших ширинах плит следует применять составные (в виде отдельных полос) типовые сетки, укладываемые в два взаимно перпендикулярных слоя с продольными рабочими стержнями (рис. 25, *а*).

Если диаметр рабочих стержней более 12 мм, следует конструировать узкие индивидуальные сетки с изготовлением их на однокоточных сварочных машинах. Верхняя арматура плит конструируется в виде узких сеток (см. рис. 25, б).

В сварных сетках плит междуэтажных безбалочных перекрытий отверстия для пропуска арматуры колонн вырезаются по месту. Для компенсации прерванной арматуры вокруг отверстий устанавливают дополнительные стержни.

В сетках плит безбалочного покрытия вырезать отверстия нет необходимости.

Верхние части колонн в местах сопряжения с плитой безбалочного перекрытия снабжаются уширениями — капителями или капителями с надкапительными плитами.

**Б. Армирование отдельными стержнями.** Армирование плит безбалочных перекрытий отдельными стержнями производится обычно без отгибов. При большом числе одинаковых плит в целях экономии арматуры перекрытие разбивается на пролетные и надколонные полосы (рис. 25, в, г). В обеих полосах нижние стержни должны быть заведены от оси пролета в каждую сторону не менее чем на 0,35 *l*. При этом в надколонной полосе стержни должны быть заведены за грань капители не менее чем на 10 *d*.

Верхние стержни арматуры надколонной полосы должны быть заведены за ось ряда колонн в каждую сторону также не менее чем на 0,35 *l*.

## 7. Отверстия в плитах

Прямоугольные и квадратные отверстия размерами до 250 × 250 мм, а также круглые диаметром до 250 мм специальными стержнями и бортиками не обрамляются. Рабочая и распределительная арматура плиты вокруг таких отверстий сгущается — ставится два стержня с промежутком 50 мм (рис. 26, а). При армировании плиты сварными сетками рекомендуется такое отверстие устраивать в ячейке сетки или вырезать его по месту.

Прямоугольные и квадратные отверстия размерами от 250 × 250 мм до 500 × 500 мм, а также круглые диаметром до 500 мм устраиваются без образования в плите утолщений (бортиков). Сечение дополнительной арматуры, окаймляющей отверстие, должно быть не менее суммарной площади арматуры, прерванной отверстием в каждом направлении (рис. 26, б, в).

Отверстия (проемы), имеющие размеры более 500 × 500 мм или диаметром более 500 мм, обрамляются по периметру армированными ребрами (рис. 26, г, д). Размеры и армирование этих ребер зависят от размеров, формы, расположения в плане относительно балок перекрытия и назначения проема и в каждом отдельном случае решаются проектировщиком.

В арматурных чертежах специальные стержни для армирования плиты в пределах размера отверстия, за исключением окаймляющих, как правило, не даются, а на чертеже следует помещать примечание: в пределах отверстия стержни разрезать по месту и отогнуть в тело плиты.

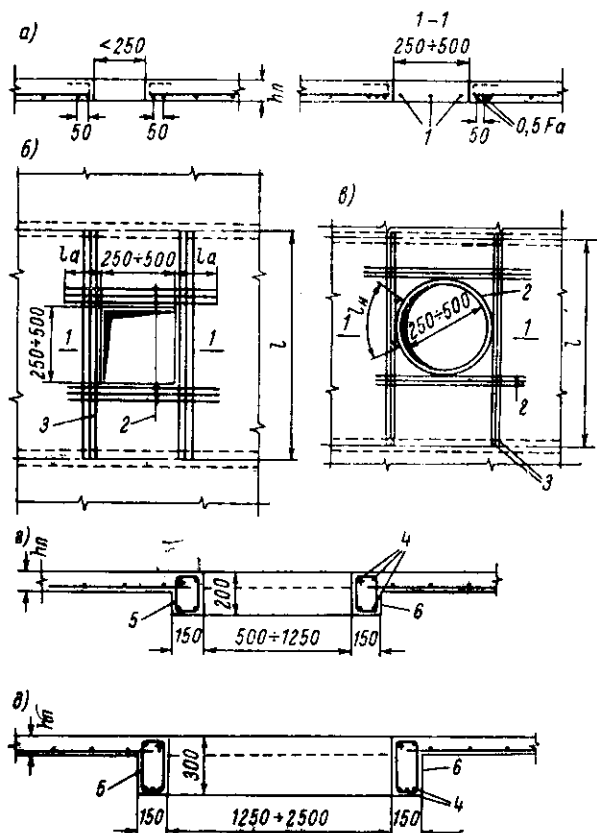


Рис. 26. Армирование вокруг отверстий в плитах

1 — перерезанные стержни рабочей арматуры плиты; 2 — специальные окаймляющие стержни; 3 — окаймляющие стержни, образованные сгущением рабочей арматуры плиты; 4 — расчетная продольная арматура ребер; 5 — хомуты ребер из стержней  $\varnothing 6$  шагом 200; 6 — окаймляющие ребра (опираются на балки перекрытия)

При армировании перекрытия сварными сетками отверстия размером до  $500 \times 500$  мм при раскладке сеток не учитываются, а на чертеже дается примечание: отверстие вырезать по месту. При больших отверстиях сетки раскладываются с учетом отверстий, однако в районе отверстия плиту рекомендуется армировать отдельными стержнями, не нарушая унификации сеток.

## § 4. БАЛКИ

### 1. Общие сведения

Балкой называется линейный изгибаемый элемент, применяемый в конструкциях зданий и сооружений. Балки могут опираться — свободно или с защемлением на две или несколько опор. В связи с этим по числу пролетов и характеру опирания различают балки:

- а) однопролетные свободно лежащие;
- б) однопролетные, защемленные на одной или на двух опорах;
- в) консольные;
- г) многопролетные.

По способу изготовления железобетонные балки могут быть сборными, сборно-монолитными и монолитными.

Однопролетные свободно лежащие балки характерны для сборных конструкций, а многопролетные — для монолитных и сборно-монолитных.

Однопролетные защемленные на опорах и консольные балки могут быть как монолитными, так и сборными.

По формам поперечных сечений балки встречаются прямоугольные, тавровые (с полкой сверху или снизу) и двутавровые.

Сечения сборных и монолитных балок назначают по расчету, принимая во внимание сортамент, данный в табл. 33.

Минимальная толщина защитного слоя бетона для арматуры балок, находящихся в обычных условиях эксплуатации (отсутствие агрессивных и т. п. воздействий), должна приниматься по табл. 34. Торцы продольных рабочих стержней, если они не приварены к анкерующим деталям, должны иметь защитный слой не менее 10 мм.

Таблица 33

Сортамент сечений сборных и монолитных балок в мм

Ширина сечения $b$	Высота сечения $h$								
	300	400	500	600	700	800	1000	1200	Далее кратно 300
150	•								
200		•							
300			•						
400				•					
500					•				
Далее кратно 100						•			
							•	•	
									•

Толщина защитного слоя бетона для арматуры балок в мм

Характеристика балки	Толщина защитного слоя $a^*$	
	для продольной арматуры диаметром $d$	для поперечной арматуры
Сборные и монолитные высотой поперечного сечения до 250 мм	$15 \leq a \leq d$	$a \geq 10$
Сборные и монолитные высотой поперечного сечения 250 мм и более	$20 \leq a \leq d$	$a \geq 15$
Сборные высотой поперечного сечения 250 мм и более из тяжелого бетона марки более 200	$20 \leq a \leq d - 5$	$a \geq 15$
Фундаментные балки	$30 \leq a \leq d$	$a \geq 15$
Сборные фундаментные балки из тяжелого бетона марки более 200	$30 \leq a > d - 5$	$a \geq 15$

\* Защитный слой  $a$  — наименьшее расстояние от грани бетона до поверхности ближайшего к ней арматурного стержня.

При особых условиях эксплуатации (агрессивная среда и т. п.) толщину защитного слоя необходимо назначать с учетом соответствующих нормативных документов.

Глубина заделки монолитных балок в стену при свободном опирании принимается по расчету, но должна быть не менее 250 мм и, если концы продольных рабочих стержней не приварены к специальным анкерующим деталям, — не менее величины их анкеровки. При опирании на кирпичные стены глубина заделки балок, кроме того, должна быть кратной размеру кирпича (250, 380 мм и т. д.).

Опоры сборных балок, как правило, снабжаются стальными закладными деталями, размеры которых определяются расчетом. При необходимости к этим деталям могут быть приварены концы продольных рабочих стержней.

## 2. Армирование балок

Балки армируют продольной и поперечной арматурой, а при вязаных каркасах — отогнутой. Как правило, балки следует армировать сварными каркасами.

При необходимости (по условиям применения арматуры, см. табл. 2, или другим соображениям) балки допускается также армировать вязаными каркасами из отдельных стержней.

Всю арматуру балки показывают на ее фасаде и в вынесенных поперечных сечениях, которые даются по пролету, опорам и другим местам, где меняются арматура или размеры поперечного сечения.

При армировании балки сварными каркасами маркировка их на фасаде дается неполной выноской (без указания количества), а на поперечном сечении — полной, с указанием количества. Вместо фасадов, армированных сварными каркасами балок (особенно многопролетных), можно выполнять монтажные схемы раскладки сварных арматурных изделий с соответствующими привязками.

При армировании балки отдельными стержнями маркировка продольных стержней на фасаде дается неполной выноской, а в поперечном сечении — полной, с указанием количества; маркировка хомутов на фасаде дается полной выноской с указанием шага, а в сечениях — неполной выноской.

**А. Продольная рабочая арматура.** Стержни продольной рабочей арматуры балок рекомендуется принимать не менее 12 мм и не более 40 мм (для сварных каркасов) и 28 мм (для вязаных).

В балках, имеющих конструктивное, а не расчетное значение (например, балки жесткости), диаметр продольных стержней может приниматься 10 мм и даже меньше, но не менее диаметра поперечной арматуры.

Все стержни продольной рабочей арматуры рекомендуется назначать одинакового диаметра и располагать их в первом ряду. Если же диаметры разные (более двух, не считая конструктивных и монтажных стержней, принимать не рекомендуется), то стержни большего диаметра следует размещать в первом ряду, в углах сечения или при вязаной арматуре — в местах перегиба хомутов.

Рабочие стержни должны размещаться равномерно по ширине ребра и не более чем в два ряда, при этом во втором ряду должно быть не менее двух стержней. Стержни второго ряда следует располагать в одной вертикальной плоскости со стержнями первого ряда, а не в шахматном порядке.

Для монолитных балок и сборных, бетонируемых в вертикальном положении, расстояние в свету между продольными стержнями, расположенными в одном горизонтальном ряду, должно быть не менее диаметра стержня и для нижней арматуры не менее 25 мм, для верхней — 30 мм; расстояние в свету по вертикали между стержнями смежных рядов, а также между стержнями в вертикальном ряду при бетонировании сборных балок «плашмя» должно быть не менее 20 мм и не менее большего диаметра (рис. 27).

Максимальное число продольных стержней, которое в этом случае можно расположить в одном ряду по ширине  $b$  поперечного сечения балки при одинаковом диаметре этих стержней, дано в табл. 35.

В балках шириной 150 мм и более число продольных рабочих стержней, доводимых до опоры, должно быть не менее двух. В балках с четырехсрезными хомутами при вязаной арматуре

рекомендуется доводить до опоры четыре стержня. Доведение до опоры одного продольного стержня или установка одного плоского сварного каркаса допускается в ребрах шириной сечения менее 150 мм сборных панелей, часторебристых перекрытий и настилов при равномерно распределенных нагрузках до 400 кгс/м<sup>2</sup> и при отсутствии кручения.

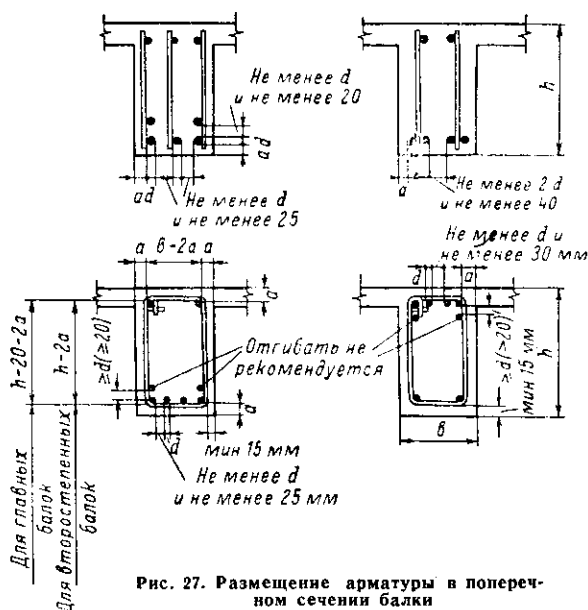


Рис. 27. Размещение арматуры в поперечном сечении балки

Нижнюю арматуру, которая доводится до крайних свободных опор балок из бетона проектной марки 200 и выше, армируемых стержнями из стали классов А-II и А-III, следует завести за грань опоры на величину  $t$  (рис. 28, в, 29, в), составляющую не менее 10 диаметров продольных стержней, а при меньших марках бетона или выполнении указанной арматуры из стали класса А-I — не менее чем на 15 диаметров, причем гладкую арматуру необходимо заканчивать крюками.

Если балки армируются сварными каркасами с нижней продольной рабочей арматурой из круглых гладких стержней, то на крайней свободной опоре на длине анкеровки  $t$  этих стержней к каждому должно быть приварено не менее двух поперечных (анкерующих) стержней диаметром не менее половины диаметра продольного стержня, причем первый анкерный стержень должен отстоять от торца продольного стержня не более чем на  $1,5 d$ , а второй — на 50 мм от него. Если нельзя приварить анкеры, стержни заканчивают крюками. При армировании балок сварными каркасами длина пролетных каркасов назначается



Максимальное число продольных стержней одинакового диаметра, размещаемых в одном ряду балки

Ширина сечения балки в мм	Арматура в поперечном сечении балки	Число стержней при диаметре в мм										
		12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
150	верхняя	3	3	3	2	2	2	2	2			
	нижняя	3	3	3	3	3	2	2	2			
200	верхняя	4	4	4	4	3	3	3	3	2		
	нижняя	5	4	4	4	4	3	3	3	2		
300	верхняя			6	6	5	5	5	4	4	3	3
	нижняя			7	6	6	5	5	5	4	3	3
400	верхняя					7	7	6	6	6	5	4
	нижняя					8	8	7	6	6	5	4
500	верхняя					9	9	8	8	7	3	6
	нижняя					10	10	9	8	7	6	6

Примечание. Расстояния в свету между стержнями периодического профиля принимаются по номинальному диаметру без учета выступов и ребер.

равной размеру пролета в свету, а за грань опор заводятся специальные стыковые стержни (рис. 28, а, б).

Стыковые стержни должны быть предусмотрены на промежуточных опорах второстепенных балок, а также на крайних опорах этих балок, если крайней опорой является главная балка или прогон, связанные монолитно. Эти стержни устанавливаются на уровне стержней пролетной рабочей арматуры балок по количеству пролетных каркасов.

Диаметр стыковых стержней должен быть не менее 10 мм и не менее половины диаметра рабочего стержня каркаса. Площадь сечения стыковых стержней, кроме того, должна обеспечивать минимальный процент армирования сечения балки на опоре.

Стыковые стержни, если они периодического профиля, заводятся за грань опоры в пролет не менее чем на 15 диаметров рабочих стержней каркасов, а если стержни гладкие, — на 15 диаметров рабочих стержней каркасов плюс один шаг поперечных стержней этих каркасов и плюс 50 мм и заканчиваются крюками.

Если по расчету на опоре нужна сжатая арматура, сечение стыковых стержней назначается по расчету, и они заводятся за грани опоры в пролет на величину нахлестки для сжатых стержней по табл. 7.

На крайних опорах второстепенных балок, монолитно связанных с железобетонными прогонами, следует предусматривать

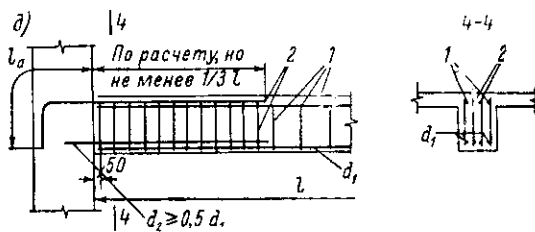
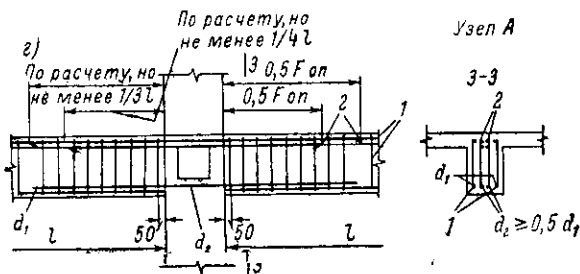
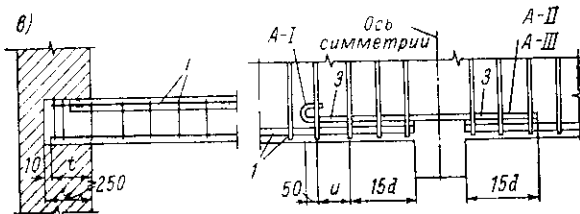
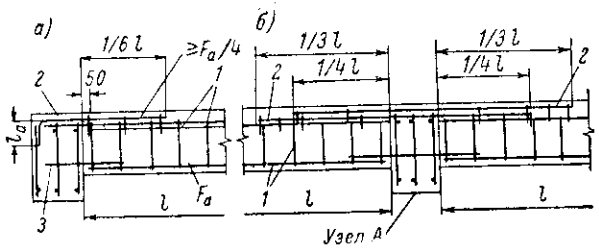


Рис. 28. Армирование балок сварными каркасами  
1 — пролетные каркасы; 2 — опорные каркасы; 3 — стыковые стержни

верхнюю арматуру площадью сечения не менее  $1/4$  площади сечения арматуры в примыкающем пролете (рис. 28, а; 29, б). Стержни этой арматуры следует заводить в пролет на  $1/6$  пролета балки в свету и заделывать на опоре на величину  $l_a$ , для растянутых стержней — по табл. 6.

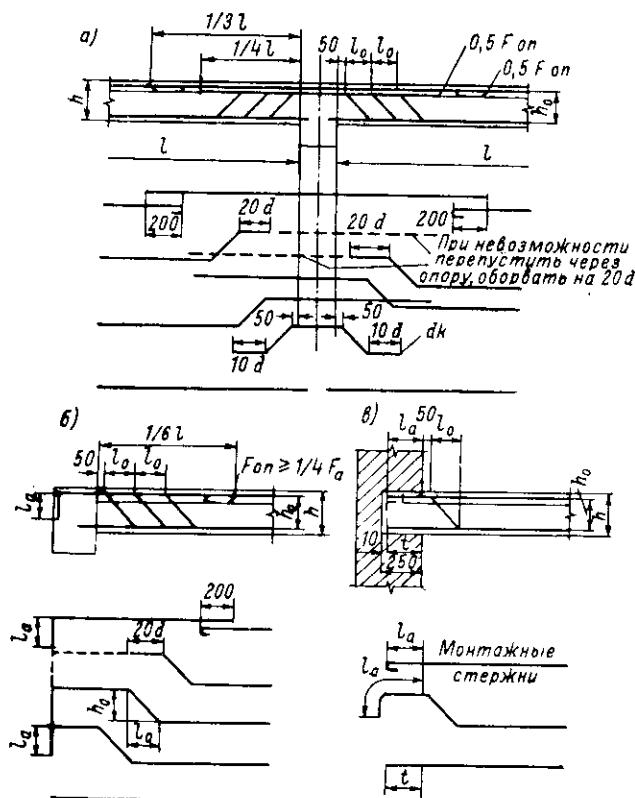


Рис. 29. Армирование балок вязаными каркасами

На крайних заделанных в стену опорах балки для восприятия возможного момента защемления должна предусматриваться верхняя арматура, которую можно назначать в виде специальных стержней, но, как правило, здесь достаточно имеющейся монтажной арматуры. При армировании отдельными стержнями монтажную арматуру следует поэтому всегда заводить за грань опоры на величину  $l_a$  для растянутых стержней по табл. 6, а в сварных каркасах при выполнении монтажной арматуры из круглых гладких стержней в пределах опоры должна предусматриваться приварка двух анкерных поперечных стержней (рис. 28, в).

На промежуточных (средних) опорах многопролетных второстепенных балок верхняя арматура задается расчетом. Места обрыва стержней этой арматуры следует, как правило, назначать по расчету, причем в одном сечении разрешается обрывать не более трех стержней (не более четырех — при четырехсрезных хомутах). При действии на балку временной равномерно распределенной нагрузки, не превышающей утроенной постоянной, можно половину (по площади) верхних стержней заводить за грань опоры в смежный пролет на  $\frac{1}{3}$  пролета в свету, а половину — на  $\frac{1}{4}$  (рис. 28, б; 29, а). В многопролетных балках с разными пролетами, отличающимися друг от друга не более чем на 10%, места обрыва стержней во всех пролетах назначают одинаковыми по большему пролету, а при различии в пролетах более 10% — стержни в меньший пролет заводятся по смежному

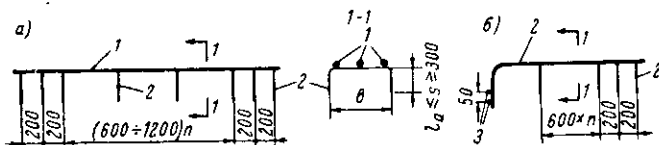


Рис. 30. Опорные каркасы второстепенных балок  
1 — продольная арматура; 2 — поперечная арматура; 3 — анкерные стержни

большему пролету. В случае, если малый пролет находится между двумя большими, следует протягивать из смежных пролетов через весь малый пролет поверху не менее двух опорных стержней, даже если они не требуются по расчету.

Верхнюю рабочую арматуру на опорах второстепенных балок рекомендуется конструировать в виде горизонтальных каркасов шириной  $(b - 2a)$ , где  $b$  — ширина балки,  $a$  — защитный слой. Конструкция каркасов показана на рис. 30. Эти каркасы имеют рабочие продольные стержни с расстояниями между ними по рис. 27 и поперечные конструктивные. Диаметр последних назначается по условиям сварки (табл. 9) и должен быть не менее 6 мм. Шаг поперечных стержней следует назначать кратным 200 мм, на концах сетки со стороны пролета — два шага по 200 мм, а дальше 600—1200 мм (в зависимости от длины каркаса). Все поперечные стержни каркаса при укладке загибаются в балку на величину  $s$ , которая должна быть не менее  $l_a$  для растянутых стержней по табл. 6, но не менее 300 мм.

В зависимости от условия расположения арматуры в опорном сечении поперечные стержни могут располагаться под или над продольными стержнями опорного каркаса.

При большом числе верхних рабочих стержней на промежуточной опоре и нецелесообразности обрыва их в одном сечении можно укладывать над этими опорами по два каркаса с продольной сдвижкой их относительно друг друга.

При конструировании монолитных перекрытий, плиты которых не имеют проемов и армированы сварными сетками, а балки сварными каркасами, верхнюю арматуру опор второстепенных балок можно принимать в виде сварных рулонных или плоских сеток с поперечным расположением рабочих стержней и соответствующим запуском их в пролеты балок.

Верхнюю (опорную) рабочую арматуру главных и отдельных балок рекомендуется конструировать в виде плоских сварных седловидных каркасов, устанавливаемых в вертикальной плоскости (рис. 28, г, д). Количество каркасов следует принимать минимальным. При большом числе опорных стержней и нецелесообразности обрыва их в одном сечении продольные стержни в каждом каркасе можно размещать в два ряда по высоте с приваркой поперечных стержней с одной стороны. В случаях, когда вертикальные опорные и пролетные каркасы не размещаются по ширине сечения балки, можно перейти на армирование опор горизонтальными каркасами по типу описанных выше для второстепенных балок.

Отрицательные моменты на промежуточных опорах многопролетных балок иногда требуют усиления ребра нижней сжатой арматурой. При необходимости (по расчету) такого усиления конструирование этого участка балки выполняется следующим образом.

1. При армировании отдельными стержнями:

а) если необходимое сечение сжатой арматуры не превышает сечения стержней, доводимых до опоры из каждого пролета в отдельности, то стержни эти стыкуются на опоре внахлестку без сварки, причем стык осуществляется в одном сечении, а длина нахлестки принимается по табл. 7 для сжатых стержней;

б) если сечение доводимой до опоры пролетной арматуры недостаточно, то следует выполнять ее стык по пункту «а» и добавлять коротыши, которые назначаются по расчету и заускаются в каждый пролет на  $\frac{1}{6} l$  от оси опоры или на  $\frac{1}{8} l$  от грани опоры, берется большая величина.

2. При армировании сварными каркасами устанавливаются стыковые стержни по описанному выше принципу.

В целях экономии металла в балках, армированных сварными каркасами, рекомендуется часть стержней пролетной арматуры обрывать, не доводя их до опор. Места обрывов стержней определяются расчетом.

В балках с вязаной арматурой стержни пролетной арматуры не обрываются.

Целесообразно для экономии арматурной стали (при возможности осуществления на проектируемом объекте) как в сварных, так и в вязаных каркасах применять пролетные составные стержни, соединенные контактной стыковой сваркой из трех стержней — среднего стержня большего диаметра и двух крайних меньшего диаметра.

**Б. Продольная монтажная и конструктивная арматура.** Для арматуры, устанавливаемой по конструктивным соображениям, допускается применять стержни диаметром 10 мм.

Для сварных каркасов сборных балок можно в качестве продольных монтажных применять стержни и меньших диаметров, но не менее диаметра поперечных стержней. Монтажные стержни ставятся на всех участках балки, где нет продольных рабочих стержней. Диаметр монтажных стержней принимается в зависимости от высоты балки и количества рабочей арматуры, но, как правило, не более 12 мм. Монтажные стержни при вязаной арматуре устанавливают в местах перегиба хомутов и заделывают в бетон или стыкуются с продольными рабочими стержнями перепуском концов на 200 мм (см. рис. 29).

У боковых поверхностей балок высотой поперечного сечения 700 мм и более следует ставить конструктивные продольные

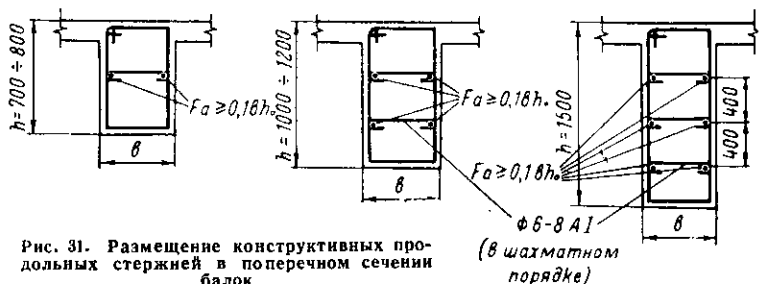


Рис. 31. Размещение конструктивных продольных стержней в поперечном сечении балок

стержни с расстоянием между ними по высоте не более 400 мм. Суммарная площадь сечения этих стержней должна составлять 0,1% от площади поперечного сечения ребра балки. Через 500 мм по длине в шахматном порядке стержни противоположных сторон сечения балки должны соединяться шпильками диаметром 6—8 мм (рис. 31).

Конструктивная и монтажная продольная арматура при выполнении ее из круглых гладких стержней может конструироваться без крючков (за исключением монтажных стержней на крайних свободных опорах балок).

**В. Поперечная арматура.** В балках и ребрах высотой сечения более 300 мм поперечные стержни (в сварных каркасах) или хомуты (в вязаных каркасах) должны ставиться всегда независимо от расчета, а при высоте сечения от 150 до 300 мм, если поперечная арматура не нужна по расчету, она все же должна быть поставлена у каждой опоры на длине не менее  $\frac{1}{4}$  пролета или при сосредоточенных нагрузках — на участке от опоры до ближайшего груза.

Диаметр поперечной арматуры принимается по расчету. В вязаных каркасах балок высотой сечения до 800 мм диаметр хомутов рекомендуется принимать не менее 6 мм, а балок более 800 мм — не менее 8 мм. Диаметр и шаг поперечных стерж-

ней в сварных каркасах по условиям сварки должен быть не менее указанного в табл. 9.

В балках, армированных плоскими сварными каркасами, следует предусматривать горизонтальные поперечные стержни, привариваемые с шагом 500 мм к нижним и верхним продольным или к вертикальным поперечным стержням каркасов.

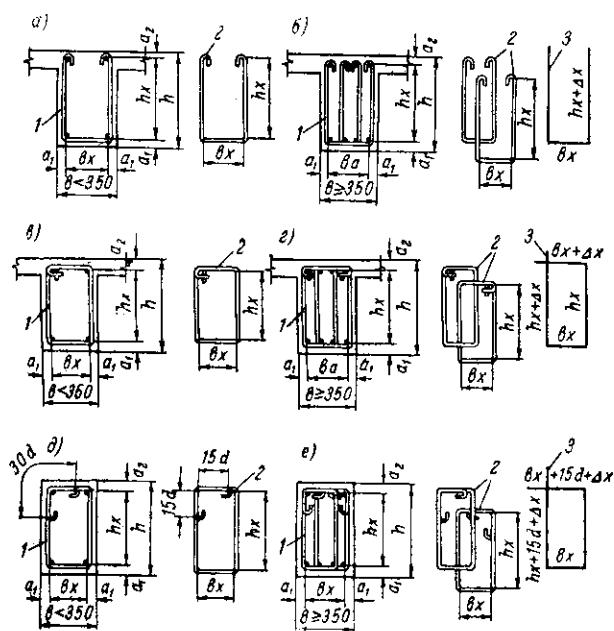


Рис. 32. Хомуты балок

а — открытые хомуты двусрезные; б — то же, четырехсрезные; в — закрытые хомуты двусрезные; г — то же, четырехсрезные; д — двусрезные хомуты балок, рассчитываемых на кручение; е — то же, четырехсрезные; 1 — вид хомута в сечении балки; 2 — конструкция хомута; 3 — эскиз хомута, показываемый в спецификации

Открытые хомуты при вязаной арматуре рекомендуется ставить в средних балках, монолитно связанных сверху плитой (в том числе в многопролетных по всей их длине), при временных нагрузках на перекрытие  $3 \text{ тс/м}^2$  и менее.

Закрытые хомуты ставятся в отдельных балках прямоугольного или таврового сечения, в балках с расчетной сжатой арматурой, а также в средних балках монолитных ребристых перекрытий, рассчитанных на временную нагрузку более  $3 \text{ тс/м}^2$ . При этом закрытые хомуты следует перевязывать вразбежку, чтобы стыки двух смежных хомутов не приходились на один стержень, о чем рекомендуется давать указание в чертежах.

Хомуты балок с расчетной арматурой на кручение должны быть замкнутыми с перепуском их концов на 30 диаметров, а

Значение  $b_x$  при четырехсрезных хомутах в мм

Ширина балки $b$	Количество стержней в одном ряду					
	5	6	7	8	9	10
	Количество стержней между внутренними ветвями хомутов					
	3	2	3	4	3	4
350	230	190	205	220		
400	270	225	240	255	225	240
450		250	270	295	255	270
500			310	330	290	280

при сварных каркасах вся поперечная арматура должна быть соединена сваркой в соответствии с рис. 7, в.

Рекомендуется, чтобы каждый хомут охватывал в одном ряду не более пяти растянутых стержней и не более трех сжатых. При большем числе стержней в одном ряду, а также при ширине балки 350 мм и более рекомендуется переходить на четырехсрезные или многосрезные хомуты.

Применяемые для балок с вязаной арматурой конструкции хомутов показаны на рис. 32. Длины этих хомутов вычисляются по следующим формулам:

длина открытого хомута

$$l_x = 2(h_x + \Delta x) + b_x; \quad (5)$$

длина закрытого хомута

$$l_x = 2(h_x + b_x + \Delta x); \quad (6)$$

длина хомута балок, рассчитанных на кручение,

$$l_x = 2(h_x + b_x + \Delta x + 15d_x); \quad (7)$$

$\Delta x$  принимается по табл. 5, а ширина  $b_x$  четырехсрезного хомута по табл. 36.

При монолитных конструкциях в толще опор, в местах пересечения балки с колонной или с прогоном поперечную арматуру балки можно не ставить, так как на этих участках она не нужна и только затрудняет бетонирование. В таких конструкциях первый хомут или поперечный стержень следует ставить в пролете на расстояние 50 мм от грани опоры.

При опирании монолитных балок на кирпичную кладку на крайней опоре первый хомут ставится по грани опоры, а в пределах средних опор — с шагом, принятым для пролета балки.

В сборных балках расстановку поперечной арматуры следует начинать от торца элемента.



Рекомендуется назначать два разных, но одинаковых в пределах определенного участка пролета шага хомутов (поперечных стержней): один — на приопорных участках и другой — в середине пролета.

На приопорных участках расстояния  $u_1$  (шаг между расчетными поперечными стержнями в плоских сварных каркасах или хомутами при отсутствии отгибов в вязаных каркасах) должны назначаться в балках с высотой сечения  $h$  до 450 мм не более  $1/2h$  и не более 150 мм, а при большей высоте сечения — не более  $1/3h$  и не более 300 мм.

Длина приопорных участков, на которые распространяется это требование, принимается при равномерно распределенной нагрузке, равной  $1/4$  пролета балки в осях, а при сосредоточенных нагрузках — расстоянию от опоры до ближайшего к ней груза. В балках (высотой меньше 300 мм) на остальной средней части пролета, если поперечная арматура не требуется по расчету, ее разрешается не ставить. В балках с высотой сечения 300 мм и более на остальной средней части пролета, если поперечная арматура по расчету не требуется, а также в зоне расположения отгибов в любой части пролета поперечная арматура должна устанавливаться с расстоянием между хомутами или поперечными стержнями не более  $3/4 h$  и не более 500 мм.

Наибольшие расстояния, которые допускаются между поперечными стержнями (хомутами), следует принимать по табл. 37.

Если в балке на отдельных участках учтена в расчете сжатая арматура, то поперечная арматура должна быть поставлена на этих участках с шагом, принимаемым по табл. 27 в зависимости от диаметра сжатых стержней.

В балках с арматурой, рассчитанной на кручение, расстояние между поперечными стержнями (хомутами) назначается по расчетом.

Таблица 37

Наибольшее допускаемое расстояние между поперечными стержнями (хомутами) в балках в мм

Высота поперечного сечения балки	На приопорных участках пролета при отсутствии отгибов	На приопорных участках пролета при наличии отгибов, а также на средних участках пролета	Высота поперечного сечения балки	На приопорных участках пролета при отсутствии отгибов	На приопорных участках пролета при наличии отгибов, а также на средних участках пролета
$h$	$u_1$	$u_2$	$h$	$u_1$	$u_2$
300	150	200	700	200	500
400	150	300	800	250	500
500	150	350	1000	300	500
600	200	450	1200	300	500

**Г. Отогнутая арматура.** Отогнутые стержни следует применять в балках, армированных вязаными каркасами. Применять отогнутые стержни в сварных каркасах не рекомендуется.

Если поперечная арматура по расчету не требуется и устанавливается конструктивно, отгибы могут не ставиться. При расчетной поперечной арматуре рекомендуется применять отогнутые стержни. Длина приопорного участка, на котором размещаются отгибы, назначается расчетом.

Угол наклона отгиба к продольной оси балки следует, как правило, принимать равным  $45^\circ$ . В балках с высотой сечения более 800 мм и в балках-стенках угол наклона отгибов допускается увеличивать до  $60^\circ$ , а в низких балках и в балках, рассчитанных на сосредоточенные нагрузки, — уменьшать до  $30^\circ$ .

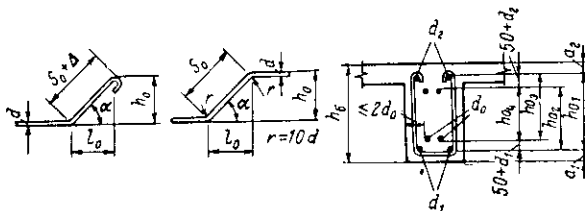


Рис. 33. Отгибы балок

Наклонную арматуру предпочтительно образовывать, отгибая на опоры растянутую пролетную арматуру, которая в неразрезных балках переводится затем через опору в соседний пролет (см. рис. 29).

Если возникает необходимость увеличить на промежуточной опоре количество отгибов сверх того количества, которое можно получить за счет отгибания стержней из смежных пролетов, то допустима установка над опорой коротких стержней с двумя отгибами (рис. 29, а — стержень  $d_k$ ) с горизонтальными участками для его анкеровки внизу, длиной 10 диаметров стержня. Применение коротких, не связанных с общей арматурой «плавающих» стержней с одним отгибом и стержней со сложной конфигурацией, имеющих более двух наклонных участков, не разрешается.

Отгибы стержней рекомендуется располагать симметрично относительной вертикальной оси сечения балки. Если в сечении отгибается один стержень, располагать его следует по оси симметрии сечения или возможно ближе к ней. Отгибать стержни, расположенные непосредственно у боковых поверхностей балки, не рекомендуется (см. рис. 27). Расстояние от боковой поверхности балки до отгиба должно быть не менее двух диаметров отгибаемого стержня (рис. 33).

В балках с шириной сечения 200 мм и менее разрешается отгибать в каждой плоскости по одному стержню. В балках с шириной сечения 300—400 мм в первой от опоры плоскости сле-

дует отгибать не менее двух стержней, а в последующих — по одному. В балках с шириной сечения более 400 мм запрещается отгибать менее двух стержней в каждой плоскости. Если диаметры отгибов разные, то отгибы больших диаметров следует располагать ближе к опоре.

Расстояния между плоскостями отгибов назначаются по расчету. Расстояние от грани опоры балки до верхней точки загиба первого отогнутого стержня (считая от опоры в пролет) должно быть 50 мм. Последующие отгибы, если в расчете не даны указания, можно начинать над нижними точками загиба предыдущих, т. е. на расстоянии горизонтальной проекции  $l_0$  отогнутого участка стержня (см. рис. 29). При этом стержни первой от опоры плоскости отгибов не учитываются в составе надопорной продольной арматуры, а сечением, с которого полностью включается в работу на опорный момент верхний прямой участок отогнутого стержня в каждой плоскости, считается сечение на расстоянии  $h_0/2$  от верхней точки загиба этого стержня в сторону опоры. Аналогично нижний прямой участок отгибаемого стержня полностью исключается из работы на пролетный момент в сечении на расстоянии  $h_0/2$  от нижней точки его загиба в сторону пролета (здесь  $h_0$  — расчетная высота сечения балки, приблизительно равная 0,9—0,95 высоты сечения балки).

Стержни, отгибаемые из пролета в первой и второй плоскостях от промежуточной опоры, следует обязательно заводить в смежный пролет, а отгибаемые в третьей и последующих плоскостях разрешается, в случае отсутствия в них надобности на опоре или при трудности размещения их в сечении, обрывать в пролете вверху. Верхние концы отогнутых стержней, которые не переводятся через опору в соседний пролет, должны заканчиваться прямыми участками длиной не менее 20 диаметров этого стержня (см. рис. 29, а). Обрыва отогнутого стержня в растянутой зоне (внизу) следует избегать. В балках высотой более 1 м отогнутый стержень из круглой гладкой арматурной стали может заканчиваться в сжатой зоне только крючком, без прямого участка, а стержни периодического профиля должны иметь всегда прямой участок.

Длину  $s_0$  отгиба и его проекции  $l_0$  (рис. 33) вычисляют по формулам табл. 38.

Таблица 38

Величины наклонных участков и горизонтальных проекций отгибаемых стержней

Угол наклона отгиба $\alpha$ в град.	Добавка на отгиб с крючком $\Delta$	Горизонтальная проекция отгиба $l_0$	Длина наклонного участка отгиба $s_0$
60	0,5 $d$	0,58 $h_0$	1,15 $h_0$
45	$d$	$h_0$	1,41 $h_0$
30	1,5 $d$	1,73 $h_0$	2 $h_0$

Вертикальные проекции  $h_{0i}$  отгибов в зависимости от высоты  $h_6$  сечения балки и величины  $a_1$  защитного слоя бетона (рис. 33):

$$h_{01} = h_6 - (a_1 + a_2); \quad (8)$$

$$h_{02} = h_6 - (a_1 + a_2) - d_2 - 50 \text{ мм}; \quad (9)$$

$$h_{03} = h_6 - (a_1 + a_2) - d_1 - 50 \text{ мм}; \quad (10)$$

$$h_{04} = h_6 - (a_1 + a_2) - (d_1 + d_2) - 100 \text{ мм}. \quad (11)$$

При этом:  $a_2 = a_1$  — для второстепенных балок,  $a_2 = a_1 + 20 \text{ мм}$  — для главных балок, к которым примыкают второстепенные балки с верхней арматурой диаметром до 20 мм;  $a_2 = a_1 + 30 \text{ мм}$  — для главных балок, к которым примыкают второстепенные балки с верхней арматурой диаметром более 20 мм;  $h_{0i}$  вычисляется с точностью до 10 мм.

Необходимые для составления спецификации арматуры значения  $l_0$  проекций отгибов и  $s_0$  длин отгибов в зависимости от  $\alpha$  и  $h_6$  приведены в приложении VII.

Величина защитного слоя  $a$  принимается по табл. 34.

При конструировании многопролетных балок с арматурой в виде отдельных стержней приходится увязывать три вида арматуры — пролетную, опорную и наклонную. Удобнее начинать подбор арматуры с пролетов.

Способ армирования, при котором отгибаемые стержни используются одновременно в качестве всех трех арматур, иногда называют, как и в плитах, непрерывным. Обычно, если рационально подобраны диаметры стержней, при таком способе армирования сечения отогнутых из пролета стержней бывает достаточно для восприятия опорного момента, и лишь в редких случаях приходится над опорой ставить дополнительную арматуру в виде специальных прямых стержней.

При числе плоскостей отгибов больше трех в балках с пролетами выше 9 м, а также в балках с высотой сечения более 1 м задача увязки трех арматур может быть решена проще отдельным способом армирования, который в этих случаях является более выгодным. При отдельном способе армирования каждый вид арматуры — пролетная, опорная и наклонная — конструируется независимо в виде прямых стержней и стержней с отгибами. Последние устанавливаются во вторых рядах. Места обрыва стержней и способы анкеровки такие же, как и при непрерывной схеме армирования.

**Д. Дополнительное армирование балок в местах приложения сосредоточенных нагрузок.** В местах приложения сосредоточенных нагрузок в пределах высоты балки (в том числе в местах примыкания монолитных балок) должна быть предусмотрена специальная дополнительная арматура для передачи нагрузки в верхнюю зону балки. В зависимости от характера основной арматуры балки (сварная или вязаная) эта дополнительная арматура конструируется в виде сварных сеток, отгибов, подве-

сок (рис. 34) или сгущения хомутов. Площадь сечения дополнительной арматуры и участок, на длине которого ее следует устанавливать, определяется расчетом.

При конструировании мест приложения сосредоточенных нагрузок следует руководствоваться следующим: 1) число сварных сеток, отгибов или подвесок должно быть не менее двух; 2) вертикальных стержней в каждой сварной сетке должно быть не менее  $4 \varnothing 6$ ; 3) отгибы или подвески должны иметь диаметр не менее 10 мм; 4) отогнутые стержни должны иметь в верхней зоне

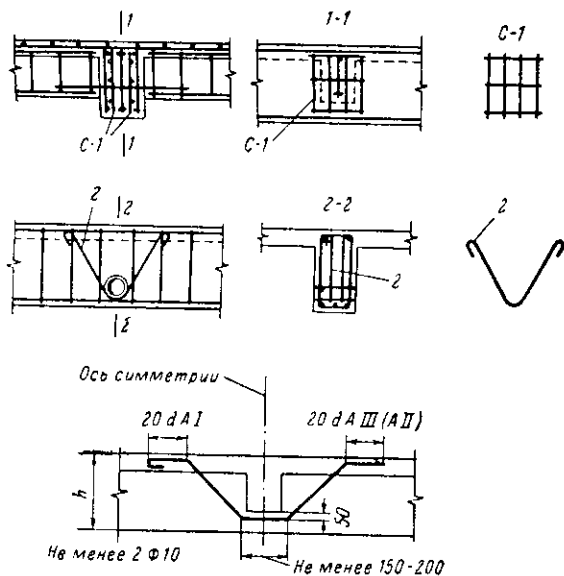


Рис. 34. Дополнительное армирование балок в местах приложения сосредоточенных грузов

горизонтальный прямой участок длиной не менее  $20 d$ , причем, если отгиб из гладкой арматуры, этот участок должен заканчиваться крюком; 5) подвески рекомендуется выполнять из гладких арматурных стержней и заканчивать крюками; если подвески приняты из стержней периодического профиля, они должны иметь горизонтальные прямые участки длиной  $20 d$ .

## § 5. РАМНЫЕ УЗЛЫ

Основной целью конструирования рамных узлов является создание необходимой, предусмотренной расчетом жесткости в сопряжениях под углом элементов железобетонной конструкции. При конструировании рамных узлов, обычно насыщенных арматурой, нужно стремиться к обеспечению максимального удобства при производстве строительных работ.

Рамные узлы характерны для монолитного железобетона, где образование жесткого сопряжения достигается значительно проще, чем в сборных конструкциях. Для осуществления рамного, т. е. жесткого, узла необходимо рабочую арматуру каждого из элементов, составляющих узел, завести в смежный элемент этого узла или, короче, рабочие стержни узла должны быть надежно застыкованы взаимным перепуском. Элементы рамного узла могут сопрягаться под разными углами, но наиболее часто в практике встречаются прямые углы.

Рассмотрим некоторые часто встречающиеся случаи сопряжения элементов узла, в котором необходимо обеспечить жесткость.

### 1. Сопряжение ригеля с концом стойки

Стержни, армирующие входящий угол, должны быть взаимно заведены в смежный элемент узла, как правило, без отгибания (рис. 35, *а*, *б*, *в*). Армировать входящий угол непрерывным стержнем не допускается.

На опоре ригеля при армировании сварными каркасами устанавливаются каркасы, подобные опорным каркасам главных балок.

Поперечные стержни (хомуты) стойки доводят до верха ригеля, а поперечные стержни (хомуты) ригеля — до внутренней грани стойки.

Наружные стержни, армирующие исходящий угол, конструируются в зависимости от величины действующих в узле усилий, т. е. в зависимости от расчета.

В соответствии с этим здесь могут быть следующие три случая.

1) При малых величинах изгибающего момента (рис. 35, *а*).

Верхние стержни (опорная арматура) ригеля загибают в стойку на величину  $l_n$  (по табл. 7 для растянутых стержней) и обрывают в одном сечении.

Продольные стержни обеих сторон стойки доводят до верха ригеля. Нижние стержни (пролетная арматура) ригеля заводят в стойку за ее внутреннюю грань на величину, обеспечивающую анкеровку.

2) При средних величинах изгибающего момента (рис. 35, *б*).

Верхние стержни (опорная арматура) ригеля заводятся также в стойку, но в углу их следует закруглять по дуге с радиусом, равным пяти диаметрам загибаемого стержня. Обрывать эти стержни следует в двух сечениях. Сперва обрывают стержни, заведенные на величину  $l_n$ , измеренную от конца закругления, причем этих стержней должно быть не более четырех, а затем обрывают стержни (их должно быть не менее двух), которые заводят на величину  $l_n$  за нижнюю грань ригеля. Стержни стойки и нижние стержни ригеля заводят, как и в случае 1.

3) При больших изгибающих моментах (рис. 35, в).

Верхние стержни (опорная арматура) ригеля заводят в стойку, скругляя их в углу по дуге с радиусом, равным 15 диаметрам загибаемого стержня, и обрывают их в трех сечениях, причем в каждом не более чем по два стержня. Первое сечение стойки, в котором обрываются эти стержни, должно отстоять от нижней грани ригеля на расстоянии  $l_a$ , на таком же расстоянии от первого располагается второе, а от него и третье сечение, в которых обрываются стержни.

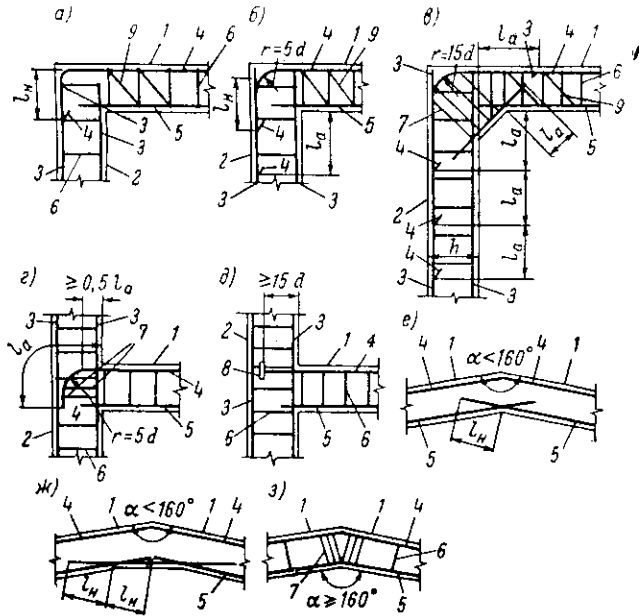


Рис. 35. Рамные узлы

1 — ригель; 2 — стойка; 3 — стержни продольной арматуры стойки; 4 — стержни опорной арматуры ригеля; 5 — стержни пролетной арматуры ригеля; 6 — стержни продольной арматуры ригеля; 7 — дополнительные хомуты; 8 — анкерующая шайба

Внутренние стержни стойки и часть наружных доводят, как и в прежних случаях, до верха ригеля, а часть наружных стержней стойки, но не менее двух, пропускают в ригель на величину  $l_a$  от внутренней грани стойки.

Входящий угол сопряжения при таких моментах рекомендуется усилить вутом, который армируется прямыми стержнями с заведением их в ригель и в стойку на величину  $l_a$  (по табл. 6 для сжатых стержней) от концов вута. Эти стержни должны охватываться расчетными хомутами. Нижние стержни ригеля заделывают, как и в случае 1,

## 2. Сопряжение ригеля со стойкой в пределах ее высоты

Такое сопряжение встречается при конструировании многоэтажных рам и относится к примыканию междуэтажных ригелей к крайним стойкам.

Учитывая, что бетонирование ведется поэтажно, продольные стержни стойки нижнего этажа следует выпускать над перекрытием для устройства вязаных или сварных стыков со стержнями стойки верхнего этажа.

Растянутые верхние стержни (опорная арматура) ригеля заводят в стойку на величину  $l_a$ , считая от внутренней грани стойки, причем, если расстояние до наружных стержней стойки меньше  $l_a$ , то стержни ригеля отгибаются вниз по дуге с радиусом 5 диаметров загибаемого стержня. При этом длина прямолинейного участка стержня у начала его анкеровки должна быть не менее  $0,5 l_a$ , а на отогнутом участке стержня должны быть установлены дополнительные хомуты, препятствующие разгибанию стержня (рис. 35, *з*). Рекомендуется отогнутые стержни пропускать во второй ряд по отношению к наружной арматуре стойки.

При невозможности завести верхние стержни ригеля на необходимую величину они могут быть заведены на 15 диаметров стержня, но с обязательным усилением на конце шайбой (рис. 35, *д*).

Если в ригеле действуют знакопеременные изгибающие моменты, нижние стержни также рекомендуется конструировать с усилением анкеровки на конце шайбой.

Если нижняя сжатая арматура ригеля учитывается в расчете, то ее следует завести за внутреннюю грань стойки на величину  $l_a$  по табл. 6, как для сжатых стержней. В других случаях нижние стержни ригеля могут быть заведены за грань стойки так же, как и в предыдущих узлах.

## 3. Ригель, сопрягающийся под углом (ломаный ригель)

Здесь может быть два случая.

1. Угол сопряжения меньше  $160^\circ$  (рис. 35, *е, ж*).

В этом случае нижние растянутые стержни входящего угла следует пропускать в каждую сторону за точку взаимного пересечения на величину  $l_n$ . Если угол снизу скашивается (устраивается вут), то укладываются дополнительные прямые стержни с такой же величиной запуска за точку пересечения в обе стороны.

Не допускается укладывать снизу цельные растянутые стержни, следующие за очертанием угла. Сверху, в сжатой зоне, наоборот, такие стержни укладывать рекомендуется, причем в ме-



сте перегиба их желательнo скруглять. Стыковать сжатые стержни в вершине исходящего угла не допускается.

Поперечная арматура в этом узле устанавливается по расчету.

2. Угол сопряжения  $160^\circ$  и больше (рис. 35, з).

В этом случае как верхние, так и нижние стержни могут быть криволинейными и следовать за очертанием угла.

Поперечная арматура здесь также устанавливается по расчету.

## § 6. ТОНКОСТЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ОБОЛОЧКИ)

### 1. Общие сведения

Оболочками называются тонкостенные конструкции в виде изогнутых хотя бы в одном направлении скорлуп. Тип оболочки зависит от вида ее кривизны. В связи с этим различают:

1) Оболочки, изогнутые в одном направлении. Например, длинные или короткие цилиндрические оболочки, конические оболочки и т. п.

2) Оболочки, изогнутые в обоих главных направлениях в одну сторону, называемые оболочками положительной кривизны. Это различные выпуклые пологие и подъемистые оболочки — купола, эллиптические и гиперболические параболоиды вращения и т. п.

3) Оболочки, изогнутые в обоих главных направлениях, но в противоположные стороны, называемые оболочками отрицательной кривизны. Сюда относятся различные седлообразные оболочки с поверхностью гиперболического параболоида, оболочки с линейчатой поверхностью и т. п.

4) Сводчатые оболочки, имеющие (в продольном разрезе) волнистое очертание поперечного сечения. Эти оболочки называют многоволновыми сводами-оболочками или просто волнистыми сводами.

Оболочки различают также по форме, которую они занимают в плане. Они могут быть квадратными, прямоугольными, треугольными, многоугольными, круглыми и др.

Железобетонные оболочки находят наибольшее применение в зданиях, где их используют в качестве несущих конструкций покрытий. При этом покрытия могут иметь значительные по величине пролеты и для них могут применяться как простые оболочки, так и сочлененные. Последние представляют собой соединение двух, трех и более простых оболочек в единую монолитную конструкцию. В промышленном строительстве наиболее широко применяются оболочки прямоугольные, квадратные и круглые в плане, причем они могут быть сборными или монолитными, из обычного железобетона или предварительно напряженного.

В оболочках различают криволинейную плиту, гладкую или ребристую, и контурные элементы. Гладкими, как правило, конструируют монолитные оболочки, а ребристыми выполняют сборные.

Толщина гладких плит монолитных оболочек обычно принимается переменной — с утолщением к контуру и к углам. Минимальную толщину таких плит следует принимать 50 мм, а утолщенную часть у контура — по расчету, обычно 80—120 мм (в зависимости от величины пролета и нагрузки).

Толщина плит сборных панелей также может быть переменной. Минимальная толщина принимается здесь 30 мм (но при условии обеспечения защитных бетонных слоев по табл. 29), а утолщенная часть — 50—60 мм.

Каждая панель сборной оболочки, как правило, снабжается контурными ребрами.

Высота сечения несущих ребер сборных панелей принимается 200—300 мм, в зависимости от размера панели и результатов расчета, а ширина сечения ребра — в соответствии с требованиями к расположению арматуры в сечении и величине защитных слоев бетона. При этом если в собранной оболочке ребра с одной стороны будут замоноличиваться на всю высоту, то величина защитного слоя бетона с этой стороны может назначаться уменьшенной, но не менее величины защитного слоя для арматуры плит.

Кроме контурных ребер, панели (в зависимости от их размеров) могут иметь еще и промежуточные ребра. Сечение промежуточных ребер, если оно не назначается расчетом, следует принимать по конструктивным соображениям. При этом сечение назначается высотой не менее 100 мм, шириной внизу не менее 40 мм (при условии обеспечения защитного бетонного слоя по табл. 34), с уширениями кверху для создания технологических уклонов, облегчающих извлечение панели из опалубочной формы.

Все сопряжения в элементах скорлупы оболочки, пересечения скорлупы с ребрами и ребер между собой в сборных панелях следует конструировать с утолщениями, предусматривая плавные переходы.

По наружным поверхностям контурных ребер панелей сборных оболочек рекомендуется делать чередующиеся выступы и впадины для образования после замоноличивания бетонных шпонок.

Конструкция контурных элементов оболочек зависит от вида кривизны оболочки и от способа ее возведения (монолитная или сборная). Например, для оболочек цилиндрических и оболочек положительной кривизны контурные элементы конструируют в виде балок, арок или ферм. Балки и арки могут применяться как для монолитных, так и для сборных оболочек, а фермы — только для сборных оболочек.

Размеры поперечного сечения контурных элементов принимаются по расчету, а форма сечения — в зависимости от способа возведения. Для монолитных оболочек форма сечения элементов контура должна быть простой, как правило, квадратной или прямоугольной. Для сборных оболочек сечение элемента контурной конструкции может иметь и другие формы, например тавр или двутавр. Верхнюю поверхность контурной конструкции сборных оболочек рекомендуется конструировать с чередующимися выступами и впадинами, а также арматурными выпусками для жесткого замоноличивания стыка контурного элемента с плитами скорлупы оболочки. Могут выполняться и податливые сопряжения оболочки с контурной конструкцией.

В скорлупе оболочек допускается устройство отверстий и проемов. Одиночные отверстия диаметром до 200 мм можно располагать в любом месте оболочки без обрамления арматурой или бортиками. Отверстия больших размеров, если они не учтены в основном статическом расчете, следует окаймлять армированными ребрами или балками, сечение бетона и арматура которых должны быть не менее вырезанного сечения скорлупы. Большие отверстия рекомендуется располагать в сжатой зоне оболочек. В цилиндрических оболочках это — средняя треть ширины оболочки, в выпуклых оболочках — средняя зона, ограниченная дополнительным приконтурным армированием. В оболочках отрицательной кривизны и в волнистых сводах отверстия рекомендуется устраивать в средней части пролета, в наклонных стенках панели.

## 2. Длинные цилиндрические оболочки

Цилиндрические оболочки называются длинными, если их длина  $l_1$  вдоль образующей (пролет) больше ширины  $l_2$  или в крайнем случае равна последней (рис. 36, а). В длинных цилиндрических оболочках различают собственно оболочку, т. е. изогнутую в одном направлении скорлупу, бортовые элементы, параллельные образующей, и диафрагмы, перпендикулярные образующей. Шириной оболочки или длиной ее волны считается расстояние между нижними прямолинейными краями скорлупы, а длиной или пролетом оболочки — расстояние между торцовыми диафрагмами, лежащими на опорах. Пролет бортового элемента соответствует пролету оболочки, а пролет диафрагмы не всегда соответствует длине волны. Могут быть диафрагмы в виде балок-стенок, в пределах пролета которых к ним примыкает не одна, а ряд волн оболочек. Такие конструкции бывают, как правило, монолитными.

Цилиндрические оболочки могут быть одноволновыми и многоволновыми. Промежуточные бортовые элементы многоволновых оболочек рекомендуется выполнять общими для двух смежных волн.

Бортовые элементы длинных цилиндрических оболочек выполняют, как правило, в виде балок, а торцевые диафрагмы — в виде балок, арок или ферм.

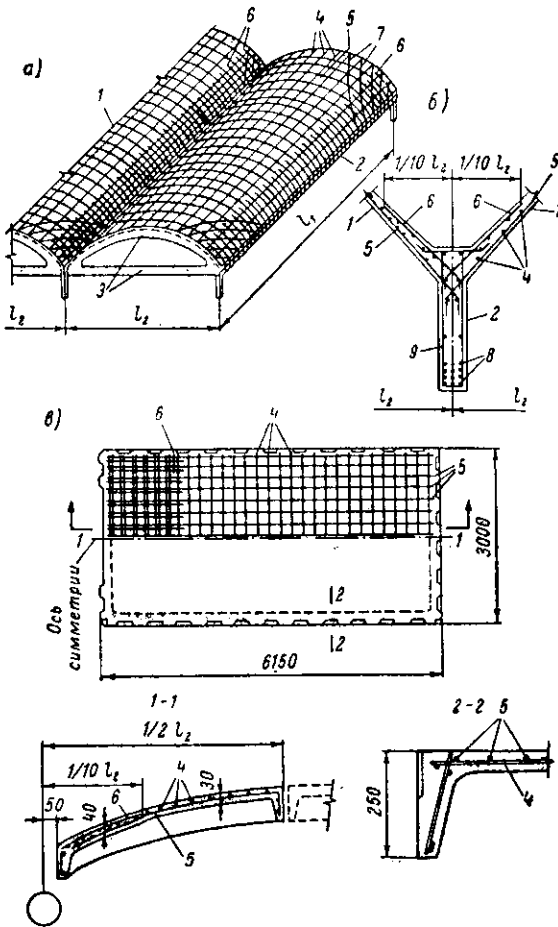


Рис. 36. Конструирование длинных цилиндрических оболочек  
 1 — скорлупа оболочки; 2 — бортовой элемент оболочки; 3 — торцевая диафрагма оболочки; 4 — продольная арматура скорлупы; 5 — поперечная арматура скорлупы; 6 — дополнительная поперечная арматура; 7 — косая арматура; 8 — продольная арматура бортового элемента; 9 — поперечная арматура бортового элемента

В монолитных оболочках скорлупа, если ее толщина 80 мм и менее, армируется одиночной сеткой, а при больших толщинах арматура должна быть двойной.

На полосе шириной по расчету, но не менее  $\frac{1}{10} l_2$  (рис. 36, б) по обе стороны вдоль бортовых балок, если скорлупа армируется одиночной арматурой, необходимо укладывать сверху

дополнительную сетку. Стержни основной сетки должны быть доведены до соответствующих сторон скорлупы и запущены в контурные элементы по правилам анкеровки арматуры на крайних опорах плоских плит. Поперечные (к оболочке) стержни верхних дополнительных сеток (или сплошных сеток при двойной арматуре) должны быть заведены в балку не менее чем на величину  $l_a$  для растянутых стержней по табл. 6.

В углах оболочки скорлупу рекомендуется армировать косыми стержнями переменной длины, направленными под углом  $45^\circ$  (рис. 36, а). Количество этих стержней определяется расчетом, и они должны быть заведены в балку и торцевую диафрагму не менее чем на длину  $l_a$  для растянутых стержней по табл. 6.

Шаг стержней арматуры скорлупы рекомендуется назначать 200 мм. Диаметр этих стержней определяется расчетом и должен быть для монолитных оболочек не менее 6 мм, а для сборных — 4 мм.

Бортовые балки монолитных длинных цилиндрических оболочек армируют продольными, поперечными и при вязаной арматуре отогнутыми стержнями. Принципы конструирования этих балок подобны общим принципам конструирования балок, рассмотренным в § 4 настоящей главы. Рекомендуется балки и диафрагмы конструировать предварительно напряженными. Однако с большим эффектом и степенью индустриальности это может быть достигнуто при конструировании сборных оболочек, когда эти элементы выполняются в заводских условиях.

Конструкция панелей сборных оболочек зависит от схемы разрезки ее на отдельные элементы. Рекомендуется при членении цилиндрических оболочек на сборные элементы отделять бортовые балки и торцевые диафрагмы, а скорлупу разрезать поперечными швами на панели шириной 3 м. В некоторых случаях (по условиям изготовления и транспортировки) скорлупу дополнительно можно разрезать еще и продольными швами, например, в шельге. Сборные панели цилиндрических оболочек обычно бывают двух типов — рядовые и торцевые. Рядовые панели в зоне укладки дополнительной сетки вдоль бортовой балки делаются несколько толще, чем в средней зоне оболочки. Торцевые панели утолщаются в обеих приконтурных зонах относительно рядовых панелей.

Плиты панелей армируют из стержней диаметром не менее 4 мм с шагом 200 мм и дополнительной сеткой в приконтурной зоне с поперечными по отношению к оболочке рабочими стержнями (рис. 36, в).

В плитах торцевых панелей дополнительная сетка конструируется с косыми рабочими стержнями. Рекомендуется эту сетку конструировать в виде рулонной сетки с поперечными рабочими стержнями и монтажными продольными. Необходимые для укладки в плиту треугольные сетки получают из рулонной путем разрезки по косым направлениям. Расстояния, на которые

необходимо заводить в скорлупу дополнительные сетки, определяются расчетом.

Ребра панелей армируются плоскими сварными каркасами по общим правилам. Рабочие стержни каркасов, укладываемых в поперечные (по отношению к оболочке) ребра, рекомендуется приваривать к угловым закладным деталям.

Арматурные сетки цилиндрических оболочек конструируют и изготавливают плоскими. При укладке в опалубку они приобретают необходимую кривизну под действием собственного веса.

### 3. Короткие цилиндрические оболочки

Цилиндрические оболочки называются короткими, если их пролет вдоль прямолинейной образующей меньше длины волны, т. е. расстояния между нижними прямолинейными краями скорлупы.

Скорлупа коротких монолитных оболочек армируется односторонней арматурой в виде сетки с ячейкой  $200 \times 200$  мм из

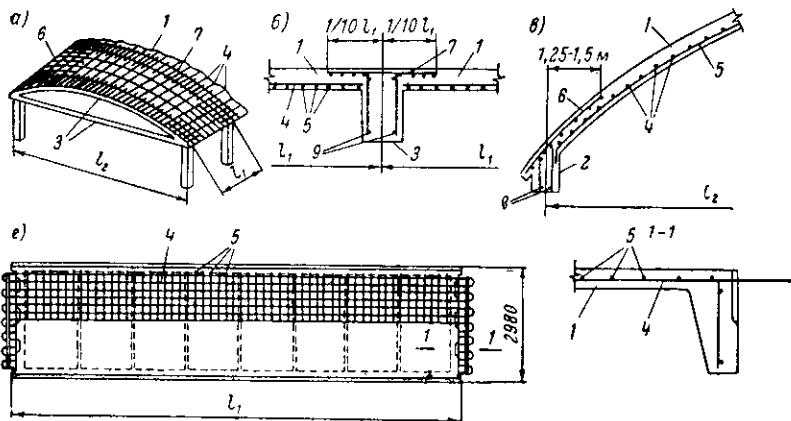


Рис. 37. Конструирование коротких цилиндрических оболочек

1 — скорлупа оболочки; 2 — бортовой элемент; 3 — диафрагма; 4 — продольная арматура скорлупы; 5 — поперечная арматура скорлупы; 6 — дополнительная поперечная арматура; 7 — дополнительная продольная арматура; 8 — продольная арматура бортового элемента; 9 — продольная арматура диафрагмы

стержней диаметром не менее 6 мм. Стержни сетки заделываются в контурные элементы так же, как на крайних опорах плоских плит (рис. 37, а). В приконтурных зонах сверху укладываются дополнительные сетки — вдоль диафрагмы (рис. 37, б) на расстоянии  $1/10$  длины в обе стороны от ее оси (рабочие стержни прямолинейные, а монтажные криволинейные) и вдоль бортовых балок (рис. 37, в) на расстояние 1,25—1,50 м также в каждую сторону (здесь рабочие стержни криволинейные, а монтажные прямолинейные). Рабочие стержни дополнительных

сеток на крайних контурных элементах должны быть заведены в бетон этих элементов на длину анкеровки по табл. 6.

Бортовые балки, а также торцевые диафрагмы, которые могут выполняться в виде арок или ферм, конструируются в соответствии с расчетом по общим правилам конструирования подобных плоских конструкций.

Сборные короткие оболочки конструируют из плоских панелей и диафрагм (арок или ферм). Сборные панели конструируют ребристыми и снабжают выпусками стержней для связи с диафрагмами (рис. 37, г). Бортовыми балками обычно служат специальные панели или наружные ребра крайних панелей, в которых при необходимости предусматривается дополнительная арматура.

Конструирование сборных панелей для коротких оболочек принципиально не отличается от конструирования панелей для плоскостных покрытий зданий.

#### 4. Выпуклые оболочки на квадратном и прямоугольном плане

К этому виду оболочек относятся оболочки положительной кривизны, т. е. со скорлупой, изогнутой по обоим главным направлениям в одну сторону. Они могут быть пологими и подъемистыми. Несмотря на существующее различие расчетных положений для определения усилий в разнообразных видах выпуклых оболочек принципы их конструирования являются общими.

Скорлупа оболочки опирается по каждой из четырех сторон на диафрагмы. В качестве диафрагм применяются арки или фермы, но может быть использована и сплошная стена. В последнем случае по стене должен быть уложен железобетонный криволинейный брус, надежно соединенный со скорлупой.

Поверхность выпуклых оболочек нельзя развернуть на плоскость без разрывов в отличие от поверхности цилиндрической. Это качество, являясь достоинством с точки зрения прочности и устойчивости конструкций, налагает определенные геометрические требования при назначении размеров арматурных изделий для монолитных оболочек.

Армировать скорлупу рекомендуется стержнями, расположенными параллельно диафрагмам (рис. 38, а). В средней зоне оболочки, где действуют сжимающие усилия, диаметр стержней назначается по конструктивным соображениям и должен быть не менее 5 мм. При толщине скорлупы 80 мм и менее она армируется одиночной сеткой, уложенной в нижней зоне сечения. При больших толщинах, во избежание появления усадочных и температурных трещин, укладывается двойная арматура.

В приконтурных зонах и в углах, где действуют растягивающие усилия, толщину скорлупы необходимо увеличивать и укла-

дывать здесь стержни больших диаметров (при вязаной арматуре) или дополнительные сетки (при сварной арматуре). Ширина приконтурных зон, а также их толщина и дополнительное армирование принимаются по расчету. Обычно ширина утолщенной приконтурной зоны с дополнительным армированием составляет  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$  часть от соответствующего пролета.

Толщина скорлупы в угловых зонах оболочки обычно в 2—3 раза превосходит толщину в середине оболочки. Здесь, кроме стержней, параллельных контуру, рекомендуется укладывать косые стержни под углом  $45^\circ$  к контуру. В толстых скорлупах оболочек с большими пролетами косую арматуру следует конструировать двойной симметричной. В некоторых случаях, обусловленных расчетом, косую арматуру конструируют напрягаемой.

Все стержни арматуры скорлупы должны быть заведены в соответствующий контурный элемент оболочки на необходимую длину анкеровки по табл. 7, так как они в приконтурной зоне растянуты.

При армировании монолитной скорлупы сварными сетками рекомендуется конструировать их плоскими и прямоугольными в плане. Необходимую кривизну сетки приобретают при укладке на опалубку. При этом необходимо учитывать, что поверхность имеет двоякую кривизну, и не назначать ширину сеток более 1,5—2,0 м. Сетки следует конструировать с продольными рабочими стержнями с шагом 200 мм и монтажными поперечными, расположенными на расстояниях до 1,5 м. В опалубку скорлупы такие узкие сетки укладываются во взаимно перпендикулярных направлениях, параллельных контуру. Стыки сеток в направлении рабочих стержней выполняются внахлестку без сварки по табл. 10, а в направлении монтажных стержней сетки могут не стыковаться и укладываться с переменной величиной нахлеста. В приконтурных и угловых зонах укладываются дополнительные сетки.

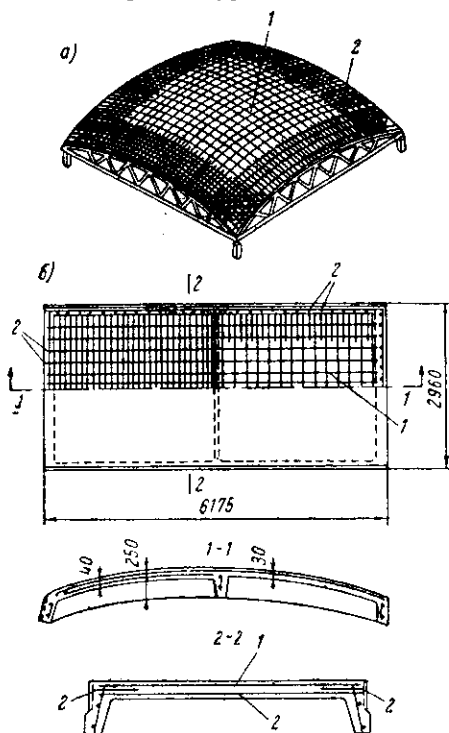


Рис. 38. Конструирование выпуклых квадратных в плане оболочек



Конструкция панелей сборных оболочек зависит от схемы разрезки скорлупы на отдельные элементы. Рекомендуется сборные панели конструировать либо плоскими, либо с цилиндрической поверхностью. Такое конструирование значительно упрощает арматурные изделия и работы по их заготовке, а также по изготовлению панелей. Чем меньше размеры панелей, тем правильнее они вписываются в геометрию поверхности оболочки и тем легче их изготовить. Однако мелкие панели очень трудоемки при монтаже. Оптимальные размеры сборных панелей оболочек двойкой кривизны, установившиеся практикой строительства последних лет, принимаются  $3 \times 6$  м и  $3 \times 12$  м. Поверхность этих панелей цилиндрическая. Конструкция и армирование панелей прямоугольных в плане оболочек подобны панелям длинных цилиндрических оболочек, с учетом изложенного выше для монолитных оболочек двойкой кривизны. Армирование рядовой панели сборной квадратной оболочки дано на рис. 38, б.

Угловые зоны сборных оболочек обычно выполняются монолитными, в них укладывается часть косо́й арматуры.

При значительных размерах оболочки ее скорлупа может конструироваться составной по толщине из двух сборных панелей, с ребрами, обращенными внутрь сечения.

Диафрагмы оболочек конструируются подобно аналогичным плоским конструкциям.

## Б. Купола

Куполом называется выпуклая пологая или подъемистая оболочка на круглом или многоугольном плане. Контурным элементом купола является железобетонное кольцо у его основания. В этом кольце, которое является наиболее ответственной частью купола, от действия внешней нагрузки всегда возникает растяжение. Стыки продольных стержней кольца должны конструироваться сварными. Для увеличения жесткости растянутого кольца рекомендуется выполнять его предварительно-напряженным. В центре купола, если нужно иметь отверстие, также устраивается кольцо. Верхнее кольцо всегда сжато и обычно армируется конструктивно.

Монолитные купола выполняются, как правило, гладкими. Толщина их скорлупы назначается по конструктивным соображениям и должна быть не менее  $\frac{1}{600}$  радиуса кривизны и не менее 50 мм. В зоне примыкания к опорному кольцу толщину скорлупы следует увеличивать.

Скорлупа при небольших толщинах армируется одиночной сеткой, а при толщине 80 мм и более — двойной. В приконтурной утолщенной зоне скорлупы следует всегда предусматривать двойную арматуру (рис. 39, а). Размер приконтурной зоны определяется расчетом. Скорлупа монолитных куполов, как правило, армируется отдельными стержнями. Стержни укладываются

в меридиональном и кольцевом направлениях. Шаг кольцевой арматуры рекомендуется принимать 200 мм. Расстояние между меридиональными стержнями внизу, у опорного кольца, также принимается 200 мм. По мере приближения к вершине это расстояние уменьшается и, когда оно становится равным 100 мм, один стержень из двух обрывается, и стержней оставляется

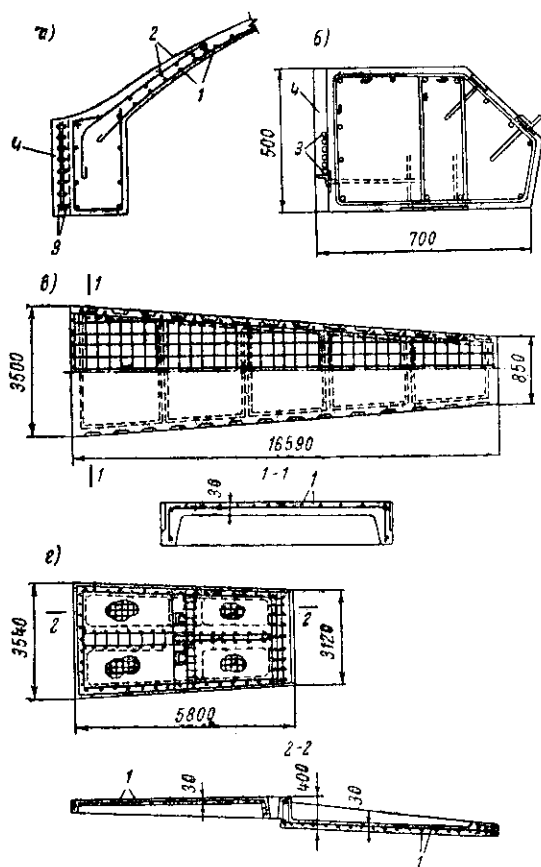


Рис. 39. Конструирование куполов

1 — основная сетка; 2 — дополнительная сетка; 3 — напрягаемая арматура; 4 — торкрет

вдвое меньше, но опять с шагом 200 мм и т. д. Диаметр стержней в средней части монолитного купола обычно назначается по конструктивным соображениям и должен быть не менее 6 мм. Вблизи опорного кольца в утолщенной зоне диаметр арматуры обычно увеличивается и принимается по расчету.

Сборные купола конструируют из ребристых панелей и сборного или монолитного опорного кольца.

Поперечное сечение опорного кольца сборного купола выполняется квадратным или прямоугольным со срезанным верхним внутренним углом для опирания панелей (рис. 39, б). Конструкция панелей зависит от схемы разрезки скорлупы на сборные элементы и от диаметра купола. При диаметре купола 30—40 м скорлупа в плане разрезается на секторы с одинаковыми центральными углами (рис. 39, в). Каждый такой сектор представляет собой панель с меридиональными ребрами (одним по оси симметрии или двумя по краям) и кольцевыми (крайними и промежуточными с шагом 2—3 м). В меридиональном направлении такие панели выполняются криволинейными, а в кольцевом — прямолинейными. Толщина панели должна быть не менее 30 мм, и армируется она сварной сеткой из стержней диаметром не менее 4 мм. Сетку рекомендуется конструировать плоской, прямоугольного очертания с ячейкой  $200 \times 200$  мм так, чтобы из одной прямоугольной сетки разрезом по диагонали можно было получить две клиновидные. Сечение ребер панели назначается по расчету, и армируются они плоскими сварными каркасами, криволинейными для меридиональных ребер и прямолинейными для кольцевых. Панели снабжаются закладными деталями для соединения с опорными кольцами, а для соединения панелей между собой из их кольцевых ребер можно выпустить стержни, которые сваривают при монтаже.

При диаметре купола более 40 м скорлупу рекомендуется разрезать на сборные панели, имеющие форму трапеции (выполняются плоскими, см. рис. 39, г). Панели снабжаются по контуру ребрами. Наличие промежуточных ребер зависит от ее размеров. Плита панели должна быть не тоньше 30 мм, она армируется плоской сварной сеткой с ячейкой  $200 \times 200$  мм из стержней диаметром не менее 4 мм. Ребра армируют плоскими прямолинейными сварными каркасами, к концам которых приваривают закладные детали (сверху и снизу) для устройства стыков на монтаже.

Продольная арматура сборных элементов опорного кольца должна иметь выпуски для соединения внахлестку сваркой, если кольцо не предварительно-напряженное, или без сварки, если после замоноличивания предусматривается предварительное напряжение опорного кольца.

## 6. Оболочки отрицательной кривизны

Эти оболочки представляют собой скорлупу, изогнутую в обоих главных направлениях, но в противоположные стороны. Поверхность таких оболочек называется поверхностью отрицательной кривизны и представляет собой гиперболический параболоид или сокращенно гипар. Характерной особенностью этих оболочек является линейчатость поверхности, позволяющая армировать скорлупу прямолинейными стержнями.

Используя поверхность типа гипар, можно путем всевозможных сочетаний добиться многообразия форм оболочек, интересных по своей архитектуре, но не всегда простых с точки зрения их возведения.

В отечественной практике строительства в последние годы получили распространение два вида оболочек типа гипар, возводимых сборными, — это седлообразные оболочки, используемые как самостоятельная конструкция, и пропеллерообразные оболочки в виде скрученного квадрата, прямоугольника или параллелограмма, используемые обычно как элемент сочлененной оболочки.

Распространение именно этих видов оболочек типа гипар объясняется возможностью индустриального их изготовления и монтажа. Вместе с тем это не исключает возможность возведения других отдельных уникальных оболочек подобного типа в монолитном железобетоне.

**А. Седлообразные оболочки.** Седлообразные оболочки выполняются прямоугольной формы в плане. Наиболее широко в практике строительства применяется три вида этих оболочек:

- 1) гладкие панели-оболочки балочного типа;
- 2) килевидные панели-оболочки балочного типа (с ребром по продольной оси симметрии);
- 3) гладкие панели-оболочки арочного типа.

Оболочки первого вида (рис. 40, а, б, в) выполняют в виде сборных панелей с размерами  $3 \times 9$ ,  $3 \times 12$  или  $3 \times 18$  м и толщиной 40—50 мм с утолщением к продольным краям. Арматура в панелях устанавливается одиночная или двойная в виде сварных сеток из стержней диаметром 4—5 мм, укладываемых параллельно сторонам плана. Учитывая, что поверхность оболочки не разворачивается на плоскость, сварные сетки конструировать плоскими на всю панель нельзя; чтобы конструировать их плоскими, они должны быть узкими. Длина узких сеток назначается равной ширине панели, а ширина 1,5—2 м. Укладывать узкие сетки можно с конструктивными стыками внахлестку (см. рис. 12). Для связи со смежными панелями при укладке в покрытие по продольным краям панели рекомендуется выпускать арматурные стержни. В качестве основной продольной арматуры обычно здесь применяется напрягаемая арматура в виде высокопрочных проволок или прядей небольшого диаметра, которая располагается в направлении диагонали плана.

Килевидные оболочки выполняют также в виде балочных панелей, и они отличаются от предыдущих наличием снизу ребра, в котором размещается напрягаемая арматура. Такие панели-оболочки могут применяться для пролетов до 24 м.

При больших пролетах применяют гладкие панели-оболочки в виде арок. Они отличаются от таких же балочных панелей значительно большей стрелой подъема  $f$  (рис. 40, а). Эти оболочки конструируют так же, как и панели-оболочки балочного

типа, но без напрягаемой арматуры. Применять такие оболочки можно только с затяжками, которые могут размещаться как под продольной осью панели, так и в швах между смежными панелями многоволнового покрытия.

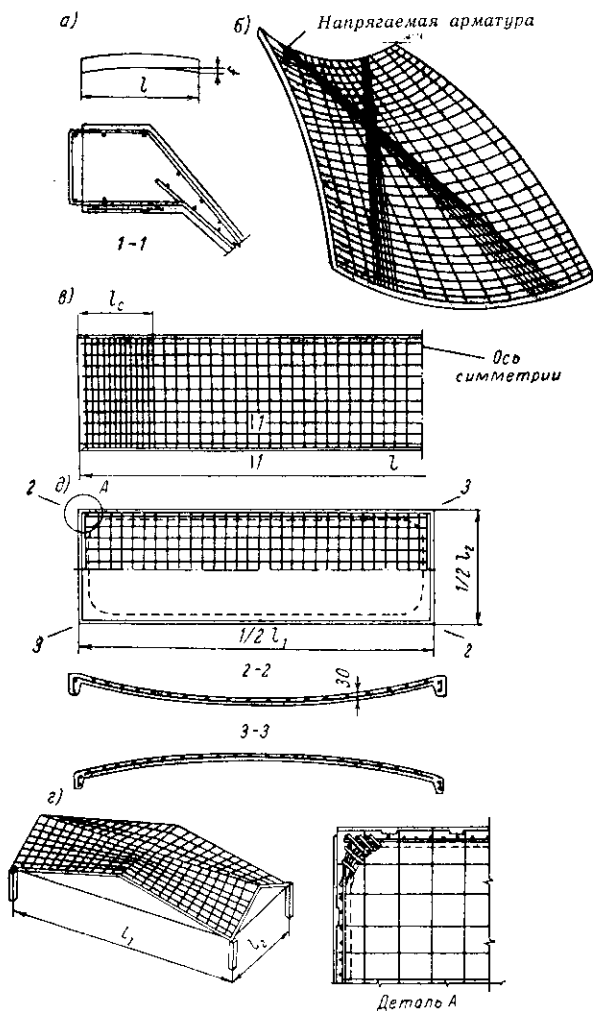


Рис. 40. Конструирование оболочек типа „Гипар“

**Б. Пропеллерообразные оболочки.** Пропеллерообразные оболочки (рис. 40, г, д) представляют собой тонкую, слегка скрученную скорлупу, толщиной не менее 30 мм, обрамленную прямолинейными ребрами. Сечение ребер зависит от размера панели и назначается расчетом.

Как правило, такие панели в виде самостоятельной конструкции не применяются — их используют как элемент сочлененной оболочки. Скорлупа армируется обычно одиночной сварной сеткой из стержней диаметром 3—5 мм с шагом 150—200 мм. Для расположения стержней в скорлупе рекомендуется использовать линейчатый характер поверхности и направлять стержни по прямолинейным образующим. Стержни сетки следует загнать в контурные ребра или предусматривать специальные угловые стержни.

Ребра армируются плоскими сварными каркасами. В пересечении ребер следует устанавливать не менее двух угловых стержней диаметром не менее половины диаметра рабочего стержня каркаса и не менее 8 мм.

Для соединения со смежными панелями в углах предусматривают закладные детали.

## 7. Многоволновые своды-оболочки

Многоволновыми сводами-оболочками или волнистыми сводами называют тонкостенные своды, продольное сечение которых имеет складчатую (рис. 41, а) или волнистую (рис. 41, б) форму. Волнистые своды — распорная конструкция и потому снабжаются затяжками. Вместо затяжек могут использоваться опоры специальной конструкции.

Волнистые своды бывают монолитными и сборными. При наличии затяжки ее обычно выполняют предварительно-напряженной. При сборных сводах затяжка иногда конструируется в системе плоской арки. Такие арки устанавливаются с определенным шагом, и на них опирается свод, причем шаг волн или складок свода должен быть равен или кратен шагу арок.

Скорлупа волнистого свода может быть гладкой и ребристой. Ребра устраивают в продольном направлении свода, причем сечение их назначается по расчету.

Монолитные своды в поперечном направлении выполняют гладкими, очерченными по дуге окружности, параболы или другой кривой. Сборные своды, как правило, выполняют полигонального, т. е. ломаного, очертания и собирают из прямолинейных элементов. В поперечном направлении разрезку на сборные элементы, т. е. стыки, рекомендуется выполнять по гребням волнистого или складчатого профиля свода.

Толщина скорлупы монолитного свода принимается обычно 50 мм. Толщина скорлупы гладких панелей сборного свода должна быть не менее 40 мм, а ребристых — не менее 30 мм.

Гребни и впадины профиля свода назначаются несколько толще наклонных стенок. В утолщениях укладываются стержни рабочей продольной арматуры поперечника свода (рис. 41, в, г). Диаметр стержней назначается расчетом. Эти стержни рекомендуются на опорах заводить на необходимую длину анкеровки.

В сборных сводах-оболочках стержни продольной арматуры рекомендуется предусматривать в каждой сборной панели, а выпуски этой арматуры сваривать при монтаже.

Кроме указанной рабочей арматуры, скорлупа армируется конструктивной сеткой с шагом стержней в обоих направлениях 150—200 мм. Стержни сетки укладывают вдоль и поперек свода.

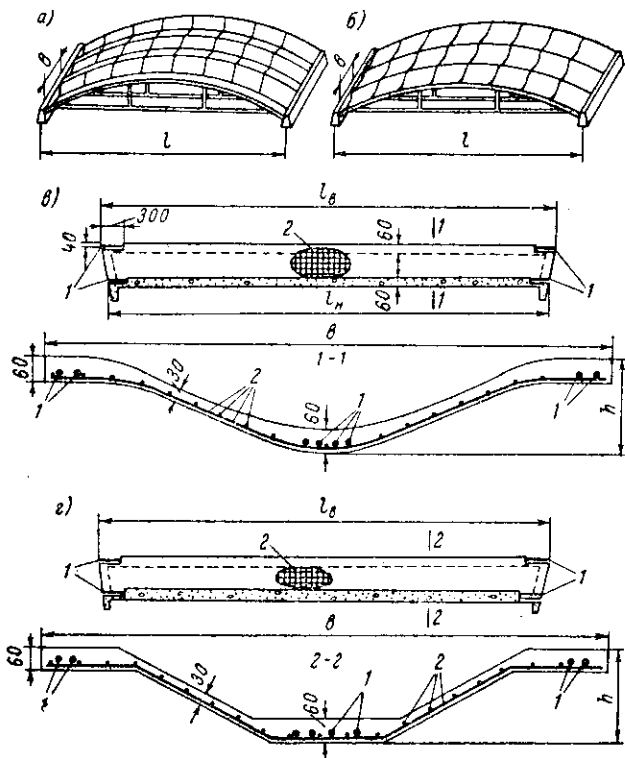


Рис. 41. Конструирование волнистых сводов  
1 — продольная арматура; 2 — конструктивная арматурная сетка

Диаметр стержней сетки принимают для монолитной конструкции 5—6 мм, а для элементов сборного свода 3—5 мм.

При наличии ребер в сборных панелях свода-оболочки они армируются плоскими сварными каркасами.

Армирование монолитных сводов-оболочек выполняется обычно отдельными стержнями, а сборных элементов — сварными плоскими сетками, изгибаемыми затем в зависимости от профиля элемента. Если свод-оболочка подкрепляется арками, последние армируются известными способами.

## Сортамент горячекатаных арматурных стержней

Расчет- ный (номиналь- ный) диаме- тр в мм	Наружный диаметр стержней периода чеканки профиля в мм	Расчетная площадь поперечного сечения в см <sup>2</sup> при числе стержней										Теоретический вес 1 м в кг	Прокатываемые диаметры стержней статей классов				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V
		6	6,75	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26		2,54	2,83	0,222	+	+
8	9,00	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	0,395	+	+	+	+	+
10	11,30	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	0,617	+	+	+	+	+
12	13,50	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	0,888	+	+	+	+	+
14	15,50	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208	+	+	+	+	+
16	18,00	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	1,578	+	+	+	+	+
18	20,00	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45	1,998	+	+	+	+	+
20	22,00	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	2,466	+	+	+	+	+
22	24,00	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	2,984	+	+	+	+	+
25	27,00	4,909	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	3,850	+	+	+	+	+
28	30,50	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58	4,830	+	+	+	+	+
32	34,50	8,043	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,39	80,43	6,310	+	+	+	+	+
36	39,50	10,179	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	101,79	7,990	+	+	+	+	+
40	43,50	12,566	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66	9,870	+	+	+	+	+
45	49,00	15,904	31,81	47,71	63,62	79,52	95,42	111,33	127,23	143,13	159,04	12,490	+	+	+	+	+
50	54,00	19,635	39,27	58,91	78,54	98,18	117,81	137,45	157,08	176,72	196,35	15,410	+	+	+	+	+
55	59,00	23,760	47,52	71,28	95,04	118,80	142,56	166,32	190,08	213,84	237,60	18,650	+	+	+	+	+
60	64,00	28,270	56,54	84,81	113,08	141,35	169,62	197,89	226,16	254,43	282,70	22,190	+	+	+	+	+
70	74,00	38,480	76,96	115,44	153,92	192,40	230,88	269,36	307,84	346,32	384,80	30,210	+	+	+	+	+
80	83,50	50,270	100,55	150,81	201,08	251,35	301,62	351,90	402,15	452,43	502,70	39,460	+	+	+	+	+
90	93,50	63,62	127,24	190,86	254,48	318,10	381,72	443,34	508,96	572,58	633,20	49,940	+	+	+	+	+



**СОРТАМЕНТ ОБЫКНОВЕННОЙ АРМАТУРНОЙ ПРОВОЛОКИ  
ИЗ СТАЛИ КЛАССА В-1**

Диаметр в мм	Расчетная площадь поперечного сечения при числе стержней в см <sup>2</sup>										Теоретический вес в кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,0565
4	0,126	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,01	1,13	1,26	0,099
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,154
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	0,222
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	0,395

**СОРТАМЕНТ СВАРНЫХ СЕТОК ПО ГОСТ 8478—66**  
(обозначения см. рис. 2)

Марка сетки	Расстояние по осям между стержнями в мм		Диаметр стержня в мм		Ширина сетки по осям крайних стержней в мм А	
	продольными v	поперечными u	продольного d <sub>1</sub>	поперечного d <sub>2</sub>		
200/250/3/3		200	250	3	3	900; 1100; 1400; 1500; 1700; 2300; 2500; 2700; 2900
150/250/3/3		150	250	3	3	
200/250/4/3		200	250	4	3	
150/250/4/3		150	250	4	3	
200/250/5/4		200	250	5	4	
150/250/6/4	150	250	250	6	4	900; 1100; 1500; 2300; 2500; 2700; 2900
100/250/6/4	100	250	250	6	4	
150/250/9/5	150	250	250	9	5	
100/250/9/5	100	250	250	9	5	
250/200/3/4	250	200	200	3	4	900; 1100; 1300; 1700; 2300; 2900; 3500
250/150/3/4	250	150	150	3	4	
250/150/4/5	250	150	150	4	5	
250/200/4/8	250	200	200	4	8	
250/150/5/9	250	150	150	5	9	
200/200/3/3	200	200	200	3	3	1100; 1300; 1400; 1500; 1700; 2300; 2500; 2700; 2900; 3500
150/150/3/3	150	150	150	3	3	
100/100/3/3	100	100	100	3	3	
200/200/5/5	200	200	200	5	5	
100/100/5/5	100	100	100	5	5	
150/150/7/7	150	150	150	7	7	
100/100/7/7	100	100	100	7	7	
200/200/8/8	200	200	200	8	8	2300; 2500
200/200/9/9	200	200	200	9	9	
150/150/9/9	150	150	150	9	9	
100/100/8/8	100	100	100	8	8	
100/100/9/9	100	100	100	9	9	

**РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПО ШИРИНЕ  
СЕТКИ ПО ГОСТ 8478—66  
(обозначения см. рис. 2)**

Ширина сетки <i>A</i> в мм	Количество продольных стержней в сетке в шт.			
	Разбивка ширины сетки <i>A</i> на количество шагов при основном шаге <i>a</i> в мм			
	100	150	200	250
900	$\frac{10}{100 \times 9}$	$\frac{7}{150 \times 6}$	$\frac{6}{150+200 \times 3+150}$	$\frac{5}{200+250 \times 2+200}$
1100	$\frac{12}{100 \times 11}$	$\frac{8}{150 \times 3+200+150 \times 3}$	$\frac{7}{150+200 \times 4+150}$	$\frac{6}{250 \times 2+100+250 \times 2}$
1300	$\frac{14}{100 \times 13}$	$\frac{10}{150 \times 4+100+150 \times 4}$	$\frac{8}{150+200 \times 5+150}$	$\frac{6}{250 \times 2+300+250 \times 2}$
1400	$\frac{15}{100 \times 14}$	$\frac{10}{150 \times 4+200+150 \times 4}$	$\frac{8}{200 \times 7}$	—
1500	$\frac{16}{100 \times 15}$	$\frac{11}{150 \times 10}$	$\frac{9}{150+200 \times 6+150}$	—
1700	$\frac{18}{100 \times 17}$	$\frac{12}{150 \times 5+200+150 \times 5}$	$\frac{10}{150+200 \times 7+150}$	$\frac{8}{250 \times 3+200+250 \times 3}$
2300	$\frac{24}{100 \times 23}$	$\frac{16}{150 \times 7+200+150 \times 7}$	$\frac{13}{150+200 \times 10+150}$	$\frac{11}{150+250 \times 8+150}$
2500	$\frac{26}{100 \times 25}$	$\frac{18}{150 \times 8+100+150 \times 8}$	$\frac{14}{200 \times 6+100+200 \times 6}$	—
2700	$\frac{28}{100 \times 27}$	$\frac{19}{150 \times 18}$	$\frac{15}{150+200 \times 12+150}$	—
2900	$\frac{30}{100 \times 29}$	$\frac{20}{150 \times 9+200+150 \times 9}$	$\frac{16}{200 \times 7+100+200 \times 7}$	$\frac{14}{150+250 \times 4+200 \times 3+250 \times 4+150}$
3500	$\frac{36}{100 \times 35}$	$\frac{24}{150 \times 11+200+150 \times 11}$	$\frac{19}{150+200 \times 16+150}$	$\frac{16}{150+250 \times 6+200 \times 2+250 \times 6+150}$

ПРИЛОЖЕНИЕ V

**РАСЧЕТНЫЕ ПЛОЩАДИ СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ СВАРНЫХ СЕТОК  
ПО ГОСТ 8478—66**

Марка сетки	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней в см <sup>2</sup> при ширине <i>A</i> в мм (см. рис. 2)										Расчетная площадь сечения поперечных стержней в см <sup>2</sup> на 1 м сетки	
	900	1100	1300	1500	1700	2300	2500	2700	2900	3500		
200/250/3/3	0,43	0,50	—	0,57	0,64	0,71	0,92	0,99	1,07	1,14	—	0,23
150/250/3/3	0,50	0,57	—	0,71	0,78	0,85	1,14	1,28	1,35	1,42	—	0,23
200/250/4/3	0,76	0,88	—	1,01	1,13	1,26	1,64	1,76	1,89	2,02	—	0,28
150/250/4/3	0,88	1,01	—	1,26	1,39	1,51	2,02	2,27	2,39	2,52	—	0,28
200/250/5/4	1,18	1,37	—	1,57	1,76	1,96	2,55	2,74	2,94	3,14	—	0,50
150/250/6/4	1,98	2,26	—	—	3,11	—	4,53	5,09	5,38	5,66	—	0,50
100/250/6/4	2,83	3,40	—	—	4,53	—	6,79	7,36	7,92	8,49	—	0,50
150/250/9/5	4,45	5,09	—	—	7,00	—	10,18	11,45	12,08	12,72	—	0,73
100/250/9/5	6,36	7,63	—	—	10,18	—	15,26	16,54	17,81	19,08	—	0,73

Марка сетки	Расчетная площадь сечения всех продольных стержней в см <sup>2</sup> при ширине A в мм (см. рис. 2)										Расчетная площадь сечения поперечных стержней в см <sup>2</sup> на 1 м сетки	
	900	1100	1300	1400	1500	1700	2300	2500	2700	2900		3500
250/200/3/4	0,36	0,43	0,43	—	—	0,57	0,78	—	—	0,99	1,14	0,63
250/150/3/4	0,36	0,43	0,43	—	—	0,57	0,78	—	—	0,99	1,14	0,84
250/150/4/5	0,63	0,76	0,76	—	—	1,01	1,39	—	—	1,76	2,02	1,31
250/200/4/8	0,63	0,76	0,76	—	—	1,01	1,39	—	—	1,76	2,02	2,52
250/150/5/9	0,98	1,18	1,18	—	—	1,57	2,16	—	—	2,74	3,14	4,24
200/200/3/3	—	0,50	0,57	0,57	0,64	0,71	0,92	0,99	1,07	1,14	1,35	0,36
150/150/3/3	—	0,57	0,71	0,71	0,78	0,85	1,14	1,28	1,35	1,42	1,70	0,47
100/100/3/3	—	0,85	0,99	1,07	1,14	1,28	1,70	1,85	1,99	2,13	2,56	0,71
200/200/5/5	—	1,37	1,57	1,57	1,76	1,96	2,55	2,74	2,94	3,14	3,72	0,98
100/100/5/5	—	2,35	2,74	2,94	3,14	3,53	4,70	5,10	5,49	5,88	7,06	1,96
150/150/7/7	—	3,08	3,88	3,85	4,24	4,62	6,16	6,93	7,32	7,70	9,24	2,57
100/100/7/7	—	4,62	5,39	5,78	6,16	6,93	9,24	10,01	10,78	11,55	13,86	3,85
200/200/8/8	—	—	—	—	—	—	6,54	7,04	—	—	—	2,52
200/200/9/9	—	—	—	—	—	—	8,27	8,90	—	—	—	3,18
150/150/9/9	—	—	—	—	—	—	10,18	11,45	—	—	—	4,24
100/100/8/8	—	—	—	—	—	—	12,07	13,08	—	—	—	5,03
100/100/9/9	—	—	—	—	—	—	15,26	16,54	—	—	—	6,36

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ВЕС 1 м СВАРНЫХ СЕТОК ПО ГОСТ 8478—66

Марка сетки	Теоретический вес 1 м сетки в кг при ширине сетки A в мм (см. рис. 2)										
	900	1100	1300	1400	1500	1700	2300	2500	2700	2900	3500
200/250/3/3	0,54	0,64	—	0,76	0,84	0,94	1,24	1,33	1,44	1,54	—
150/250/3/3	0,60	0,70	—	0,87	0,95	1,05	1,41	1,56	1,66	1,76	—
200/250/4/3	0,80	0,94	—	1,11	1,22	1,37	1,81	1,94	2,09	2,23	—
150/250/4/3	0,89	1,04	—	1,30	1,43	1,57	2,10	2,34	2,48	2,62	—
200/250/5/4	1,30	1,52	—	1,80	1,99	2,22	2,92	3,15	3,38	3,62	—
150/250/6/4	1,92	2,22	—	—	3,05	—	4,47	4,99	5,30	5,60	—
100/250/6/4	2,50	3,42	—	—	4,16	—	6,25	6,77	7,29	7,82	—
150/250/9/5	4,07	4,69	—	—	6,44	—	9,43	10,54	11,16	11,78	—
100/250/9/5	5,57	6,69	—	—	8,93	—	13,42	14,54	15,66	16,78	—
250/200/3/4	0,75	0,90	1,00	—	—	1,31	1,77	—	—	2,23	2,65
250/150/3/4	0,90	1,09	1,22	—	—	1,59	2,16	—	—	2,72	3,23
250/150/4/5	1,46	1,77	1,98	—	—	2,58	3,50	—	—	4,40	5,23
250/200/4/8	2,36	2,85	3,25	—	—	4,23	5,72	—	—	7,20	8,59
250/150/5/9	3,90	4,72	5,39	—	—	7,03	9,48	—	—	11,94	14,25
200/200/3/3	—	0,71	0,82	0,86	0,93	1,05	1,38	1,49	1,62	1,73	2,06
150/150/3/3	—	0,87	1,05	1,09	1,18	1,31	1,76	1,94	2,07	2,20	2,64
100/100/3/3	—	1,30	1,52	1,64	1,75	1,98	2,64	2,87	3,09	3,31	3,98
200/200/5/5	—	1,95	2,26	2,34	2,57	2,89	3,80	4,11	4,42	4,73	5,64
100/100/5/5	—	3,60	4,22	4,52	4,84	5,45	7,29	7,91	8,53	9,14	10,99
150/150/7/7	—	4,72	5,72	5,93	6,44	7,14	9,55	10,57	11,27	11,98	14,40
100/100/7/7	—	7,07	8,28	8,89	9,49	10,70	14,33	15,54	16,74	17,95	21,58
200/200/8/8	—	—	—	—	—	—	9,77	10,55	—	—	—
200/200/9/9	—	—	—	—	—	—	12,33	13,33	—	—	—
150/150/9/9	—	—	—	—	—	—	15,78	17,44	—	—	—
100/100/8/8	—	—	—	—	—	—	18,71	20,30	—	—	—
100/100/9/9	—	—	—	—	—	—	23,66	25,66	—	—	—

РАЗМЕРЫ ОТГИБОВ \* СТЕРЖНЕЙ в мм

Высота отгиба $h_0$	Угол наклона отгиба					
	$\alpha = 60^\circ$		$\alpha = 45^\circ$		$\alpha = 30^\circ$	
	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$
100	60	120	100	140	170	200
110	65	130	110	160	190	220
120	70	140	120	170	210	240
130	75	150	130	180	230	260
140	80	160	140	200	240	280
150	90	180	150	210	260	300
160	95	190	160	230	280	320
170	100	200	170	240	290	340
180	105	210	180	250	310	360
190	110	220	190	270	330	380
200	115	230	200	280	350	400
210	120	240	210	300	360	420
220	125	250	220	310	380	440
230	130	260	230	320	400	460
240	145	280	240	340	420	480
250	140	290	250	350	430	500
260	155	300	260	370	450	520
270	150	310	270	380	470	540
280	160	320	280	400	480	560
290	170	340	290	410	500	580
300	175	350	300	420	520	600
310	180	360	310	440	540	620
320	185	370	320	450	550	640
330	190	380	330	470	570	660
340	195	390	340	480	590	680
350	200	400	350	490	610	700
360	210	420	360	510	620	720
370	215	430	370	520	640	740
380	220	440	380	540	660	760
390	225	450	390	550	680	780
400	230	460	400	560	690	800
410	240	480	410	580	710	820
420	245	490	420	590	730	840
430	250	500	430	610	740	860
440	250	510	440	620	760	880
450	260	520	450	630	780	900
460	265	530	460	650	800	920
470	270	540	470	660	810	940
480	280	560	480	680	830	960
490	285	570	490	690	850	980
500	290	580	500	710	870	1000
510	300	590	510	720	880	1020

\* Обозначения см. на рис. 33,

Высота отгиба $h_n$	Угол наклона отгиба					
	$\alpha = 60^\circ$		$\alpha = 45^\circ$		$\alpha = 30^\circ$	
	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$
520	305	600	520	730	900	1040
530	310	610	530	750	920	1060
540	315	630	540	760	930	1080
550	320	640	550	780	950	1100
560	325	650	560	790	970	1120
570	330	660	570	800	990	1140
580	340	670	580	820	1000	1160
590	345	680	590	830	1020	1180
600	350	690	600	850	1040	1200
610	355	710	610	860	1050	1220
620	360	720	620	870	1070	1240
630	370	730	630	890	1090	1260
640	375	740	640	900	1110	1280
650	380	750	650	920	1120	1300
660	385	760	660	930	1140	1320
670	390	780	670	940	1160	1340
680	390	780	680	960	1180	1360
690	400	800	690	970	1190	1380
700	410	810	700	990	1210	1400
710	415	820	710	1000	1230	1420
720	415	830	720	1020	1250	1440
730	420	840	730	1030	1260	1460
740	430	850	740	1040	1280	1480
750	440	870	750	1060	1300	1500
760	440	880	760	1070	1320	1520
770	445	890	770	1090	1350	1540
780	450	900	780	1100	1370	1560
790	455	910	790	1120	1360	1580
800	460	920	800	1130	1380	1600
810	470	940	810	1140	1400	1620
820	475	950	820	1160	1420	1640
830	480	960	830	1170	1440	1660
840	485	970	840	1190	1460	1680
850	490	980	850	1200	1470	1700
860	500	1000	860	1210	1490	1720
870	505	1010	870	1230	1500	1740
880	510	1020	880	1240	1520	1760
890	515	1030	890	1260	1530	1780
900	520	1040	900	1270	1560	1800
910	530	1050	910	1290	1570	1820
920	535	1060	920	1300	1590	1840
930	540	1080	930	1310	1610	1860
940	545	1090	940	1330	1630	1880
950	550	1100	950	1340	1640	1900
960	560	1110	960	1360	1670	1920
970	565	1120	970	1370	1690	1940
980	570	1130	980	1380	1700	1960
990	570	1140	990	1400	1710	1980
1000	580	1160	1000	1410	1730	2000

Высота отгиба $h_0$	Угол наклона отгиба					
	$\alpha=60^\circ$		$\alpha=45^\circ$		$\alpha=30^\circ$	
	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$
1010	590	1170	1010	1430	1750	2020
1020	595	1180	1020	1440	1770	2040
1030	600	1190	1030	1450	1780	2060
1040	605	1200	1040	1470	1800	2080
1050	610	1210	1050	1480	1820	2100
1060	615	1220	1060	1500	1830	2120
1070	620	1230	1070	1510	1850	2140
1080	630	1250	1080	1530	1870	2160
1090	635	1260	1090	1540	1890	2180
1100	640	1270	1100	1550	1900	2200
1110	645	1280	1110	1570	1920	2220
1120	650	1290	1120	1580	1940	2240
1130	660	1300	1130	1600	1960	2260
1140	665	1310	1140	1610	1980	2280
1150	670	1330	1150	1630	1990	2300
1160	675	1340	1160	1640	2010	2320
1170	675	1350	1170	1650	2030	2340
1180	680	1360	1180	1670	2040	2360
1190	690	1370	1190	1690	2060	2380
1200	700	1380	1200	1700	2080	2400
1210	700	1400	1210	1710	2100	2420
1220	705	1410	1220	1720	2120	2440
1230	710	1420	1230	1740	2130	2460
1240	720	1430	1240	1750	2150	2480
1250	730	1440	1250	1770	2160	2500
1260	735	1460	1260	1780	2180	2520
1270	735	1470	1270	1790	2220	2540
1280	740	1480	1280	1810	2220	2560
1290	750	1490	1290	1820	2240	2580
1300	750	1500	1300	1830	2250	2600
1310	760	1510	1310	1850	2270	2620
1320	765	1520	1320	1860	2280	2640
1330	770	1530	1330	1880	2300	2660
1340	775	1550	1340	1890	2320	2680
1350	780	1560	1350	1900	2340	2700
1360	790	1570	1360	1920	2350	2720
1370	795	1580	1370	1930	2370	2740
1380	800	1590	1380	1950	2390	2760
1390	805	1600	1390	1960	2400	2780
1400	810	1610	1400	1970	2420	2800
1410	820	1620	1410	1990	2440	2820
1420	825	1630	1420	2000	2460	2840
1430	830	1640	1430	2020	2470	2860
1440	835	1660	1440	2030	2490	2880
1450	840	1670	1450	2040	2510	2900
1460	845	1680	1460	2060	2520	2920
1470	850	1690	1470	2080	2540	2940
1480	855	1700	1480	2100	2560	2960
1490	860	1720	1490	2110	2580	2980

Высота отгиба $h_0$	Угол наклона отгиба					
	$\alpha=60^\circ$		$\alpha=45^\circ$		$\alpha=30^\circ$	
	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$	$l_0$	$s_0$
1500	870	1730	1500	2120	2600	3000
1510	875	1740	1510	2130	2620	3020
1520	880	1750	1520	2140	2640	3040
1530	880	1760	1530	2160	2650	3060
1540	890	1770	1540	2180	2660	3080
1550	900	1780	1550	2190	2680	3100
1560	910	1790	1560	2200	2700	3120
1570	910	1810	1570	2210	2720	3140
1580	920	1820	1580	2230	2740	3160
1590	925	1830	1590	2240	2760	3180
1600	930	1840	1600	2260	2780	3200
1610	935	1850	1610	2280	2790	3220
1620	940	1870	1620	2290	2800	3240
1630	950	1880	1630	2300	2820	3260

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8478—66. Сетки сварные для армирования железобетонных конструкций. Сортамент и технические требования.
2. Инструкция по проектированию железобетонных конструкций. ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. Стройиздат, М., 1968.
3. Инструкция по конструированию элементов железобетонных конструкций (СН 15—57). Госстройиздат, М., 1958.
4. Инструкция по технологии изготовления и установке стальных закладных деталей в сборных железобетонных и бетонных изделиях (СН 313—65). М., 1968.
5. М. Е. Липницкий, Б. В. Горенштейн, Г. Г. Виноградов. Железобетонные пространственные покрытия зданий. Стройиздат, Л., 1965.
6. Руководство по проектированию железобетонных конструкций (без предварительного напряжения). ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. Госстройиздат, М., 1968.
7. СНиП II-V. 1—62. \* Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. Госстройиздат, М., 1971.
8. СНиП II-V. 1—72. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. Проект.
9. Указания по применению в железобетонных конструкциях стержневой арматуры (СН 390—69). М., 1969.
10. Указания по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций (СН 393—69). Госстройиздат, М., 1970.
11. Указания по технологии производства арматурных работ в промышленном и гражданском строительстве (Н9—61). НИИОМТП, Госстройиздат, М., 1962.
12. Указания по унификации элементов железобетонных конструкций. Серия 1-288. Гипротис, М., 1963.

# О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
<b>Глава I. Материалы для железобетонных конструкций . . . . .</b>	<b>5</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	—
§ 2. Бетон . . . . .	6
§ 3. Арматура . . . . .	—
<b>Глава II. Стальные изделия для железобетонных конструкций . . . . .</b>	<b>10</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	—
§ 2. Отдельные стержни . . . . .	12
§ 3. Стыки отдельных стержней . . . . .	14
§ 4. Арматурные сетки . . . . .	16
§ 5. Стыки сварных арматурных сеток . . . . .	21
§ 6. Арматурные каркасы . . . . .	23
§ 7. Стыки сварных арматурных каркасов . . . . .	27
§ 8. Приспособление для строповки . . . . .	28
§ 9. Закладные детали . . . . .	31
§ 10. Приспособления для фиксации закладных деталей и арматуры в проектном положении . . . . .	38
<b>Глава III. Конструирование железобетонных элементов . . . . .</b>	<b>40</b>
§ 1. Фундаменты . . . . .	—
1. Общие сведения . . . . .	—
2. Отдельные столбчатые фундаменты под колонны . . . . .	—
§ 2. Колонны . . . . .	53
1. Общие сведения . . . . .	—
2. Армирование колонн . . . . .	55
3. Консоли колонн . . . . .	61
§ 3. Плиты . . . . .	63
1. Общие сведения . . . . .	—
2. Общие вопросы конструирования плит . . . . .	64
3. Балочные плиты . . . . .	67
4. Плиты, опертые по контуру . . . . .	71
5. Консольные плиты . . . . .	73
6. Плиты безбалочных перекрытий . . . . .	74
7. Отверстия в плитах . . . . .	75
§ 4. Балки . . . . .	77
1. Общие сведения . . . . .	—
2. Армирование балок . . . . .	78
§ 5. Рамные узлы . . . . .	93
1. Сопряжение ригеля с концом стойки . . . . .	94
2. Сопряжение ригеля со стойкой в пределах ее высоты . . . . .	96
3. Ригель, сопрягающийся под углом (ломаный ригель) . . . . .	—
§ 6. Тонкостенные пространственные конструкции (оболочки) . . . . .	97
1. Общие сведения . . . . .	—
2. Длинные цилиндрические оболочки . . . . .	99
3. Короткие цилиндрические оболочки . . . . .	102
4. Выпуклые оболочки на квадратном и прямоугольном плане . . . . .	103
5. Купола . . . . .	105
6. Оболочки отрицательной кривизны . . . . .	107
7. Многоволновые своды-оболочки . . . . .	110
Приложения I—VII . . . . .	112
Литература . . . . .	119