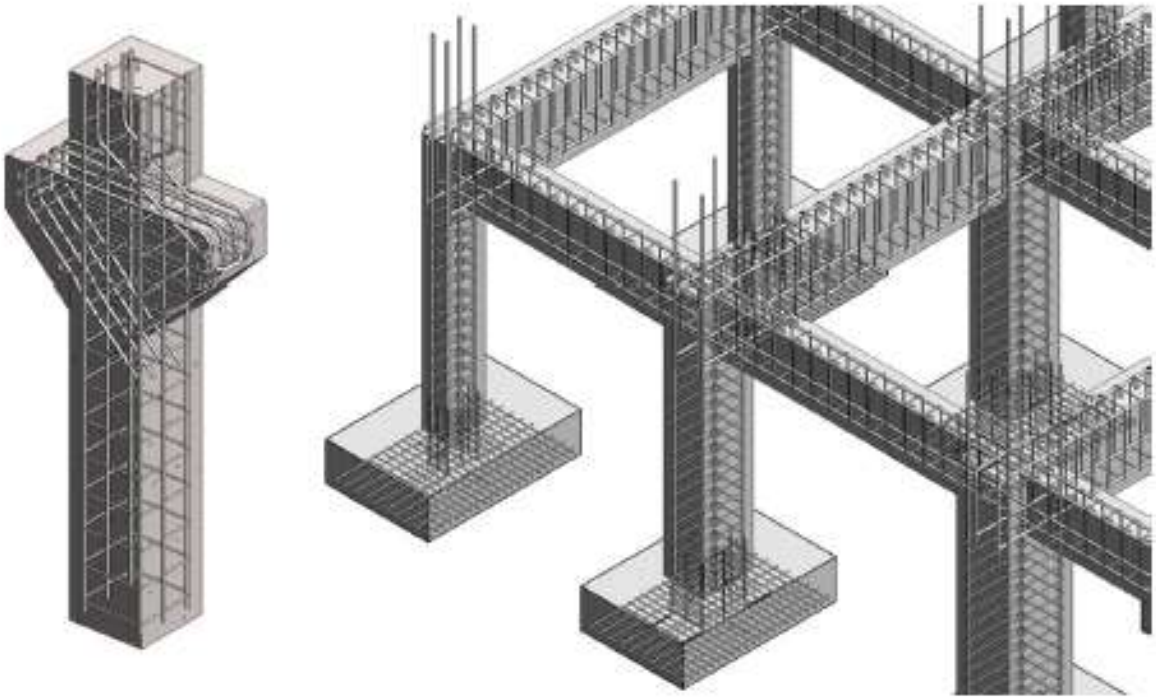
СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ



АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ АРМАТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Екатеринбург 2014

Оглавление

Введение 3
1 Область применения 4
2 Арматурные изделия 5
2.1 Арматурные сетки 7
2.2 Арматурные каркасы 12
2.2.1 Плоские арматурные каркасы 12
2.2.2 Пространственные арматурные каркасы 13
2.2.3 Каркасы треугольные электросварные (фермы) 15
2.3 Отдельные стержни арматуры 17
2.4 Скобо-гибочные изделия 18
2.5 Прокат арматурный холоднодеформированный 20
3 Требования к изделиям и материалам 22
3.1 Защитный слой бетона 22
3.2 Анкеровка арматуры 24
3.3 Соединения арматурных стержней сваркой 27
3.4 Соединения арматурных стержней и изделий без сварки 28
3.5 Механические стыковые соединения арматуры 31
3.6 Размещение арматуры в сечении 32
4 Схемы армирования конструкций 33
4.1 Колонны 33
4.2 Балки 34
4.3 Плиты перекрытия 35
5 Технико-экономическое сравнение вариантов армирования конструкций отдельными стержнями и готовыми изделиями ЗАО «Сталепромышленная компания» 36
Перечень нормативных документов 40

Введение

Настоящий «Альбом технических решений» выполнен с целью увеличения объемов применения унифицированных арматурных изделий производства ЗАО «Сталепромышленная компания» (далее СПК) в изготовлении сборных железобетонных конструкций и монолитном домостроении.

В «Альбом» включены требования к арматурному прокату и каркасам, применяемым для армирования железобетонных конструкций, рекомендации по анкеровке и соединениям арматуры и изделий арматурных изделий СПК.

Основными преимуществами использования готовых арматурных изделий производства СПК являются:

- сокращение сроков строительства при производстве монолитных работ за счет применения широкого ассортимента типовых изделий;

- существенное сокращение затрат времени на изготовление подобных изделий на высокопроизводительном оборудовании;

- высокое качество стыковых сварных соединений при изготовлении арматурных изделий на автоматизированных линиях;

- высокая геометрическая точность арматурных изделий;

- соответствие арматуры по классам и диаметрам требованиям проектной документации;

- сокращение объема использования наемного труда на вязку сеток и гибку изделий непосредственно на строительной площадке;

- минимизация отходов производства, поскольку продукция СПК производиться из арматуры и круга, поставляемых в бухтах.

1 Область применения

Настоящий «Альбом технических решений» может использоваться при:

- проектировании зданий и сооружений из монолитного железобетона с применением арматурных изделий СПК;
- внесении изменений в существующие проекты с целью максимального использования экономического эффекта от применения арматурных изделий СПК;
- разработке проектов производства работ (ППР) на возведение монолитных железобетонных конструкций с применением арматурных изделий СПК;
- производстве строительно-монтажных работ.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

2 Арматурные изделия

Арматурные изделия производства СПК подразделяют на типы:

- арматурные сетки (легкие и тяжелые);
- арматурные каркасы (плоские и пространственные);
- отдельные стержни арматуры;
- скобо-гибочные изделия (гнутые элементы из арматуры и круга).

Сырьем для производства арматурных изделий СПК служат:

- арматура горячекатаная гладкая и периодического профиля по ГОСТ 5781-82* классов А-I (А240), А-III (А400) (рис. 2.1);
- арматура по ГОСТ Р 52544-2006 периодического профиля класса А500С (рис. 2.2) и механически упрочненная в холодном состоянии (холоднодеформированная) класса В500С (рис. 2.5.1);
- арматура с эффективным периодическим профилем (рис. 2.3) класса А500СП по ТУ 14-1-5526-2006;
- проволока по ГОСТ 6727-80* из низкоуглеродистой стали холоднотянутая класса Вр-I (рис. 2.4).

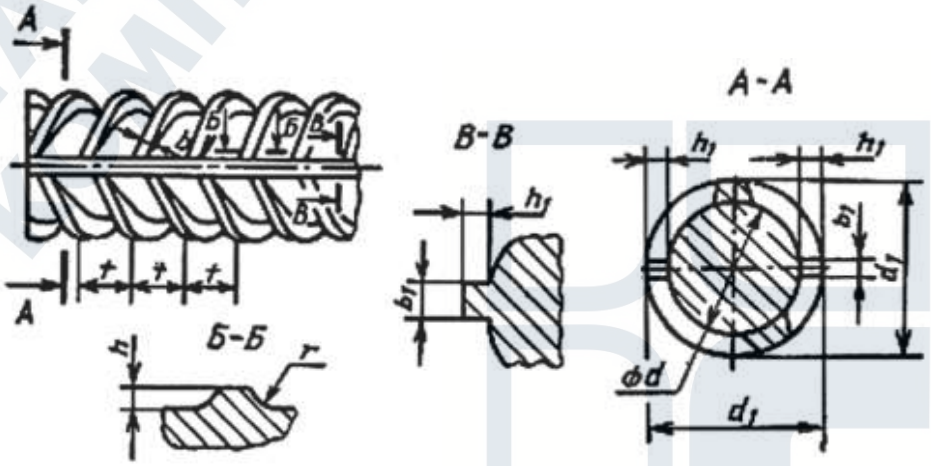


Рис. 2.1 Профиль арматурного горячекатаного проката периодического профиля А-III (А400)

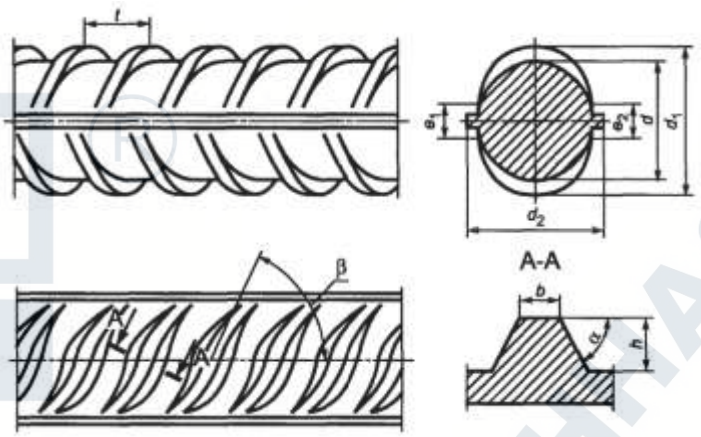


Рис. 2.2 Профиль арматурного горячекатаного и термомеханически упрочненного проката А500С

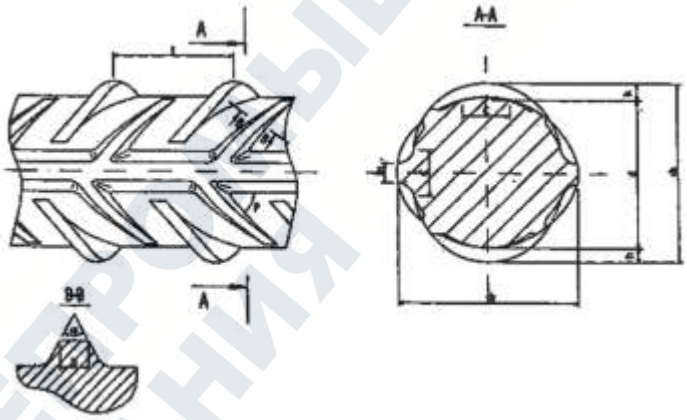


Рис. 2.3 Профиль арматурного проката с эффективным периодическим профилем А500СП

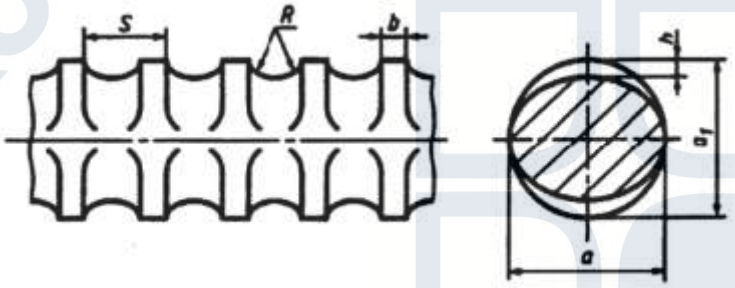
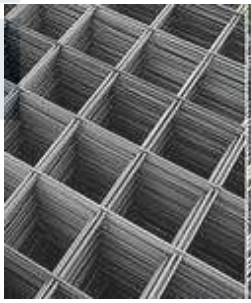


Рис. 2.4 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая класса Вр-I

2.1 Арматурные сетки

СПК изготавливает арматурные сварные сетки по ГОСТ 23279-85 и ГОСТ 8478-81* в картах и рулонах, что подтверждено сертификатами соответствия.



Изготовление сеток ведется на современных автоматических линиях методом контактной сварки (ГОСТ 14098-91-К1-Кт).

2.1.1 Сетки по ГОСТ 23279-85 изготавливают следующих типов:

1 - тяжелые с рабочей арматурой в продольном направлении, диаметр которой больше диаметра распределительной арматуры;

2 - тяжелые с рабочей арматурой в обоих направлениях;

3 - тяжелые с рабочей арматурой в поперечном направлении, диаметр которой больше диаметра распределительной арматуры;

4 - легкие с поперечными стержнями на всю ширину сетки;

5 - легкие со смещенными поперечными стержнями (ЗАО «Сталепромышленная компания» не изготавливает).

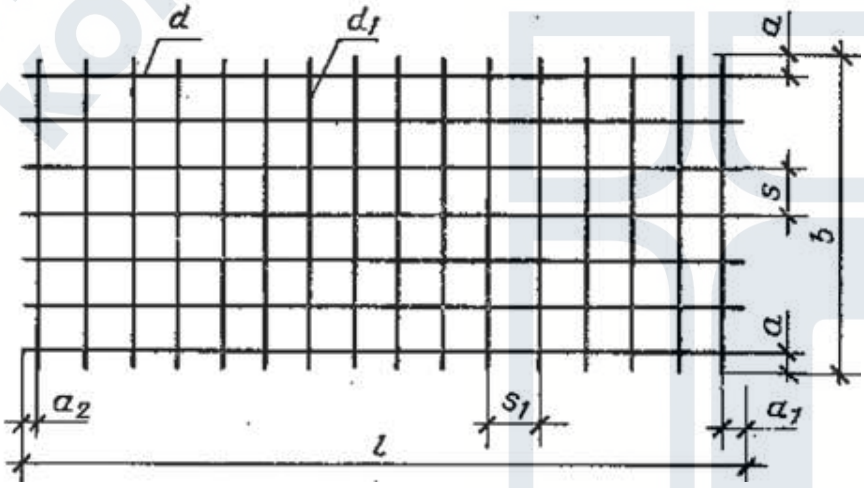


Рис. 2.1.1 Арматурная сетка по ГОСТ 23279-85

К тяжелым относят сетки, имеющие в одном направлении стержни диаметром 12 мм и более. К легким относят сетки с продольными и поперечными стержнями диаметром до 10 мм включительно.

Характеристики изготавливаемых сеток СПК приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики	**Линия «АЛИКС»**	**Линия EASYNET S**	**Линия АТТ-10/96**
Диаметр продольных стержней d, мм	3-5	5-16	4-8
Диаметр поперечных стержней d_1, мм	3-5	5-12	4-8
Выпуск продольный a_1 , мм	любой от 25	50-200	25-1500
Выпуск продольный a_2, мм	любой от 25	50-500	25-1500
Выпуск поперечный a, мм	любой до 50	от 15	от 50
Длина сетки l, мм	любая до 3000	2000-6000	250-6000
Ширина сетки b, мм	любая до 1050	1000-2400	
Шаг продольных стержней s, мм	50,100,150,200	100*, 150, 200	кратный 50
Шаг поперечных стержней s_1, мм	любой от 25	50-330	любой от 50

*при диаметре продольных стержней 10-16 мм шаг равен только 150, 200мм.

Сетки обозначают марками следующей структуры

$$x\mathrm{C}\frac{d}{d_1}b\mathrm{x}l,$$

где *x* - обозначение типа сетки (см. выше);

C - буквенное обозначение наименования сварной сетки (с добавлением для рулонных сеток индекса «р» - Ср);

d, d_1 - диаметр соответственно продольных и поперечных стержней с указанием класса арматурной стали;

b, *l* - соответственно ширина и длина сетки в сантиметрах.

В марке сетки дополнительно приводят:

для легких сеток, а также тяжелых сеток типа 3 с основным шагом продольных стержней 400 мм после диаметра стержней (через тире) значение шага стержней в миллиметрах;

для сеток с доборным шагом - соответственно над чертой или под чертой значения доборного шага продольных или поперечных стержней в миллиметрах (в скобках).

Для сеток с размерами выпусков поперечных и продольных стержней, отличающимися от 25 мм, марку сетки после обозначения длины сетки дополняют

$$\frac{a_1 + a_2}{a}$$

где a_1, a_2 - значения выпусков продольных стержней (при $a_1 = a_2$ приводят только одно значение в миллиметрах);

a - значение выпусков поперечных стержней в миллиметрах.

Условное обозначение сеток по ГОСТ 23279-85.

Примеры условных обозначений:

тяжелой сетки типа 1 с продольными стержнями из арматурной стали класса А-III диаметром 16 мм, с шагом 200 мм и с поперечными стержнями из арматурной стали класса А-III диаметром 8 мм, с шагом 200 мм, шириной 2050 мм и длиной 5850 мм, с выпусками продольных и поперечных стержней 25 мм:

$$1C\frac{16AIII}{8AIII}205x585$$

плоской легкой сетки типа 4 с продольными стержнями из арматурной стали класса А500С диаметром 10 мм и поперечными стержнями из арматурной проволоки класса Вр-I диаметром 5 мм, с шагом продольных и поперечных стержней 100 мм, шириной 2350 мм и длиной 4050 мм, с выпусками продольных стержней по 50 мм, и выпусками поперечных стержней 25 мм:

$$4C\frac{10A500C - 100}{5Bp1 - 100}235x405\frac{50}{25}$$

2.1.2 Сетка кладочная, дорожная

Сетка сварная кладочная, дорожная изготавливается из проволоки Вр-I диаметром 4 – 5 мм с размерами ячеек от 50 до 200 мм по ГОСТ 8478-81*.

Область применения кладочных, дорожных сеток:

- изготовление сборных железобетонных изделий и конструкций;
- армирование монолитных конструкций (перекрытий, фундаментов, стен);
- крепление штукатурного раствора, кирпичной кладки;
- крепление горных и шахтных выработок;
- в качестве ограждающих конструкций (сетчатые ограждения, клетки для содержания зверей и птиц);
- армирование дорожного полотна в дорожном строительстве.

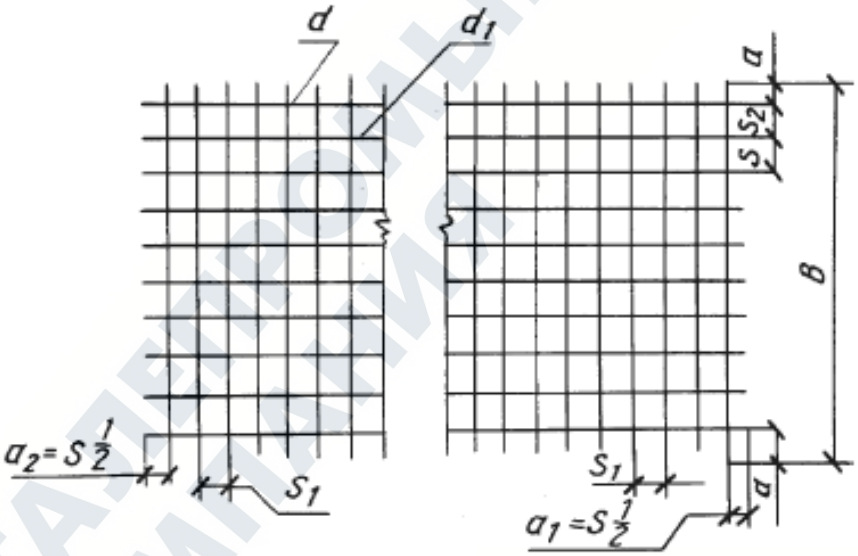


Рис. 2.1.2 Сетка сварная для железобетонных конструкций по ГОСТ 8478-81*

Характеристики выпускаемых кладочных, дорожных сеток производства СПК приведены в табл. 2.

Таблица 2

Размеры и вес сетки в картах и рулонах				Норма загрузки в вагон, т	Длина рулона, м.п.
Размер, м	**Ячейка, мм**	**Вес 1 м^2, кг**	**Вес 1 шт., кг**		
Сетка сварная из проволоки диаметром 4,0 мм					
2,0х0,38	50х50	3,85	2,93	47,88	
2,0х0,5	50х50	3,85	3,85	45,05	
2,0х0,4	50х50	3,85	3,08	50,45	
2,0х0,64	50х50	3,85	4,93	46,08	
2,0х0,74	50х50	3,85	5,70	39,96	
2,0х0,5	100х100	1,90	1,90	22,23	
2,0х0,4	100х100	1,90	1,52	24,90	
2,0х3,0	100х100	1,90	11,40	30,00	
2,0х6,0	100х100	1,90	22,80	30,00	
Сетка сварная из проволоки диаметром 5,0 мм					
2,0х0,5	100х100	2,89	2,89	26,01	
2,0х0,4	100х100	2,89	2,32	29,13	
2,0х3,0	100х100	2,89	17,34	19,07	
2,0х6,0	100х100	2,89	34,68	19,07	
2,0х0,6	150х150	1,95	2,6	13,00	
2,0х3,0	150х150	1,95	12,8	14,08	
2,0х6,0	150х150	1,95	25,56	14,08	
Сетка сварная в рулонах, диаметр проволоки 4,0 мм					
2,0	100х100	1,9	720	17,28	194
Сетка сварная в рулонах, диаметр проволоки 5,0 мм					
2,0	100х100	2,89	850	20,4	147
2,0	150х150	2,13	650	15,6	165

Кладочные сетки (диаметром 4, 5 мм) изготавливаются в технологических картах (плоскими); дорожные сетки (диаметром 5 мм) – в рулонах.

2.2 Арматурные каркасы

2.2.1 Плоские арматурные каркасы

Плоские арматурные каркасы изготавливают из стержней, расположенных в двух взаимно перпендикулярных направлениях и соединенных в местах пересечений контактной сваркой (крестообразное соединение).

Продукция соответствует ГОСТ 10922-90, что подтверждено сертификатом соответствия. Изготавливаются с квадратными или прямоугольными ячейками, а так же с треугольной раскосной решеткой.

Плоские каркасы имеют поперечные стержни, расположенные в одной плоскости и предназначенные для армирования линейных изгибаемых или растянутых железобетонных элементов и конструкций с малой шириной поперечного сечения. В одном направлении плоские каркасы имеют стержни одинакового диаметра.

Условное обозначение плоских каркасов выполнять по п. 2.1.1.

Характеристики плоских арматурных каркасов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Диаметр арматуры/круга	6-18 мм
Размер ячейки (шаг)	любой по требованию заказчика
Максимальное сочетание диаметров	32
Максимальный вес каркаса	50 кг
Длина каркаса	до 6 м
Ширина каркаса	до 0,5 м

2.2.2 Пространственные арматурные каркасы

Пространственные арматурные каркасы изготавливают следующими способами:

- из плоских арматурных каркасов путем приварки к продольным стержням поперечных стержней другого направления (рис. 2.2.1);

- путем нанизывания на продольные стержни скобо-гибочных изделий с точечной сваркой всех пересечений (рис. 2.2.3);

- путем навивки поперечной спиральной арматуры на продольную арматуру с точечной сваркой всех пересечений в процессе навивки (рис. 2.2.2).

Пространственные каркасы имеют различные сечения — треугольные, замкнутые, прямоугольные и криволинейные, с переменным сечением по длине и т. д.

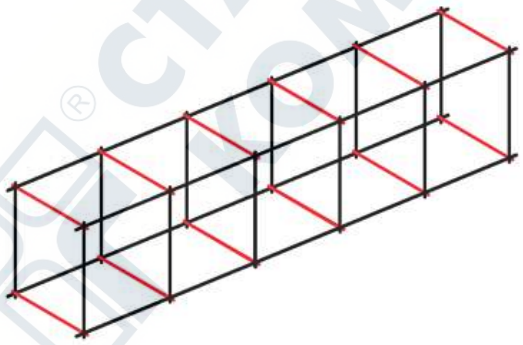


Рис. 2.2.1 Формирование пространственных каркасов из плоских

Рис. 2.2.2 Формирование пространственных каркасов путем навивки спиральной арматуры

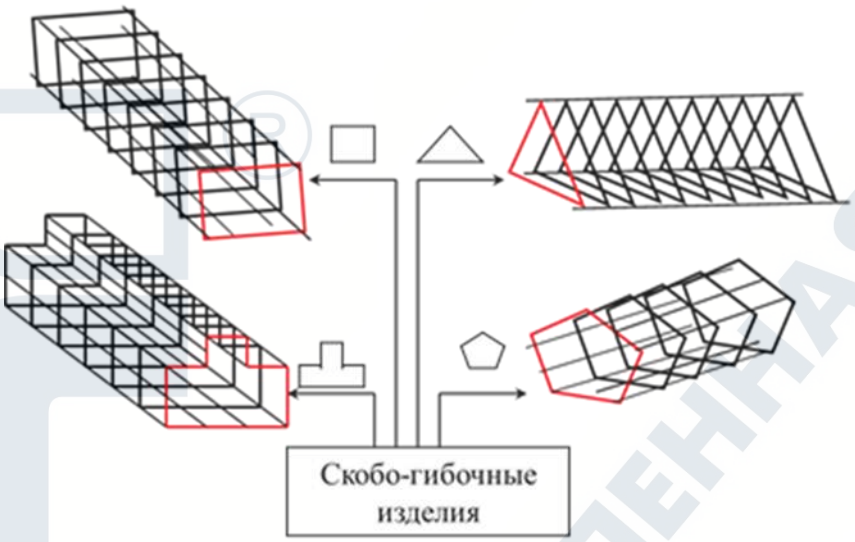


Рис. 2.2.3 Формирование пространственных каркасов с применением скобо-гибочных изделий

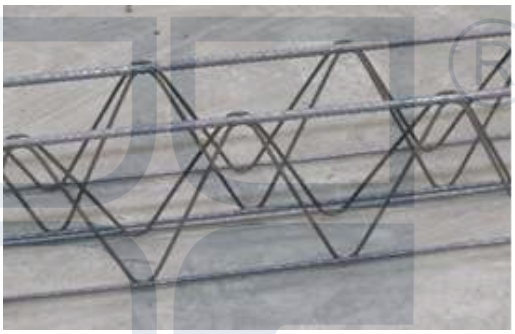
Характеристики пространственных арматурных каркасов, сформированных из скобо-гибочных изделий, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Диаметр связей	4-8 мм
Диаметр используемых СГИ	4-16 мм
Минимальный размер СГИ	150х150 мм
Максимальный размер СГИ	1000х1200 мм
Кол-во используемых связей	3 шт.*

*при размерах СГИ не более 200 мм кол-во связей – 2 шт.

2.2.3 Каркасы треугольные электросварные (фермы)



Треугольные электросварные каркасы выпускаются по ТУ 1276-003-77148144-2006. Основное назначение – обеспечение проектного положения верхней арматуры плит, балок и т.п. конструкций.

Применяются при возведении горизонтальных междуэтажных перекрытий и вертикальных стен монолитных зданий, а также для армирования железобетонных конструкций и изделий.

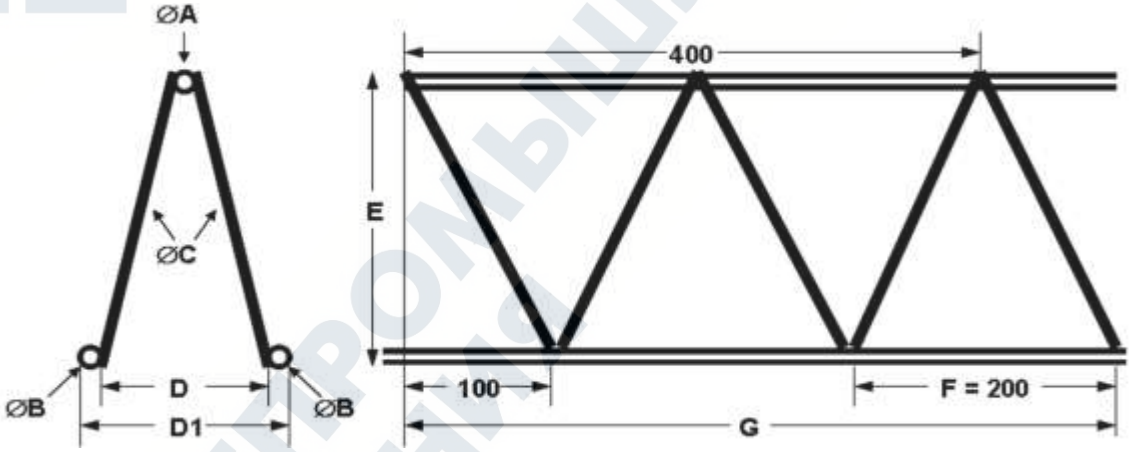


Рис. 2.2.4 Каркас треугольный электросварной (КТЭ)

Основные характеристики КТЭ изложены в табл. 5.

Таблица 5

Диаметр верхней направляющей	ØA	5-10 мм
Диаметр нижних направляющих	ØB	5-10 мм
Диаметр диагональных связей	ØC	5 мм
Ширина внутреннего основания каркаса	D	70-100 мм
Высота каркаса	E	70-270 мм
Длина каркаса	G	1600-12000 мм
Диагональный шаг арматуры	F	200 мм
Шаг резки	F/2	кратный 100 мм

Данная продукция является современным товаром-заменителем скобо-гибочных изделий («Лягушка», «змейка»), традиционно применяемых в монолитных плоских и тонкостенных конструкциях.

Пример условного обозначения:

каркас треугольный электросварной длиной 3000 мм, высотой 195 мм, шириной внутреннего основания 75 мм, с нижними направляющими из арматуры класса А-III (А400) диаметром 10 мм, с верхней направляющей из арматуры класса А-III (А-400) диаметром 8 мм и диагональными связями из арматурной проволоки Вр-1 диаметром 5 мм:

КТЭ 3000х195х75-10АIII(А400)-8АIII(А400)-5Вр-1 ТУ 1276-003-77148144

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

2.3 Отдельные стержни арматуры

Отдельные стержни для армирования конструкций изготавливают из арматуры и круга диаметром 4-40 мм, нарезанными в размер по желанию Заказчика.

Нарезку и правку арматуры и круга из бухт в прутки (отдельные стержни) СПК выполняет на автоматическом правильно-отрезном станке. Диаметр арматуры и круга от 4 до 12 мм. Длина прутков при диаметре до 8 мм может быть не более 6 м, при диаметре 8-12 мм длина прутков может быть до 7 м.

Пример условного обозначения:

арматурная сталь диаметром 12 мм, класса А-III (А400), длиной 6000 мм:

12-А-III (А400) ГОСТ 5781-82* L=6000

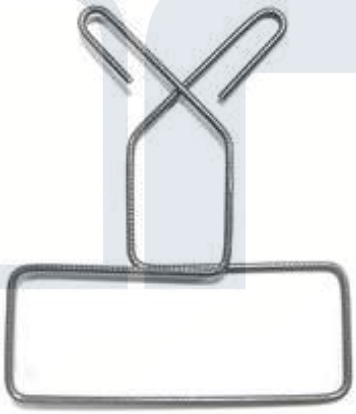
прокат круглый диаметром 8 мм, длиной 3500 мм:

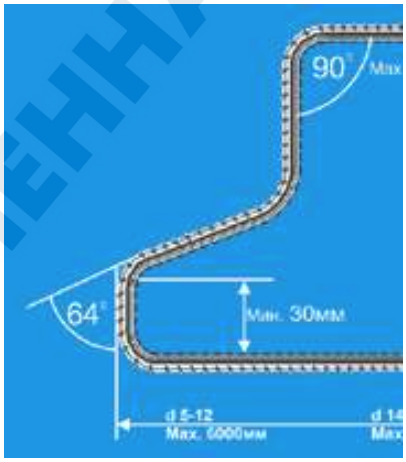
Круг 8 ГОСТ 2590-88 L=3500

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

2.4 Скобо-гибочные изделия

Скобо-гибочные изделия используются для формирования каркасов железобетонных изделий различной конфигурации, а также изготовления различных изделий из гнутой арматуры, проволоки, круга.

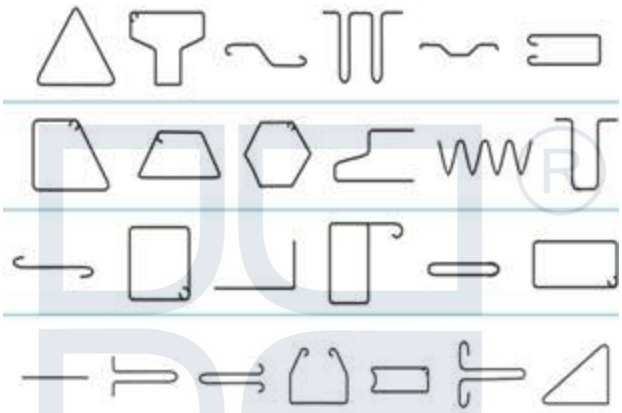




Ассортимент изделий стандартной формы насчитывает 50 конфигураций из арматурной стали диаметром до 12 мм, и 25 изделий стандартной формы из арматуры диаметром свыше 12 мм.

Заготовки диаметром до 12 мм

Заготовки диаметром свыше 12 мм



Характеристики выпускаемой продукции приведены в табл. 6.

Таблица 6

Показатель	**Диаметр заготовки**	
	Ø6-12мм	**Ø14-40мм**
Количество выполняемых сторон (протяжка и профилирование), шт	1-28	Показатели зависят от конфигураци и изделия
Количество выполняемых загибов (изгибов и углов), шт	1-27	
Длина вертикальной стороны max, мм	2000	
Длина первой стороны min (в зависимости от диаметра), мм	35-80	
Длина последней стороны min (в зависимости от диаметра), мм	20-30	
Длина последней стороны max, мм	6000	
Угол изгиба по часовой стрелке max	180°	
Угол изгиба против часовой стрелки max	180°	
Точность изгиба	1°	3-5°

Возможность изготовления скобо-гибочного изделия оценивают по эскизам Заказчика.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

2.5 Прокат арматурный холоднодеформированный

Прокат арматурный холоднодеформированный класса В500С производится по ГОСТ Р 52544-2006, что подтверждено сертификатами соответствия № РОСС RU.СГ 43.1101481.

Конфигурация производимого на предприятии холоднодеформированного проката представляет собой трехсторонний серповидный периодический профиль. Сырьем для производства служит катанка по ГОСТ 2590-88.

Рис. 2.5.1 Прокат арматурный холоднодеформированный класса В500С

Холоднодеформированная арматура используется для:

- армирования железобетонных конструкций;
- производства сварных арматурных сеток, арматурных каркасов;
- изготовления закладных деталей для бетона.

Применение данного проката в строительстве предусмотрено СНиП 52-01-2003, а в соответствии с СП 52-010-2003 НИИЖБ рекомендует сталь класса В500С для применения в строительстве наряду с А500С и взамен горячекатаной арматуры класса А400 (А-III).

Благодаря низкому содержанию углерода и механическому упрочнению, холоднодеформированная арматура обладает улучшенной свариваемостью по сравнению с горячекатаной арматурой класса А400 (А-III), повышенной вязкостью и долговечностью, а также ее расчетное сопротивление на растяжение и сжатие выше, чем у горячекатаной арматуры тех же диаметров, что обеспечивает снижение расхода арматуры на 10-15%.

Дополнительным преимуществом холоднодеформированной арматуры является то, что она имеет трехсторонний периодический профиль с прокатной маркировкой по ГОСТ Р 52544, что позволяет производить ее высококачественную правку на правильно-отрезных станках, высокую

свариваемость, обусловленную соответствующим химическим составом применяемой стали.

Так как холоднодеформированная арматура может изготавливаться в бухтах (мотках), то при ее технологическом переделе практически отсутствуют отходы, что ведет к сокращению непроизводственных затрат и снижению себестоимости изделий.

Характеристики арматуры В500С, выпускаемой СПК, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Класс	**Диаметр арматуры, мм**	**Упаковка**	**Вес упаковки, т**	**Размеры упаковки**
В500С	6; 8;10; 12	мотки	вес мотка до 2,6т	внутренний Ø600мм высота мотка 860мм
	6; 8;10; 12	прутки	вес пачки до 2,6т	длина прутков до 6м

В настоящий момент возможно производство только диаметров 5-10 мм, что связано с отсутствием сырья под диаметры 4 мм и 12 мм.

Прутки изготовляют:

- мерной длины (МД), длиной до 6 м;
- немерной длины (НД) в пределах до 6 м.

Предельные отклонения по длине прутков мерной длины — плюс 100 мм.

Кривизна прутков не должна превышать 0,6 % измеряемой длины.

Примеры условных обозначений:

арматурный прокат в прутках, номинальным диаметром 10 мм, класса В500С, мерной длины (МД) 6000 мм:

Пруток 10х6000 — В500С ГОСТ Р 52544-2006

арматурный прокат в мотках номинальным диаметром 8 мм, класса В500С:

Моток 8-В500С ГОСТ Р 52544-2006

3 Требования к изделиям и материалам

В соответствии с СП 52-101-2003 для обеспечения несущей способности, пригодности к нормальной эксплуатации и долговечности железобетонных конструкций помимо требований, определяемых необходимыми проверочными расчетами, следует выполнять конструктивные требования по армированию (толщине защитного слоя бетона, анкеровке и соединениям арматуры, содержанию и расположению арматуры).

3.1 Защитный слой бетона

Арматура, расположенная внутри сечения конструкции, должна иметь защитный слой бетона (расстояние от поверхности арматуры до соответствующей грани конструкций), чтобы обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды (в том числе при наличии агрессивных воздействий);
- огнестойкость и огнесохранность.

Толщину защитного слоя бетона назначают исходя из этих требований с учетом типа конструкций, роли арматуры в конструкциях (продольная рабочая, поперечная, распределительная, конструктивная арматура), условий окружающей среды и диаметра арматуры.

Минимальные значения толщины слоя бетона рабочей арматуры следует принимать по табл. 8.

Для сборных элементов минимальные значения толщины защитного слоя бетона рабочей арматуры, указанные в табл. 8, уменьшают на 5 мм.

Для конструктивной арматуры минимальные значения толщины защитного слоя бетона принимают на 5 мм меньше по сравнению с требуемыми для рабочей арматуры.

Таблица 8

Условия эксплуатации конструкций зданий	Толщина защитного слоя бетона (мм), не менее
В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности	20
В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	25
На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	30
В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в фундаментах при наличии бетонной подготовки	40

Во всех случаях толщину защитного слоя бетона следует также принимать не менее диаметра стержня арматуры.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

3.2 Анкеровка арматуры

Анкеровку арматуры осуществляют одним из следующих способов или их сочетанием:

- в виде прямого окончания стержня (прямая анкеровка);
- с загибом на конце стержня в виде крюка, отгиба (лапки) или петли;
- с приваркой или установкой поперечных стержней;
- с применением специальных анкерных устройств на конце стержня.

При расчете длины анкеровки арматуры следует учитывать способ анкеровки, класс арматуры и ее профиль, диаметр арматуры, прочность бетона и его напряженное состояние в зоне анкеровки, конструктивное решение элемента в зоне анкеровки (наличие поперечной арматуры, положение стержней в сечении элемента и др.).

Базовую (основную) длину анкеровки, необходимую для передачи усилия в арматуре с полным расчетным значением сопротивления R_s на бетон, определяют по формуле

$$l_{0.an} = \frac{R_s A_s}{R_{bond}\, u_s} \qquad (3.1)$$

где A_s и u_s - соответственно площадь поперечного сечения анкеруемого стержня арматуры и периметр его сечения, определяемые по номинальному диаметру стержня;

R_{bond} - расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле:

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt} \qquad (3.2)$$

где η_1 - коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным:

1,5 - для гладкой арматуры (класс А240);

2,0 - для холоднодеформированной арматуры периодического профиля (класс В500);

2,5 - для горячекатаной и термомеханически упрочненной арматуры периодического профиля (классов А300, А400 и А500);

2,8 - для арматуры класса А500СП по ТУ 14-1-5526-2006;

η_2 - коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры, принимаемый равным:

1,0 - при диаметре арматуры $d_s \leq 32$;

0,9 - при диаметре арматуры 36 и 40 мм всех видов.

Требуемую расчетную длину анкеровки арматуры с учетом конструктивного решения элемента в зоне анкеровки определяют по формуле:

$$l_{an} = \alpha l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} \qquad (3.3)$$

где $l_{0,an}$ - базовая длина анкеровки, определяемая по формуле (3.1);

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

α - коэффициент, учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры и конструктивного решения элемента в зоне анкеровки.

При анкеровке стержней периодического профиля с прямыми концами (прямая анкеровка) или гладкой арматуры с крюками или петлями без дополнительных анкерующих устройств для растянутых стержней принимают $\alpha = 1{,}0$, а для сжатых $\alpha = 0{,}75$.

В любом случае фактическую длину анкеровки принимают не менее $0{,}3l_{o,an}$, а также не менее $15d_s$ и 200 мм.

При отсутствии проектных решений значение расчетной длины анкеровки принимать:

$$l_{an} = \lambda_{an} \cdot d_s \qquad (3.4)$$

где λ_{an} - относительная длина анкеровки для стержней работающих с полным расчетным сопротивлением диаметром менее 36 мм, принимаемая по табл. 9.

Относительная длина анкеровки арматуры $\lambda_{an} = l_{an} \cdot d_s$ при бетоне классов

Таблица 9

Напряженное состояние арматуры	**Класс арматуры**	**B10**	**B15**	**B20**	**B25**	**B30**	**B35**	**B40**	**B45**	**B50**	**B55**	**B60**
Растянутая, $l_{an} \geq 200$ мм	A240 (A-I)	64	48	40	34	31	28	26	24	22	21	20
	A300 (A-II)	48	36	30	26	23	21	19	18	17	16	15
	A400 (A-III)	63	47	39	34	31	27	25	24	22	21	20
	A500 (A500C)	78	58	48	41	38	33	31	29	27	26	24
	B500 (Bp l, B500C)	93	69	58	49	45	40	37	35	32	31	29
Сжатая, $l_{an} \geq 200$ мм	A240 (A-I)	48	36	30	26	23	21	19	18	17	16	15
	A300 (A-II)	36	27	23	19	18	16	15	15	15	15	15
	A400 (A-III)	48	36	30	25	23	20	19	18	17	16	15
	A500 (A500C)	58	44	36	31	28	25	23	22	20	19	18
	B500 (Bp l, B500C)	69	52	43	37	34	30	28	26	24	23	22

Примечания:

1 При расчете с учетом только постоянных и временных длительных нагрузок значения λ_{an} следует делить на γ_{b2}=0,9.

2 Для диаметров арматуры 36 и 40 мм значения λ_{an} следует делить на η_2 = 0,9.

3.3 Соединения арматурных стержней сваркой

При соединении арматуры всех видов с использованием сварки выбор типов сварного соединения и способов сварки производят с учетом условий эксплуатации, свариваемости стали и требований по технологии изготовления в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ 14098-91).

При соединении стержней с нахлестом (рис. 3.3.1) с использованием ручной дуговой сварки длину шва принимают не менее значений, приведенных в табл. 10.

Таблица 10

Класс арматурной стали	Длина сварного шва *l*, не менее
А240	6*d*
А300	8*d*
А400	8*d*
А500С	10*d*
В500С	10*d*

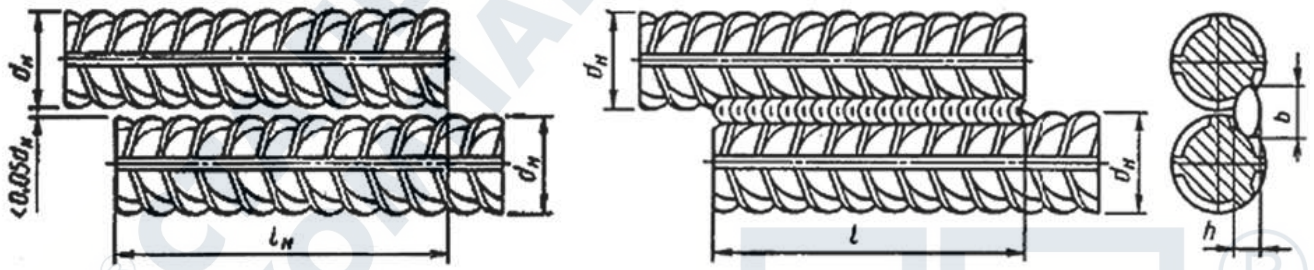


Рис. 3.3.1. Соединение арматурных стержней ручной дуговой сваркой

3.4 Соединения арматурных стержней и изделий без сварки

Стыки арматуры внахлестку (без сварки) применяют при стыковании стержней с диаметром рабочей арматуры не более 40 мм.

Стыки растянутой или сжатой арматуры должны иметь длину перепуска (нахлестки) не менее значения длины l_l определяемого по формуле

$$l_l = \alpha l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} \qquad (3.5)$$

где $l_{0,an}$ - базовая длина анкеровки, определяемая по формуле (3.1);

$A_{s,cal}$; $A_{s,ef}$ - по 3.2;

α - коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния арматуры, конструктивного решения элемента в зоне соединения стержней, количество стыкуемой арматуры в одном сечении по отношению к общему количеству арматуры в этом сечении, расстояния между стыкуемыми стержнями.

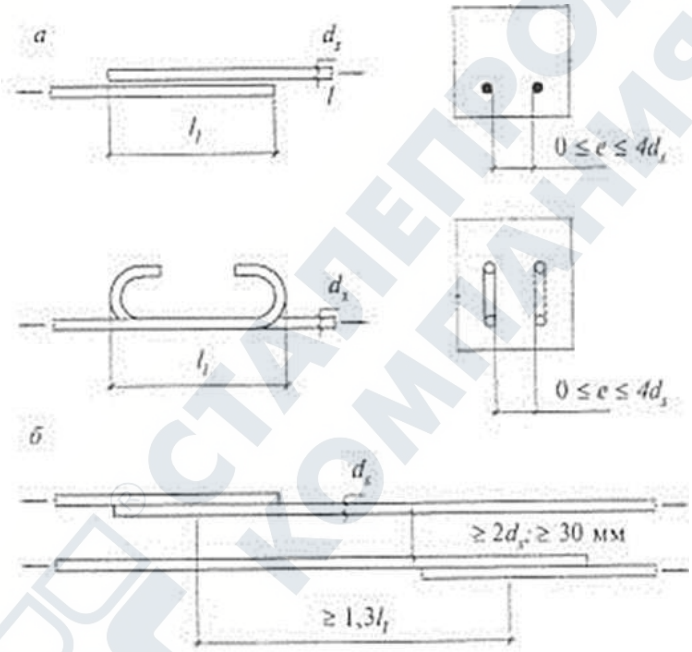


Рис.3.4.1 Расположение стержней, стыкуемых внахлестку и самих стыков

а - расположение стержней в стыке;

б - расположение стыков

При соединении арматуры периодического профиля с прямыми концами, а также гладких стержней с крюками или петлями без дополнительных анкерующих устройств коэффициент α для растянутой арматуры принимают равным 1,2, а для сжатой арматуры - 0,9. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

- относительное количество стыкуемой в одном расчетном сечении элемента рабочей растянутой арматуры периодического профиля должно быть не более 50 %, гладкой арматуры (с крюками или петлями) - не более 25 %;

- усилие, воспринимаемое всей поперечной арматурой, поставленной в пределах стыка, должно быть не менее половины усилия, воспринимаемого стыкуемой в одном расчетном сечении элемента растянутой рабочей арматурой;

- расстояние между стыкуемыми рабочими стержнями арматуры не должно превышать $4d_s$ (рис. 3.4.1);

- расстояние между соседними стыками внахлестку (по ширине железобетонного элемента) должно быть не менее $2d_s$ и не менее 30 мм (рис. 3.4.1).

В качестве одного расчетного сечения элемента, рассматриваемого для определения относительного количества стыкуемой арматуры в одном сечении, принимают участок элемента вдоль стыкуемой арматуры длиной 1,3 l_l. Считается, что стыки арматуры расположены в одном расчетном сечении, если центры этих стыков находятся в пределах длины этого участка.

Допускается увеличивать относительное количество стыкуемой в одном расчетном сечении элемента рабочей растянутой арматуры до 100 %, принимая значение коэффициента а равным 2,0. При относительном количестве стыкуемой в одном расчетном сечении арматуры периодического профиля более 50 % и гладкой арматуры более 25 % значения коэффициента α определяют по линейной интерполяции.

При наличии дополнительных анкерующих устройств на концах стыкуемых стержней (приварка поперечной арматуры, загиб концов стыкуемых стержней периодического профиля и др.) длина перепуска стыкуемых стержней может быть уменьшена, но не более чем на 30 %.

В любом случае фактическая длина перепуска должна быть не менее 0,4 $\alpha\ l_{0,an}$, не менее $20d_s$ и не менее 250 мм.

При отсутствии проектных решений длину перепуска (нахлестки) арматуры следует принимать:

$$l_l = \lambda_l \cdot d_s \qquad (3.6)$$

где λ_l - относительная длина перепуска (нахлестки) арматуры, принимаемая по табл. 11.

Относительная длина перепуска арматуры $\lambda_l = l_l \cdot d_s$ при бетоне классов

Таблица 11

Напряженное состояние арматуры	**Класс арматуры**	**B10**	**B15**	**B20**	**B25**	**B30**	**B35**	**B40**	**B45**	**B50**	**B55**	**B60**
Растянутая, $l_l \geq 250$ мм	A240 (A-I)	77	58	48	41	37	34	31	29	26	25	24
	A300 (A-II)	58	43	36	31	28	25	23	22	20	20	20
	A400 (A-III)	76	56	47	41	37	32	30	29	26	25	24
	A500 (A500C)	94	70	58	49	46	40	37	35	32	31	29
	B500 (Bp l, B500C)	112	83	70	59	54	48	44	42	38	37	35
Сжатая, $l_l \geq 250$ мм	A240 (A-I)	58	43	36	31	28	25	23	22	20	20	20
	A300 (A-II)	43	32	27	23	21	20	20	20	20	20	20
	A400 (A-III)	57	42	35	31	28	24	23	22	20	20	20
	A500 (A500C)	70	52	43	37	34	30	28	26	24	23	22
	B500 (Bp l, B500C)	84	62	52	44	41	36	33	32	29	28	26

Примечания:

1 При расчете с учетом только постоянных и временных длительных нагрузок значения λ_l следует делить на γ_{b2}=0,9.

2 Для диаметров арматуры 36 и 40 мм значения λ_l следует делить на η_2 = 0,9.

3.5 Механические стыковые соединения арматуры

При использовании для стыков арматуры механических устройств в виде муфт (муфты на резьбе, спрессованные муфты и т.д.) несущая способность муфтового соединения должна быть такой же, что и стыкуемых стержней (соответственно при растяжении или сжатии). Концы стыкуемых стержней следует заводить на требуемую длину в муфту, определяемую расчетом или опытным путем.

При использовании муфт на резьбе должна быть обеспечена требуемая затяжка муфт для ликвидации люфта в резьбе.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

3.6 Размещение арматуры в сечении

Минимальные расстояния в свету между стержнями арматуры следует принимать такими, чтобы обеспечить совместную работу арматуры с бетоном и качественное изготовление конструкций, связанное с укладкой и уплотнением бетонной смеси, но не менее наибольшего диаметра стержня, а также не менее:

25 мм - при горизонтальном или наклонном положении стержней при бетонировании для нижней арматуры, расположенной в один или два ряда;

30 мм - то же, для верхней арматуры;

50 мм - то же, при расположении нижней арматуры более чем в два ряда (кроме стержней двух нижних рядов), а также при вертикальном положении стержней при бетонировании.

При стесненных условиях допускается располагать стержни группами - пучками (без зазора между ними). При этом расстояния в свету между пучками должны быть также не менее приведенного диаметра стержня, эквивалентного по площади сечения пучка арматуры, принимаемого равным:

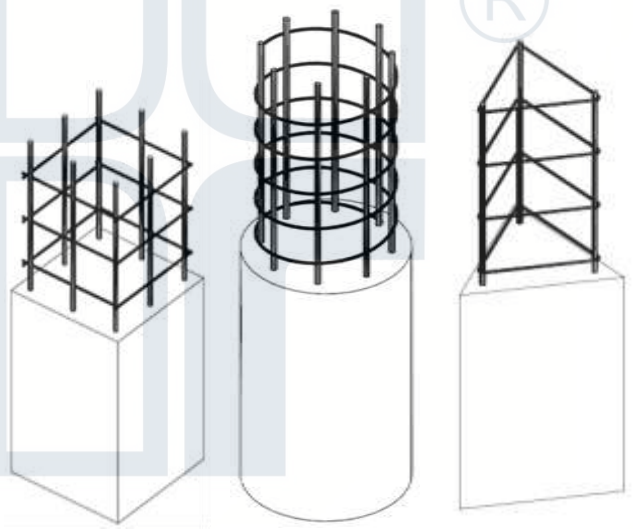
$$d_{s,red} = \sqrt{\sum_{1}^{n} d^2_{si}} \qquad (3.7)$$

где d_{si} - диаметр одного стержня в пучке;

n - число стержней в пучке.

4 Схемы армирования конструкций

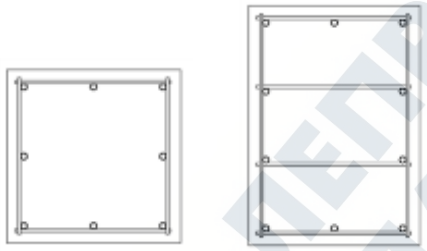
4.1 Колонны



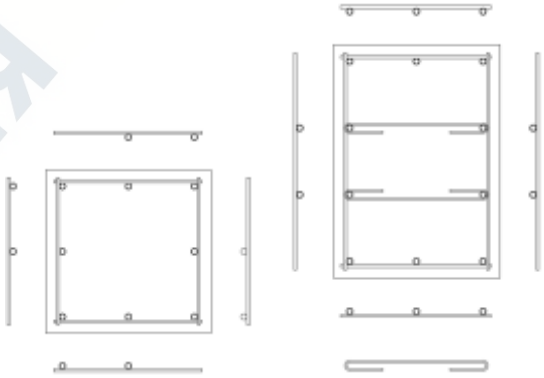
Оптимальные конструктивные параметры колонн из монолитного железобетона устанавливаются на основе технико-экономического анализа.

Армирование осуществляется в соответствии с расчетом и конструктивными требованиями СП 52-101-2003.

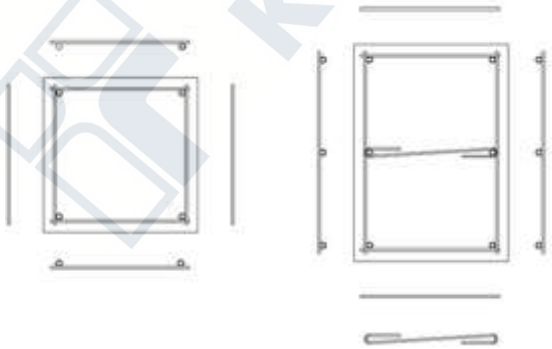
Примеры армирования колонн



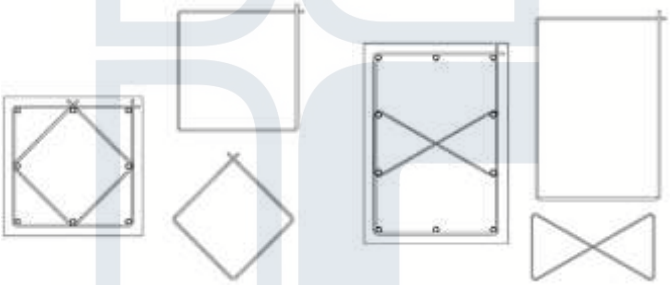
а – готовыми пространственными каркасами



б – готовыми плоскими каркасами



в – готовыми плоскими каркасами и отдельными стержнями



г – отдельными стержнями и скобо-гибочными изделиями

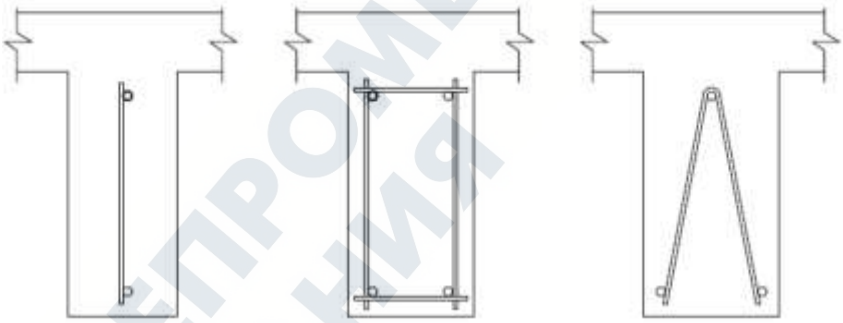
СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

4.2 Балки

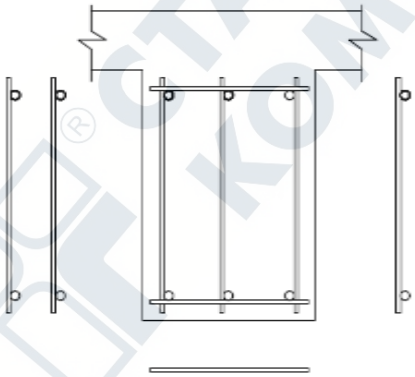
По количеству пролетов и характеру опирания балки из монолитного железобетона могут быть однопролетные свободно лежащие, однопролетные защемленные на одной или обеих опорах, многопролетные неразрезные и консольные. Монолитные железобетонные балки применяют в зданиях и сооружениях отдельно или в составе перекрытий, фундаментов и других конструкций.

Форму поперечных сечений монолитных балок обычно принимают прямоугольной или тавровой (с полкой сверху или снизу). Возможны и другие виды поперечных сечений балок (двутавровая, трапецеидальная, коробчатая и др.).

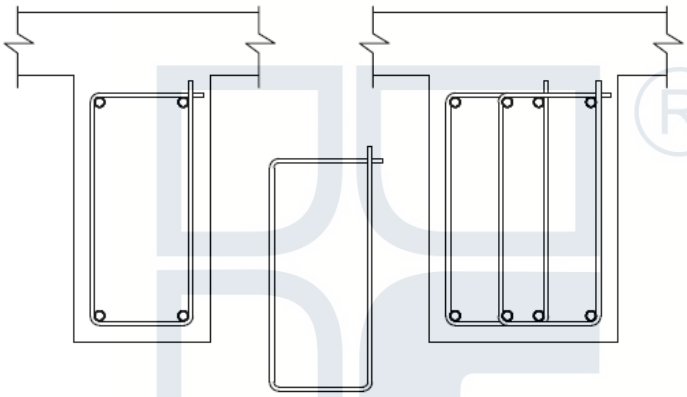
Примеры армирования балок



а – готовыми плоскими и пространственными каркасами



б – готовыми плоскими каркасами и отдельными стержнями



в – отдельными стержнями и скобо-гибочными изделиями

4.3 Плиты перекрытия

Монолитные железобетонные плиты перекрытий могут быть полностью или частично опертыми по контуру, со свободным опиранием или с защемлением на опорах. В практике монолитного строительства достаточно часто встречаются плиты, защемленные по одной кромке (консольные) и опертые в точках (углах), например плиты безбалочных перекрытий.

По расчетной схеме плиты подразделяют на балочные (однопролетные - разрезные, неразрезные - многопролетные, консольные) и работающие в двух направлениях, которые могут быть однопролетными (с шарнирным или нешарнирным опиранием по кромкам) или многопролетными неразрезными.

К балочным плитам относят: прямоугольные равномерно нагруженные плоские плиты, опертые по двум противоположным сторонам, а также плиты, опертые по контуру либо защемленные по трем или четырем сторонам при соотношении сторон (пролетов), большем определенного граничного значения.

К работающим в двух направлениях считают все не относящиеся к балочным плиты, в том числе непрямоугольные в плане (круглые, кольцевые и др.), а также опертые в точках (например, плиты безбалочных перекрытий).

Примеры армирования плит

а – готовыми сетками в одном уровне

б – готовыми сетками в двух уровнях с применением поддерживающих электросварных треугольных арматурных каркасов (ферм)

5 Технико-экономическое сравнение вариантов армирования конструкций отдельными стержнями и готовыми изделиями ЗАО «Сталепромышленная компания»

Как показывает практика проектирования, замена армирования одиночными стержнями плоскостных несущих конструктивных элементов монолитных зданий (фундаменты, перекрытия, стены) на армирование унифицированными сетками позволяет значительно снизить трудозатраты по армированию. Примеры конструирования рабочего армирования фрагмента перекрытия и колонны гражданского здания одиночными стержнями и готовыми изделиями (сетками, каркасами) производства СПК приведены на рис. 5.1 и 5.2.

Экономический эффект достигается за счет резкого снижения трудоемкости и стоимости арматурных работ на строительной площадке за счет применения укрупненных готовых арматурных изделий, полного или частичного исключения ручной арматурной вязки (сварки) и разработки/изготовления штучных арматурных изделий.

5.1 Армирование перекрытий отдельными стержнями и готовыми изделиями СПК

Нормы времени при армировании безбалочного перекрытия из расчета на 1 т установленной арматуры приведены в табл. 12.

Таблица 12

	Вариант армирования	**Норма времени, ч.час./т**
1	Армирование отдельными стержнями вязкой арматуры до 12мм	21,0
2	Армирование готовыми изделиями СПК (вручную)	5,55

Пример армирования перекрытия показан на рис. 5.1.

Расчет экономического эффекта армирования перекрытия готовыми изделиями из расчета на 1 т установленной арматуры выполняется на основании трудозатрат с учетом стоимости арматуры и стоимости готовых изделий СПК.

Тарифная ставка арматурщика (на территории Свердловской области) – 130 руб./час.

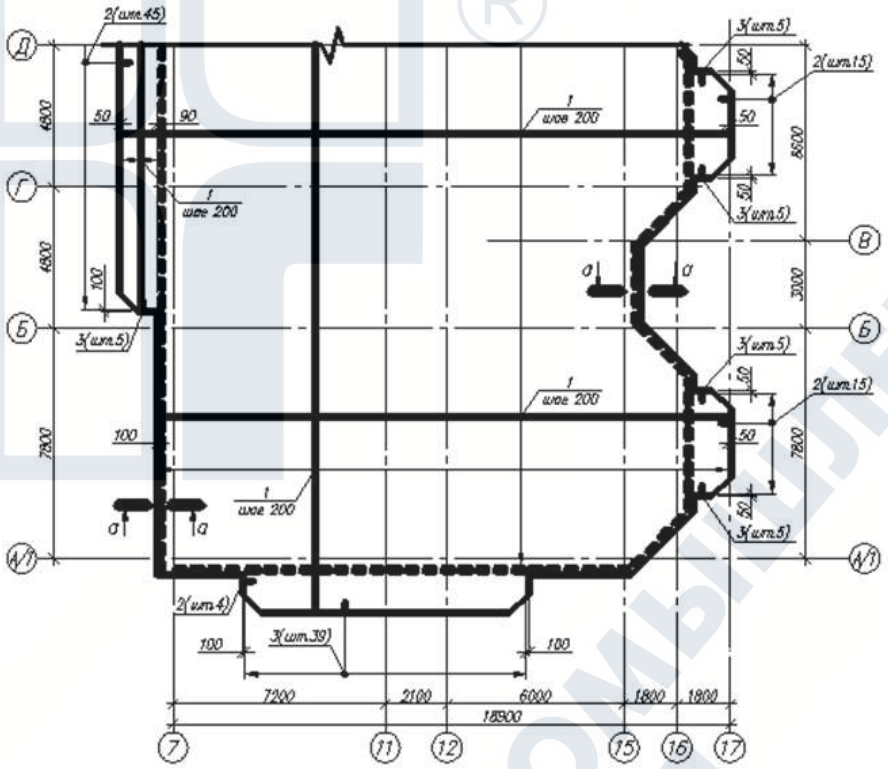
Стоимость арматуры – 22500 руб./т.

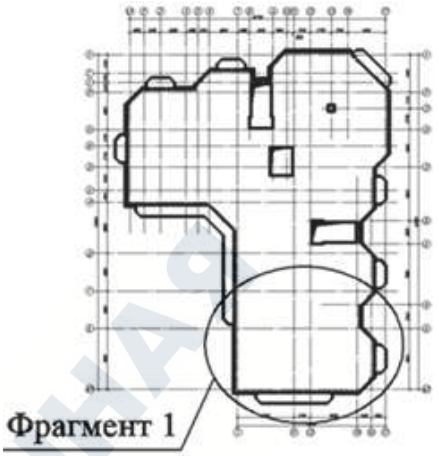
Стоимость готовых изделий производства СПК – 26493 руб./т.

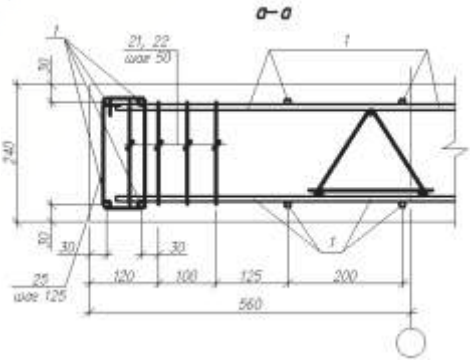
Экономический эффект армирования перекрытия готовыми изделиями СПК из расчета на 1 т установленной арматуры составляет – 2515,5 руб./т.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

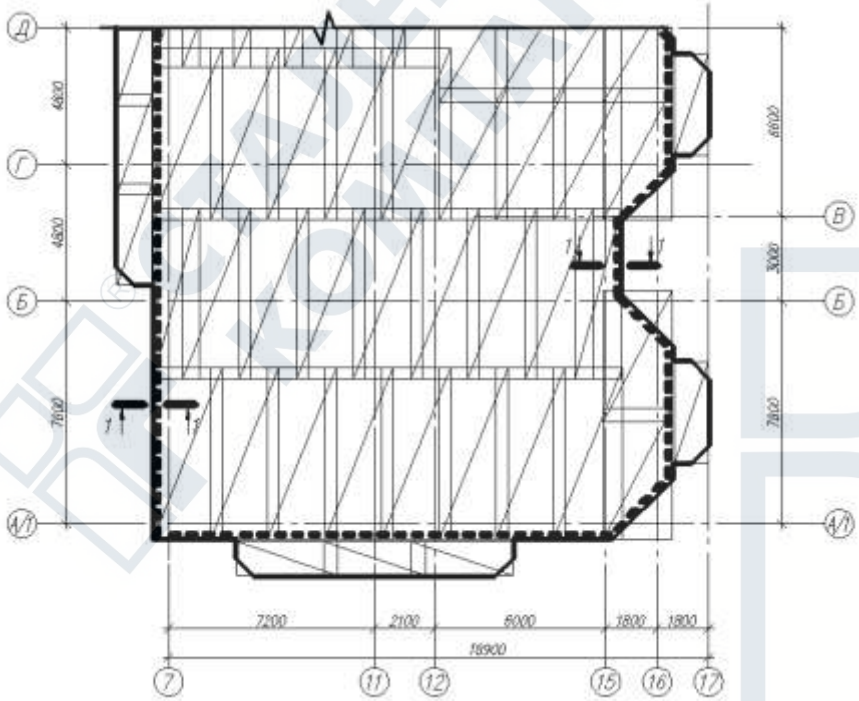
Вариант 1. Армирование перекрытия отдельными стержнями







Вариант 2. Армирование перекрытия готовыми сетками СПК



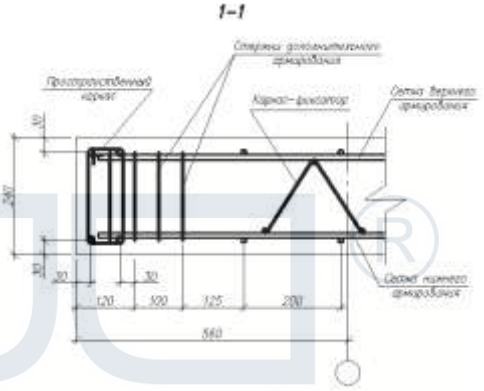


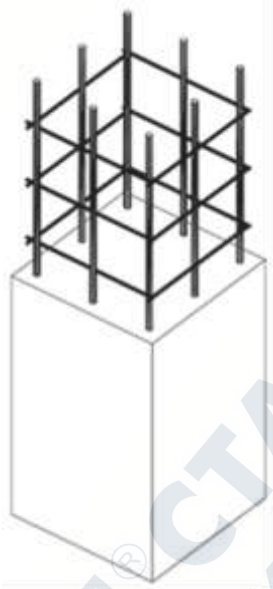
Рис. 5.1 Армирование перекрытия (к расчету экономической эффективности применения готовых изделий СПК)

5.2 Армирование колонн отдельными стержнями и готовыми изделиями СПК

Нормы времени при армировании колонн отдельными стержнями и готовыми изделиями (пространственными каркасами) производства СПК из расчета на 1 т установленной арматуры приведены в табл. 13.

Таблица 13

	Вариант армирования	**Норма времени, ч.час./т**
1	Армирование отдельными стержнями вязкой арматуры до 18мм	12,0
2	Армирование готовыми изделиями СПК массой до 100 кг (вручную)	3,6



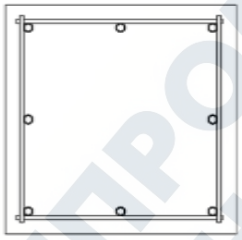


Рис. 5.2 Армирование колонны (к расчету экономической эффективности применения готовых изделий СПК)

Расчет экономического эффекта армирования колонн готовыми изделиями из расчета на 1 т установленной арматуры выполняется на основании трудозатрат с учетом стоимости арматуры и стоимости готовых изделий СПК.

Тарифная ставка арматурщика (на территории Свердловской области) – 130 руб./час.

Стоимость арматуры – 22500 руб./т.

Стоимость готовых изделий производства СПК – 26493 руб./т.

Экономический эффект армирования колонн готовыми изделиями СПК из расчета на 1 т установленной арматуры составляет – 1599 руб./т.

Перечень нормативных документов:

В настоящем «Альбоме технических решений» использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия
2. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции
3. СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
4. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры
5. ГОСТ 2590-88 Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент
6. ГОСТ 5781-82* Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
7. ГОСТ 6727-80* Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
8. ГОСТ 8478-81* Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия
9. ГОСТ 10922-90 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия
10. ГОСТ 23279-85 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия
11. ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры
12. ГОСТ Р 52544-2006 Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
13. ТУ 14-1-5526-2006 Прокат арматурный класса А500СП с эффективным периодическим профилем

14. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). - М.: Стройиздат, 1978. - 175 с.
15. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). - М.: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2005. - 214 с.

СТАЛЕПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ