

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е.В. Иванчук, С.Г. Османов

ВОЗВЕДЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ  
ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА:  
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону  
ДГТУ  
2021

УДК 693.5

И23

*Рецензент*

доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой «Железобетонные и каменные конструкции»

*Д.Р. Маилян*

(Донской государственный технический университет)

**Иванчук, Елена Валентиновна.**

И23      Возведение фундаментов из монолитного железобетона: материалы и технологии : учебное пособие / Е.В. Иванчук, С.Г. Османов ; Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2021. – 102 с.

ISBN 978-5-7890-1968-9

Рассмотрены материалы, применяемые при возведении монолитных железобетонных конструкций, а также технологии возведения монолитных железобетонных фундаментов стаканного типа.

Предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, изучающих дисциплину «Технологические процессы в строительстве», а также может быть полезно инженерно-техническим работникам строительных подрядных организаций, занимающихся разработкой и внедрением рациональных организационно-технологических решений.

УДК 693.5

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Донского государственного технического университета

© Иванчук Е.В., Османов С.Г., 2021

© Донской государственный  
технический университет, 2021

ISBN 978-5-7890-1968-9

## Предисловие

В настоящее время строительное производство характеризуется интенсивным применением монолитного бетона. Устройство фундаментов и подземных частей зданий и сооружений из монолитного железобетона – наиболее распространенный вариант применения монолитных технологий. Курсовой проект (работа) «Разработка технологической карты на устройство монолитных железобетонных столбчатых фундаментов» позволит обучающимся приобрести навыки самостоятельного проектирования производства строительно-монтажных работ в области технологии монолитного железобетона.

Целями выполнения проекта (работы) являются закрепление теоретического материала раздела при изучении дисциплины «Технологические процессы в строительстве» и приобретение навыков проектирования технологии строительных процессов при разработке технологической карты на устройство монолитных железобетонных столбчатых фундаментов.

Задачами выполнения проекта (работы) являются: формирование знаний в области теоретических основ производства бетонных работ, строительных материалов и изделий для монолитных работ; знаний о технических средствах и методах их выбора; умений и навыков анализа состава строительных процессов при производстве бетонных работ, а также эффективной организации технологических процессов и оценки выполнения бетонных работ.

В результате выполнения работы обучающийся должен:

Знать:

- основную нормативную документацию в строительстве по производству бетонных работ;
- основные положения и задачи строительного производства при осуществлении бетонных работ;
- технологию выполнения простых и комплексных строительных процессов монолитных бетонных работ;
- требования к контролю качества строительной продукции и требования по обеспечению охраны труда;
- методику определения потребления ресурсов при производстве бетонных работ.

Уметь:

- определять состав строительных процессов и объемы работ;
- осуществлять подбор средств механизации, технологической оснастки и необходимого количества рабочих при выполнении строительных процессов;
- рассчитывать технико-экономические показатели при выполнении строительных процессов бетонных работ;
- разрабатывать организационно-технологические схемы выполнения строительных процессов;
- разрабатывать календарный план выполнения строительных процессов.

Владеть:

- инженерной терминологией в области производства бетонных работ;
- методикой подготовки документации при производстве бетонных работ;
- навыками организации рабочих мест, их технического оснащения, размещения технологического оборудования и осуществления контроля соблюдения правил техники безопасности при производстве бетонных работ.

# 1. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

## 1.1. Бетоны и бетонные смеси

При возведении монолитных железобетонных конструкций фундаментов зданий и спецсооружений промышленного и гражданского назначения применяют бетонные смеси тяжелого и мелкозернистого бетонов, отвечающие требованиям ГОСТ 7473, ГОСТ 26633, параграфов 5.1 и 5.2 СП 70.13330, а также гл. 6 СП 435.1325800. При этом если речь идет о фундаментах высотных (т. е. высотой более 75 м) объектов строительства, то такие смеси должны дополнительно удовлетворять требованиям параграфа 5.3 СП 412.1325800.

Для приготовления бетонных смесей следует применять портландцементы и шлакопортландцементы по ГОСТ 10178 и ГОСТ 31108, сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266 и другие цементы по стандартам и техническим условиям в соответствии с областями их применения по прил. Л СП 70.13330 и табл. 1.1–1.3. Соотношение между марками и классами цемента представлено в табл. 1.4. Использование пуццоланового портландцемента допускается только в случае специального указания в проекте. При этом для бетона свай, возводимых в вечномерзлых грунтах, должен применяться портландцемент на основе клинкера с нормированным минералогическим составом по ГОСТ 10178.

Таблица 1.1

Выбор типа цемента по условиям эксплуатации фундаментов

Цемент	Условия эксплуатации фундаментной конструкции			
	при действии сред, агрессивных по содержанию сульфатов		в зоне переменного действия воды и мороза	в подземных частях и внутри гидротехнических сооружений
	при стабильных температурно-влажностных условиях	при систематическом замораживании-оттаивании или увлажнении-высыхании		
1	2	3	4	5
ПЦ Д0	Н	Н	Д	Д
ПЦ Д5, Д20	Н	Н	Н	Д
ШПЦ	Д	Д	Н	Д

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
БШПЦ	Д	Д	Н	Н
ССПЦ	Р	Р	Р	Н
ССШПЦ	Р	Д	Н	Н
ППЦ	Р	Н	Н	Р
НЦ	Р	Д	Р	Н

*Примечание:* Р – рекомендуется, Д – допускается при технико-экономическом обосновании, Н – не допускается.

Таблица 1.2

### Выбор марки цемента в зависимости от класса бетона

Марка цемента	Класс бетона по прочности при сжатии					
	B10	B20	B30	B35	B40	B50 и выше
Рекомендуемая	M300	M300	M400	M500	M600	M600
Допускаемая	M300	M400	M500	M550, M600	M500, M550	M550

Таблица 1.3

### Выбор типа цемента в зависимости от условий твердения бетона

Условия твердения	Цемент							
	ПЦ Д0	ПЦ Д5, Д20	ШПЦ	БШПЦ	ССПЦ	ССШПЦ	ППЦ	НЦ
Нормальные и близкие к нормальным	Р	Р	Д	Д	Р	Д	Р	Р
При температуре ниже +10 °С	Д	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Р

*Примечание:* Р – рекомендуется, Д – допускается при технико-экономическом обосновании, Н – не допускается.

Таблица 1.4

### Соотношение между марками и классами цементов

Марка цемента по ГОСТ 10178	Класс цемента по ГОСТ 31108
M600	52,5 (не во всех партиях)
M550	42,5
M500	42,5
M400	32,5
M300	22,5

Заполнители для тяжелых и мелкозернистых бетонов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 26633, а также требованиям на конкретные виды заполнителей: ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 5578, ГОСТ 26644, ГОСТ 25592, ГОСТ 25818, ГОСТ 32495 и ГОСТ Р 55224 (прил. М СП 70.13330).

Крупный заполнитель рекомендуется применять в виде рациональной смеси основных фракций: от 5 (3) до 10 мм, свыше 10 до 15 мм, свыше 10 до 20 мм, свыше 15 до 20 мм, свыше 20 до 40 мм, свыше 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм.

Минимальная марка крупного заполнителя по прочности может быть назначена по табл. 1.5, а его зерновой состав – по табл. 1.6.

Таблица 1.5

Минимальная марка крупного заполнителя по прочности

Вид породы	Класс бетона							
	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45
Изверженные	800	800	800	800	800	1000	1000	1200
Метаморфические	600	600	600	600	800	1000	1000	1200
Осадочные	300	300	400	600	800	1000	1000	1200
Показатель дробимости	Др16	Др16	Др16	Др12	Др12	Др8	Др8	Др8

Таблица 1.6

Рекомендуемый фракционный состав крупного заполнителя

Наибольшая крупность заполнителя, мм	Содержание фракций в крупном заполнителе, %				
	5–10	10–20	20–40	40–70	70–120
10	100	–	–	–	–
20	25–40	60–75	–	–	–
40	15–25	20–35	40–65	–	–
70	10–20	15–25	20–35	35–55	–
120	5–10	10–20	15–25	20–30	30–40

При использовании песков с модулем крупности 1,5–2 необходимо учитывать повышение расхода цемента до 5 %, а с модулем крупности менее 1,5 – до 12 %. При содержании в песке пылеватых и глинистых частиц свыше 3 % расход цемента возрастает на 5 % и более.

Для повышения водоудерживающей способности и связности бетонной смеси в ее состав рекомендуется вводить наполнитель – смесь минеральных частиц, как правило, искусственного, в т. ч. техногенного, происхождения размером менее 0,16 мм.

Вода затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок к ней должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

Решение по выбору материалов для бетонных смесей принимают по результатам их испытаний на контрольных замесах в лабораторных условиях и при поставке смесей на объект отражают в ее сопроводительной документации.

Погрешность дозирования материалов не должна превышать (по данным 10 взвешиваний в 8 случаях): 2 % массы – для цемента, сухих и жидких добавок (модификаторов свойств), воды и водных растворов добавок; 3 % массы – для заполнителей; 2 % массы – для воды, жидких добавок и водных растворов добавок.

При возведении монолитных фундаментных конструкций бетонные смеси на строительную площадку поставляются в готовом виде (товарные бетонные смеси) или приготавливаются на стройплощадке. Бетонные смеси, готовые к употреблению, приготавливают, транспортируют, принимают и хранят в соответствии с требованиями ГОСТ 7473.

Товарные бетонные смеси приготавливают по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке производителем, и условиям договора на поставку. Приготовление бетонной смеси на строительной площадке должно также осуществляться по специально разработанному техрегламенту на стационарных или передвижных бетоносмесительных установках.

При приготовлении бетонной смеси наименьшую продолжительность перемешивания в смесителях циклического действия в секундах (считая с момента окончания загрузки всех материалов в смеситель до начала выгрузки смеси из него) следует принимать по табл. 1.7.

Уменьшение или увеличение загрузки барабана (чаши) смесителя против емкости по паспорту может быть допущено в пределах не более 10 %.

Сухие бетонные смеси приготавливают в смесителях принудительного действия. При доставке сухой смеси автобетоносмесителями введение воды затворения и перемешивание следует начинать за 30–40 мин до подачи в опалубку. Общее число оборотов барабана – не менее 70 и не более 300.



Таблица 1.7

**Продолжительность перемешивания бетонных смесей тяжелых  
и мелкозернистых бетонов на плотных заполнителях**

Вместимость смесителя по загрузке, л	Продолжительность перемешивания, с (не менее)					
	в гравитационных смесителях для бетонных смесей марок по удобоукладываемости			в смесителях принудительного действия для смесей всех марок по удобоукладываемости при В/Ц		
	Ж1 и П1	П2	П3–П5	менее 0,3	0,3–0,4	более 0,4
менее 750	90	75	60	80	60	50
750–1500	120	105	90	100	70	50
более 1500	150	135	120	120	80	50

Компоненты бетонной смеси в работающий смеситель допускается загружать одновременно, однако, по возможности, рекомендуется подача в первую очередь инертных компонентов, затем воды и далее цемента.

При использовании горячей воды затворения (в зимний период) или горячего цемента (особенно в летний период) их температура не должна превышать +70 °С. Последовательность загрузки: заполнитель, горячая вода, цемент (при использовании горячей воды); мелкий заполнитель, цемент, крупный заполнитель, вода, химическая добавка (при использовании горячего цемента).

Рабочий раствор химической добавки в бетонную смеси вводят вместе с водой затворения.

В соответствии с договором на поставку бетонные смеси для фундаментных конструкций должны обеспечивать получение бетонов с заданными в проектной документации показателями качества (бетонные смеси заданного качества), к которым в первую очередь относятся класс по прочности на сжатие и марки по морозостойкости и водонепроницаемости, назначаемые с учетом требований СП 28.13330, либо иметь заданный состав (бетонные смеси заданного состава). Состав бетонной смеси заданного качества подбирают по ГОСТ 27006 с учетом требований, предъявляемых к классам эксплуатации бетонов по ГОСТ 31384. Свойства подобранной бетонной смеси должны соответствовать технологии производства бетонных работ, включающей сроки и условия твердения бетона, способы, режимы приготовления и транспортирования бетонной смеси. Так, для смесей, транспортируемых по бетоноводам, расход цемента

должен составлять не менее 260 кг/м<sup>3</sup>, а подвижность – не менее 4–6 см по осадке стандартного конуса (ГОСТ 10181). Соответствующие основные требования к составу бетонных смесей приведены в табл. 1.8.

Таблица 1.8

Требования к составу бетонных смесей

Параметр	Величина параметра	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Число фракций крупного заполнителя при крупности зерен, мм: – до 40, – свыше 40	– не менее двух, – не менее трех	Измерительный (ГОСТ 8269.0)
Наибольшая крупность заполнителя: – для железобетонных конструкций, – в т. ч. для вертикальных и горизонтальных;  – при перекачивании бетононасосом	– 2/3 наименьшего расстояния между стержнями арматуры; – 1/3 наименьшего размера конструкции и 1/2 ее толщины соответственно, но не более 150 мм; – 1/3 внутреннего диаметра трубопровода	Измерительный (ГОСТ 8269.0)
При перекачивании по бетоноводам: – содержание зерен крупного заполнителя наибольшего размера лещадной и игловатой форм, – содержание песка крупностью менее 0,14 и 0,3 мм	– не более 35 % массы,  – 5–7 и 15–20 % соответственно	
		Измерительный (ГОСТ 8735)

Бетонные смеси должны соответствовать показателям качества по удобоукладываемости, расслаиваемости, пористости, температуре, сохраняемости свойств во времени, объему вовлеченного воздуха, коэффициенту уплотнения.

Удобоукладываемость бетонной смеси может быть задана маркой (Ж1, П1–П5 либо СУ1–СУ3 (при бетонировании без уплотнения) в зависимости от степени массивности фундаментных конструкций, их насыщенности арматурой, способа подачи смеси к месту укладки и способа уплотнения) и дополнительно уточнена конкретным значением показателя удобоукладываемости в соответствии с табл. 1–4

ГОСТ 7473. При этом отклонение заданных значений не должно превышать величин, приведенных в табл. 1.9. Данные по удобоукладываемости должны быть указаны в проекте производства работ (ППР) и (или) регламенте на бетонные работы (при его наличии).

Таблица 1.9

Допустимые отклонения значений показателей  
удобоукладываемости бетонной смеси

Наименование показателя удобоукладываемости бетонной смеси	Номинальное значение	Допустимое отклонение
Распływ конуса, см	все значения	$\pm 3$
Осадка конуса, см	до 10	$\pm 1$
	более 10	$\pm 2$
Жесткость, с	более 10	$\pm 3$
	до 10	$\pm 2$
Коэффициент уплотнения	более 1,25	$\pm 0,1$
	от 1,11 до 1,25	$\pm 0,08$
	до 1,10	$\pm 0,05$

Марка бетонной смеси по удобоукладываемости определяется при приготовлении через 15 мин после выгрузки из стационарного смесителя, а также на объекте не позднее чем через 20 мин после доставки смеси. Для бетонной смеси, приготовленной на стройплощадке, допускается определять марку по удобоукладываемости один раз через 15 мин после выгрузки из смесителя. При использовании смеси в течение времени, превышающем ее сохраняемость, марка должна быть определена также непосредственно перед укладкой.

Расслаиваемость бетонной смеси не должна превышать значений, приведенных в табл. 1.10.

Таблица 1.10

Требования к расслаиваемости бетонной смеси

Марка по удобоукладываемости	Расслаиваемость бетонной смеси (% , не более) по показателям	
	водоотделения	раствороотделения
Ж1–Ж5	0,2	3
П1–П2	0,4	3
П3–П5 и РК1–РК6	0,8	4

При поставке бетонной смеси отклонение проектных значений средней плотности, расслаиваемости, пористости, температуры и сохраняемости свойств во времени не должно превышать величин, приведенных в табл. 1.11.

Таблица 1.11

Допустимые отклонения значений прочих показателей  
качества бетонной смеси

Наименование показателя качества бетонной смеси	Диапазон, в который попадает заданное значение показателя	Допустимое отклонение
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	все значения	±20
Расслаиваемость, %, по: – водоотделению,  – раствороотделению	менее 0,4; 0,4 и более	+0,1, +0,2
	менее 4; 4 и более	+0,5, +1,0
Пористость, %	все значения	±1
Температура, °С	все значения	±3
Сохраняемость свойств во времени, мин	не менее 90 мин; от 90 мин до 180 мин; более 180 мин	–10, –20, –30

Марка по средней плотности, пористость, температура и сохраняемость свойств во времени должны также соответствовать значениям, указанным заказчиком в договоре на поставку бетонной смеси.

Условное обозначение бетонной смеси заданного качества при заказе должно содержать тип бетона, его класс по прочности, марку по удобоукладываемости и, при необходимости, другие нормируемые показатели качества, например, марки по морозостойкости, водонепроницаемости, средней плотности и т. п. со ссылкой на актуальную версию ГОСТ 7473. Примеры:

– *БСМ В25 П1 F200 W4 ГОСТ 7473-2010* (бетонная смесь мелкозернистого бетона класса по прочности на сжатие В25, марки по удобоукладываемости П1, марок бетона по морозостойкости F200 и водонепроницаемости W4);

– *БСТ В25 П1 F200 W4 ГОСТ 7473-2010* (то же, тяжелого бетона);

– *БСТ В25 ( $R_m^T \geq 33$  МПа) П1(ОК 3 см) F200 W4 ГОСТ 7473-2010* (то же, с минимальной требуемой прочностью бетона 33 МПа и осадкой конуса 3 см).

При заказе бетонной смеси заданного состава её условное обозначение не приводится, а указываются состав смеси и качество используемых при её приготовлении составляющих (вяжущего, заполнителей, воды, химических и минеральных добавок).

В договоре на поставку товарной бетонной смеси должны быть указаны все необходимые параметры по ее количеству и качеству, а также срокам и средствам доставки.

Для определения режимов твердения уложенного бетона информация о темпе набора его прочности может быть представлена по экспериментальной кривой набора прочности при температуре +20 °С в интервале 1–28 дней.

При поставке товарной бетонной смеси заданного качества производитель (поставщик) должен предоставить потребителю в напечатанном и заверенном виде следующую сопроводительную документацию:

- для каждой партии бетонной смеси – документ о качестве бетонной смеси и протокол испытаний нормируемых показателей качества бетона;
- для каждой загрузки бетонной смеси – товарную накладную.

До начала поставки смеси заданного качества потребитель вправе требовать от производителя (поставщика), с отражением этого в договоре поставки, информацию о качестве используемых материалов, номинальном составе, а также результаты предварительных испытаний бетонных смесей и бетонов данного состава по всем, указанным в договоре поставки, показателям. Эта информация представляется в виде карт подбора состава бетона.

При поставке смеси заданного состава производитель должен предоставить потребителю в напечатанном и заверенном виде товарную накладную и документ о качестве бетонной смеси (для каждой ее загрузки), копии паспортов на используемые материалы (для каждой партии смеси) и, если это указано в договоре поставки, протокол испытаний показателей качества бетонной смеси и бетона.

Бетонные смеси доставляют потребителю транспортом специализированных видов: автобетоновозами, автобетоносмесителями (не менее 90 % ежегодного мирового объема) и автосамосвалами.

Последние разрешается использовать лишь по согласованию производителя с потребителем и только для транспортировки жестких бетонных смесей. Автобетоносмесители – наиболее универсальные и удобные средства доставки бетонной смеси, в т. ч. сухой, способные зачастую осуществлять и ее последующую подачу в блоки бетонирования возводимых фундаментных конструкций без привлечения для этого иных средств механизации. Особенно эффективны в этом смысле модели, оборудованные длинными (до 12 м) раздаточными лотками и (или) ленточными транспортерами, состоящими из нескольких секций общей длиной до 20 м. Выбор марки автобетоносмесителя должен производиться исходя из необходимости максимального использования его по загрузке смесью.

Способы и средства доставки бетонной смеси на стройплощадку, равно как и последующей подачи в блоки бетонирования, должны обеспечивать сохранение заданных свойств бетонной смеси. Не рекомендуется транспортировать бетонную смесь на расстояние более 100 км. Максимальная продолжительность внешнего и внутрипостроечного транспортирования не должна быть более времени их сохраняемости. При этом максимальное время транспортирования готовых бетонных смесей автобетоносмесителями рекомендуется принимать не более 2 ч. При транспортировании бетонная смесь должна предохраняться от влияния прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, расслоения, потери цементного раствора. В зимних условиях готовую бетонную смесь без противоморозных добавок в процессе транспортирования необходимо, кроме того, предохранять от замерзания; при этом продолжительность транспортирования должна устанавливаться с учетом темпа остывания смеси.

Потребитель должен согласовать с производителем даты, время и ритм доставки бетонной смеси, а в случае необходимости информировать производителя о вариантах транспортировки в пределах стройплощадки, в т. ч. об ограничениях, предъявляемых к транспортным средствам, например, к их типу, размерам, массе, габаритам и т. п.

В процессе доставки введение в бетонную смесь дополнительного (т. е. сверх установленного ее рецептурой) количества компонентов (цемента, заполнителей, воды и добавок) не допускается.

При доставке бетонной смеси автобетоносмесителями для повышения ее сохраняемости рекомендуется дробное введение в нее добавки-пластификатора (часть – на заводе, часть – на объекте). Потеря подвижности бетонной смеси ориентировочно составляет 1–5 см на каждые 30 мин пути в зависимости от вида смеси и температуры окружающего воздуха. Восстановление удобоукладываемости бетонной смеси на стройплощадке должно проводиться службой лабораторного контроля качества потребителя смеси, а количество добавляемого при этом раствора пластификатора и время ее дополнительного перемешивания в автобетоносмесителе должны соответствовать технологическому регламенту, быть зафиксированы в исполнительной документации и оформлены актом.

Бетонные смеси должны приниматься по показателям качества и количеству партиями. В состав партии должна включаться бетонная смесь одного номинального состава, приготовленная из одних и тех же материалов по единой технологии. Объем партии устанавливают по ГОСТ 18105 или по значению, указанному заказчиком.

Для бетонов классов В60 и выше за партию следует принимать бетонную смесь одного номинального состава, приготовленную из одних и тех же материалов и по единой технологии в течение одной смены.

В состав партии на строительной площадке должна включаться бетонная смесь одного номинального состава, приготовленная на одном бетонном заводе и уложенная в один тип конструкций в течение одной смены.

От каждой партии бетонной смеси на объекте должно отбираться не менее одной пробы для изготовления серии контрольных образцов.

Для бетонов классов В60 и выше для каждой партии пробы должны отбираться в количестве не менее двух от первых 60 м<sup>3</sup> бетонной смеси и не менее одной из каждой последующих 60 м<sup>3</sup>. Обычно на пробе из первого автобетоносмесителя для каждой партии определяются все нормируемые характеристики; на пробах, отобранных из последующих четырех автобетоносмесителей, – удобоукладываемость и средняя плотность бетонной смеси; в дальнейшем из каждого десятого автобетоносмесителя осуществляется лишь кон-

троль удобоукладываемости смеси. При этом состав бетонной смеси контролируется для бетона заданного состава в каждом автобетоносмесителе, а для бетона заданного качества – в каждом десятом автобетоносмесителе в соответствии с ГОСТ 27006 по автоматизированным компьютерным распечаткам фактически отдозированных в автобетоносмеситель материалов.

Приемка партий бетонных смесей по прочности и контроль прочности бетона монолитных конструкций в процессе их возведения осуществляются на строительной площадке в соответствии с ГОСТ 7473 и ГОСТ 18105. При определении прочности бетона классов до В60 монолитных конструкций по контрольным образцам при контроле по т. н. схеме «Г» количество проб бетона, отбираемых от каждой партии, должно быть не менее шести.

Контроль количества бетонной смеси должен осуществляться производителем работ посредством применения тарированных бункеров, а при невозможности – после распалубки конструкции и составления исполнительной схемы. Недопоставка определяется сопоставлением объема по паспортным данным с фактическим объемом монолитных конструкций, определенным по исполнительным схемам, и признается при разнице значений более 3 %.

Пробы бетонной смеси должны отбираться в соответствии с ГОСТ 10180 и ГОСТ 10181. Определение удобоукладываемости, расслаиваемости, средней плотности, пористости, температуры бетонной смеси, объема вовлеченного воздуха в ней, а также сохраняемости ее требуемых технологических свойств должно также производиться по ГОСТ 10181.

При измерении температуры бетонной смеси термометр с ценой деления 1 °С погружают в смесь на глубину не менее 5 см. Однако измерение температуры смеси может производиться и средствами других типов, если их погрешность в условиях и диапазоне измерений не превышает  $\pm 1$  °С.

При определении удобоукладываемости бетонных смесей по расплыву конуса (в т. ч. самоуплотняющихся смесей марок СУ1–СУ3), расслаиваемости по водоотделению, а также коэффициента уплотнения рекомендуется также пользоваться методиками согласно прил. К СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 (с изм. № 1).



Емкости, в которых перевозится бетонная смесь, должны очищаться и промываться после каждой рабочей смены и перед длительными (более 1 ч) перерывами в транспортировании.

При использовании автобетононасосов с распределительной стрелой или стационарных бетононасосов доставку бетонной смеси необходимо осуществлять только в автобетоносмесителях, темпы поступления ее на объект и перекачивания насосом должны обеспечивать непрерывность подачи в блоки бетонирования возводимых конструкций. Рекомендуемая при этом длительность технологических перерывов – до 20 мин. В зимних условиях следует предусмотреть утепление бетононасоса и бетоновода.

При подготовке бетононасоса к работе следует осуществлять смазку бетоновода путем перекачивания порции высокоподвижной, т. н. «пусковой», смеси, состоящей в традиционном варианте из цемента, песка и воды. Стоимость такой смеси достаточно высока, она сопоставима со стоимостью бетона возводимых монолитных конструкций, поэтому в последнее время для запуска бетононасосов нередко используют более дешевые сухие смеси специального состава (SLICK-PAK, SLICK-Power и т. п.) на основе отходов химической промышленности, пригодные к использованию после предварительного затворения водой и перемешивания в бетоносмесителе.

Чтобы бетонная смесь перекачивалась по участкам местных сопротивлений (колена и сужающиеся конуса в составе бетоновода) без расслоения и пробкообразования, рекомендуется, с одной стороны, вводить в ее состав высокоэффективные суперпластификаторы (С-3; Ready-Mix 103, 221, 305; MasterGlenium ACE430 и т. п.) в оптимальной, предварительно подобранной, дозировке (компенсируя тем самым известную повышенную водопотребность «смеси под бетононасос»), а с другой – проверять такой состав (в ходе его проектирования) на соответствие критериям удобоперекачиваемости согласно главе 5 Инструкции 157-04 ОАО «ПКТИпромстрой».

При выборе материалов для приготовления смесей, транспортируемых бетононасосами, не допускается применять цементы с ложным схватыванием.

При подаче смеси с использованием ленточных конвейеров в целях исключения ее расслоения необходимо, чтобы подвижность

бетонной смеси не превышала 8–12 см по осадке стандартного конуса, а угол наклона конвейерной ленты – 18° при подъеме (12° при спуске) для смесей подвижностью до 4 см и 15° при подъеме (10° при спуске) для смесей подвижностью 4–6 см. При этом скорость движения ленты не должна быть более 2,5 м/с.

Бетонные смеси для укладки в конструкции фундаментных плит, а также буронабивных свай или баретт, возводимых по технологии «стена в грунте» методом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ), должны иметь марку по удобоукладываемости не ниже П4, а расслаиваемость по водоотделению – не более 0,4 %. Эти же характеристики должны иметь бетонные смеси, используемые для возведения фундаментов высотных зданий и спецсооружений, обеспечивая при этом получение бетона в конструкциях таких фундаментов классов по прочности на сжатие не ниже В30 и марок по водонепроницаемости не ниже W8.

В бетонных смесях, предназначенных для укладки методом ВПТ, суммарное содержание портландцемента, минеральных добавок или органоминеральных модификаторов должно быть не менее 450 кг/м<sup>3</sup>. При этом следует использовать либо минеральные добавки в сочетании с органическими пластифицирующими, либо органоминеральные поликомпонентные модификаторы.

Бетон для массивных фундаментных плит должен обладать минимальной экзотермией и замедленной в раннем возрасте кинетикой твердения в нормальных температурно-влажностных условиях. При использовании активных минеральных добавок расширяющего действия, не повышающих экзотермию бетона (модификаторов класса Б по ГОСТ Р 56178), следует применять портландцементы с содержанием СЗА не более 8 % без минеральных добавок или портландцементы, содержащие их исключительно в виде доменного шлака в количестве до 20 %. При этом для определения видов добавок, не повышающих экзотермию бетонов в процессе твердения, рекомендуется выполнять измерения тепловыделения комплексного вяжущего в подобранном составе бетона согласно ГОСТ 310.5 и ГОСТ 24316.

## 1.2. Армирующие материалы и изделия

Арматурная сталь в виде стержневого и проволочного проката, арматурные изделия (сетки и каркасы) и закладные элементы для возведения монолитных железобетонных фундаментных конструкций должны соответствовать проектной документации, а также требованиям ГОСТ 34028, ГОСТ 8478, ГОСТ 10922 и СП 63.13330.2012. Фундаментные болты должны дополнительно отвечать требованиям ГОСТ 24379.0 и ГОСТ 24379.1.

Арматурный прокат в зависимости от уровня минимального физического ( $\sigma_T$ ) или условного ( $\sigma_{0,2}$ ) пределов текучести, Н/мм<sup>2</sup>, делят на классы: А240, А400, А500, А600, Ап600, А800, А1000. Последние три, как правило, используют при армировании предварительно-напряженных конструкций. Прокат класса А240 имеет гладкий профиль, остальных классов – периодический. Арматурный прокат может поставляться в мотках (для классов А240, А400, А500, А600, Ап600), а также в прутках (для всех классов) мерной длины либо мерной с долей немерной длины и дополнительно обладать свариваемостью всеми способами сварки (С), повышенной (Н), а для сейсмически стойкого проката и высокой (Е) пластичностью, повышенными стойкостью к коррозионному растрескиванию (К) и выносливостью при многократно повторяющихся циклических нагрузках (У), равно как и иметь улучшенные характеристики по релаксации напряжений (Р).

Номинальные диаметр ( $d_n$ ) и площадь поперечного сечения, а также масса 1 м длины и ее предельно допустимые отклонения для проката периодического профиля должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.12.

Следует иметь в виду, что для проката, получаемого путем холодной обработки мотков горячекатаного гладкого круглого проката с нанесением на него периодического профиля, предельное отклонение ОМ1 для всех размеров должно составлять  $\pm 4,0$  %. Масса 1 м длины проката приведена выше исходя из диаметра при плотности стали 7,85 г/см<sup>3</sup>; отклонения по массе даны для отдельных прутков (мотков). По согласованию изготовителя с заказчиком допускаются и

другие отклонения по массе 1 м длины проката. Группу предельных отклонений (ОМ1 или ОМ2) оговаривают в заказе, а при отсутствии в нем таких указаний ее выбирает изготовитель и приводит в документе о качестве.

Таблица 1.12

Общие характеристики проката периодического профиля

Номинальный диаметр, мм	Номинальная площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Масса 1 м длины проката		
		номинальная, кг	предельное отклонение при поставке, %, для групп	
			ОМ1	ОМ2
4,0	12,6	0,099	±8,0	-2,0 -8,0
4,5	15,9	0,125		
5,0	19,6	0,154		
5,5	23,8	0,187		
6,0	28,3	0,222		
6,5	33,2	0,261		
7,0	38,5	0,302		
7,5	44,2	0,347		
8,0	50,3	0,395	±6,0	-1,0 -6,0
8,5	56,7	0,445		
9,0	63,6	0,499		
9,5	70,9	0,556		
10,0	78,5	0,617		
11,0	95,0	0,746		
12,0	113,1	0,888		
13,0	132,7	1,042	±5,0	-1,0 -5,0
14,0	153,9	1,208		
15,0	176,7	1,387		
16,0	201,1	1,578		
17,0	227,0	1,782		
18,0	254,5	1,998		
19,0	283,5	2,226		
20,0	314,2	2,466		
22,0	380,1	2,984	±4,0	-1,0 -4,5
25,0	490,9	3,853		
28,0	615,8	4,834		
32,0	804,3	6,313		
36,0	1017,9	7,990		
40,0	1256,6	9,865		

*Примечание:* прокат классов А800 и А1000 изготавливают диаметром от 10 до 40 мм, а прокат в мотках – до 22 мм.

Прутки в соответствии с заказом изготавливают длиной от 6,0 до 18,0 м; немерные – от 6,0 до 12,0 м. Предпочтительная мерная длина прутков – 6,0, 9,0, 12,0 (11,7 и 11,9) и 18,0 м. По согласованию изготовителя с заказчиком допускается изготовление прутков и другой мерной длины. При поставке прутков мерной длины с прутками немерной длины допускается наличие последних (длиной не менее 2 м) в количестве не более 3 % от массы партии.

При отсутствии специальных требований предельные отклонения по длине прутков мерной длины не должны превышать +100 мм, прутков, получаемых после правки и нарезки из мотков, – +25 мм. Кривизна прутков периодического профиля не должна превышать 6 мм на 1 м длины.

Прокат в мотках должен быть смотан или уложен без перепутывания витков. Допускается смещение или нахлест витков, не ухудшающие их свободную размотку без перепутывания. Моток должен состоять из 1–2 отрезков и иметь массу от 0,5 до 5,0 т (другая масса – по согласованию при заказе). Доля мотков из двух отрезков – не более 10 % от массы партии. Габаритные размеры мотков назначаются по согласованию изготовителя с заказчиком.

Маркировка проката гладкого профиля класса А240 выполняется в соответствии с ГОСТ 7566.

В целях безошибочной идентификации класса проката и изготовителя, исключения пересортицы и путаницы при входном контроле и производстве арматурных работ, а также отслеживаемости в процессе эксплуатации на прокат периодического профиля наносят прокатную маркировку.

Прокатная маркировка должна обязательно содержать информацию о классе проката и его изготовителе. Прокатную маркировку допускается наносить на поверхность проката в виде: различных геометрических символов, утолщенных ребер, выемок, отсутствующих ребер, ребер с отличным от других наклоном; группы знаков из букв и/или цифр; комбинации символов и знаков. Геометрические символы и знаки из букв и цифр наносят с периодичностью не более 1,8 м.

Допускается не наносить прокатную маркировку, в случае если форма профиля (конфигурация и расположение ребер) обеспечивает

безошибочную идентификацию изготовителя и класс проката. Такая идентификация может быть подтверждена документом государственной регистрации (товарным знаком).

Рекомендуемая маркировка проката периодического профиля приведена в прил. В ГОСТ 34028.

Мотки, состоящие из двух отрезков, маркируют дополнительной информацией на товарных ярлыках словами: «два отрезка».

Общие требования к упаковке проката даны в ГОСТ 7566.

Прутки упаковывают в пачки массой от 2 до 10 т. По требованию заказчика масса пачки может быть и менее 2 т. По согласованию изготовителя с заказчиком допускается оговаривать и другую максимальную массу.

При поставке прутков мерной длины с прутками немерной длины последние должны быть упакованы в одной пачке.

Количество обвязок пачек и материал для упаковки выбирает изготовитель. Мотки же должны быть обвязаны по окружности не менее чем в трех местах, равномерно распределенных по периметру, холоднокатаной лентой по ГОСТ 503, проволокой по ГОСТ 3282 или катанкой по ГОСТ 30136; концы мотков должны быть уложены и легко находимы.

Примеры условных обозначений проката по прил. Д ГОСТ 34028, которые должны применяться при оформлении заказа:

– *пруток МД-12×9000-А240 ГОСТ 34028-2016* (прокат гладкий, в прутках, диаметром 12 мм, мерной длины (МД) 9000 мм, класса А240);

– *пруток 1ф-НД-10-ОМ1-ОВ2-А500 ГОСТ 34028-2016* (прокат периодического профиля формы 1ф (рис. 1 ГОСТ 34028), в прутках, немерной длины (НД), диаметром 10 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ1, обычной точности по овальности ОВ2, класса А500);

– *моток 3ф-10-ОМ2-А500СН ГОСТ 34028-2016* (прокат периодического профиля, формы 3ф (рис. 3 ГОСТ 34028), в мотках, диаметром 10 мм, с предельными отклонениями по массе 1 м длины для группы ОМ2, класса А500, свариваемый, повышенной категории пластичности).

Транспортирование и хранение арматурной стали следует выполнять по ГОСТ 7566. Условия погрузки, транспортирования, вы-

грузки, складирования и хранения арматуры должны исключать ее загрязнение, коррозионное поражение, механические повреждения и пластические деформации, ухудшающие сцепление с бетоном.

Арматурные сетки и каркасы следует перевозить пакетами, прямые и гнутые стержни – пачками. Сетки следует транспортировать в горизонтальном положении при массе пакетов не более 3 т.

Выбор транспорта зависит от расстояния перевозки, размеров арматурных конструкций, их массы и интенсивности производства арматурных работ на объекте. Расчленение пространственных крупногабаритных арматурных изделий на части (в соответствии с габаритами, грузоподъемностью и рабочими зонами средств механизации доставки и последующих работ) должно быть согласовано с проектной организацией. Соединение отдельных частей разрезанного изделия в последующем необходимо проводить по указаниям проекта.

От места изготовления к месту монтажа готовые каркасы, сетки или отдельные стержни разрешается доставлять в зависимости от местных условий любым доступным видом транспорта: железнодорожным, автомобильным, кабель-крановым и т. п. Во избежание повреждения каркасов и сеток их нередко перевозят в специальной инвентарной сборно-разборной таре. Пространственные несущие каркасы следует грузить, перевозить и разгружать в таком положении, чтобы они не деформировались под действием собственной массы или массы вышележащих изделий. Большие тяжеловесные арматурные каркасы перевозят на железнодорожных платформах.

Арматурные изделия должны доставляться на стройплощадку комплектно и складироваться (рис. 1.1) таким же образом с учетом порядка их подачи на монтаж, если иное не предусмотрено в ППР.



Рис. 1.1. Складирование арматурных изделий на приобъектном складе:  
а – пачки с арматурой; б – арматурные сетки; в – каркасы

Поставляемую для использования арматуру следует подвергать входному контролю, включающему проведение испытаний на растяжение и изгиб не менее двух образцов от каждой партии. Контрольные испытания высокопрочной арматурной проволоки следует производить после ее правки. Для арматурного проката, поставленного с указанными в документе о качестве статистическими показателями механических свойств, испытания образцов на растяжение, изгиб или изгиб с разгибом допускается не проводить. Входной контроль арматурных изделий следует осуществлять по ГОСТ 10922, ГОСТ 23279 и ГОСТ 7566.

Приемкой должны контролироваться: маркировка, наличие следов коррозии, деформаций, соответствие геометрических (линейных) размеров ГОСТ 10922, проектной документации и документам изготовителя. На поверхности арматурного проката не допускаются трещины, закаты, плены и раковины, ухудшающие его характеристики (классификация дефектов поверхности – по ГОСТ 21014); однако допускается наличие равномерной либо локальной атмосферной ржавчины. На элементах арматурных и закладных изделий и их сварных соединениях не должно быть отслаивающейся ржавчины и окалины, следов масла и иных загрязнений.

Механические свойства арматурного проката при температуре испытаний  $+20$  ( $+15/-10$ ) °С должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.13.

Механические свойства проката классов А600, А800 и А1000 испытывают до и после электронагрева. При испытании проката до нагрева допускается снижение вышеприведенных норм относительного удлинения на 1 %. При наличии в техпроцессе изготовления проката специального отпуска при температуре согласно табл. 1.13 контроль механических свойств проводят только в состоянии поставки, и снижение норм относительного удлинения не допускается.

Испытание на изгиб проката класса А240 проводят в холодном состоянии на угол  $180^\circ$  вокруг оправки диаметром, равным  $d_n$ ; классов А400 и А500 – в состоянии поставки на угол  $180^\circ$ ; классов А600 и А600 – на угол  $90^\circ$  вокруг оправки диаметром  $3d_n$  и  $6d_n$ , если  $d_n$  составляет до и свыше 16 мм соответственно; классов А800 и А1000 – на угол  $45^\circ$  вокруг оправки диаметром  $5d_n$ .



Таблица 1.13

## Механические свойства арматурного проката

Категория пластичности	Класс проката	Температура электро-нагрева, °С	Предел текучести $\sigma_T(\sigma_{0,2})$ , Н/мм <sup>2</sup>	Временное сопротивление $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Отношение фактических значений $\sigma_B/\sigma_T(\sigma_{0,2})$	Относительное удлинение, %		
						$\delta_5$	$\delta_p$	$\delta_{max}$
			Браковочное минимальное значение ( $C_{min}$ )					
Стандартная	A240	–	240	380	–	25,0	–	–
	A400	–	390	590	–	16,0	–	5,0
	A500	–	500	500	1,05	14,0	2,0	2,5
	A600	–	600	600	1,05	12,0	2,0	2,5
	Ап600	400	600	700	1,05	12,0	2,0	2,5
	A800	400	800	1000	–	8,0	2,0	2,5
	A1000	450	1000	1250	–	7,0	2,0	2,5

*Примечания:*

1. Знак «–» означает, что характеристика не нормируется и не контролируется.
2. Вид относительного удлинения (равномерное  $\delta_p$  или полное  $\delta_{max}$ ) для проката классов A500, A600, Ап600, A800 и A1000 устанавливается заказчиком в заказе; если в заказе это не предусмотрено, то – изготовителем с указанием в документе о качестве.
3. Для проката класса A400, изготовленного горячей прокаткой периодического профиля с контролируемым охлаждением в потоке прокатного стана, допускается снижение  $\sigma_B$  на 90 Н/мм<sup>2</sup>.
4. Для проката класса A500, изготовленного способом холодной обработки мотков горячекатаного гладкого круглого проката с нанесением периодического профиля, допускается снижение  $\sigma_B$  на 50 Н/мм<sup>2</sup>, а  $\sigma_B/\sigma_T(\sigma_{0,2})$  – до 1,03.
5. Начальный модуль упругости при расчете  $\delta_{max}$  принимают равным  $2,0 \times 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>.

Для проката классов A400, A500, A600, Ап600, A800, A1000 испытание на изгиб может быть заменено испытанием на изгиб с разгибом. Требования к испытанию на изгиб с разгибом приведены в прил. Б ГОСТ 34028.

Контроль готовых арматурных и закладных изделий и их сварных соединений следует осуществлять партиями.

Партия готовых сварных арматурных и закладных изделий должна состоять из изделий одного типоразмера (одной марки), изготовленных по единой технологии одним сварщиком.

Соответствие арматурных и закладных изделий, а также их сварных соединений допускам по ГОСТ 10922 устанавливают по результатам выборочного контроля, который должен производиться при из-

готовлении арматурных и закладных изделий до передачи их на склад готовой продукции либо при изготовлении и применении сварных арматурных и закладных изделий производственными участками одного предприятия до установки в опалубку.

Выборку следует производить методом случайного отбора. Число изделий, отбираемых из партии для визуального осмотра и измерений, должно быть не менее 3 шт. В каждом отобранном изделии следует проверять:

- класс, диаметры и марку арматурной стали по данным документации, а при ее отсутствии – по результатам лабораторных испытаний;
- длину отдельных стержней, расстояние между крайними стержнями по длине, ширине или высоте изделия, длину выпусков стержней в изделии, а также расстояние между двумя соседними продольными стержнями;
- визуально на наличие несправки все сварные соединения, выполненные дуговой, а также контактной стыковой сваркой, и не менее пяти соединений, выполненных контактной точечной сваркой.

В каждом отобранном закладном изделии необходимо проверить:

- марку стали плоских элементов, класс и диаметр анкерных стержней по данным документа о качестве или, при его отсутствии, по результатам лабораторных испытаний;
- отклонение от плоскостности лицевых поверхностей;
- линейные размеры, размещение и длину анкерных стержней;
- расстояние между наружными плоскостями в изделиях закрытого типа;
- состояние кромок плоских элементов и размер углов между плоскими элементами и анкерными стержнями;
- визуально все сварные соединения на наличие несправки.

Все геометрические измерения в процессе приемки следует выполнять по ГОСТ 26433.1. Если будет выявлено, что как минимум одно изделие не соответствует требованиям ГОСТ 10922, то должна быть проведена повторная проверка удвоенного числа изделий от ранее назначенного. Если и при повторной проверке хотя бы одно изделие не удовлетворит предъявляемым требованиям, то все изделия

этой партии подлежат поштучной приемке. Результаты визуального осмотра и измерений должны быть оформлены актом.

Поступившую для обработки стержневую арматурную сталь хранят на стеллажах под навесом или в закрытых складах, рассортированную по маркам, диаметрам, длинам и отдельным партиям (поставщикам). Допускается хранение небольших партий круглой стали диаметром более 38 мм на открытой площадке. Бирки на хранимой арматуре должны быть видны и читаемы.

Арматурную сталь в бухтах и товарные арматурные сетки хранят под навесом на бетонном полу или деревянных подкладках. Бухты укладывают плашмя или наклонно общей высотой штабеля не более 1,5 м. Сетки, свернутые в рулон, хранят в вертикальном положении.

Сварочную проволоку в бухтах массой не более 80 кг доставляют и хранят в таре. Бухты, свернувшиеся в восьмерки, имеющие узлы и перепутанные витки, отбраковывают при получении до отправления на склад.

Продолжительность хранения высокопрочной проволочной арматуры в закрытых помещениях или специальных емкостях — не более одного года, предельно допускаемая при этом относительная влажность воздуха — 65 %.

Изготовление арматурных изделий в виде сеток, каркасов и армоблоков из отдельных стержней, как уже было отмечено, может осуществляться и в построечных условиях в приобъектных цехах либо на спецплощадках. В качестве вспомогательного транспорта на пунктах подготовки и изготовления арматурных изделий используют мостовые или козловые краны, башенные краны (с пониженной башней), а также автопогрузчики. При наличии на территории пункта изготовления арматурных изделий рельсового пути между штабелями материалов и ближайшим рельсом оставляют проход не менее 2 м, ширина прохода между отдельными штабелями должна быть не менее 1 м.

Заготовку стержней мерной длины из стержневой и проволочной арматуры, а также изготовление напрягаемых и ненапрягаемых арматурных изделий следует выполнять с использованием механических, гидравлических или пневматических ножниц, пил трения, а также плазменных горелок в соответствии с требованиями СП 130.13330; при изготовлении несущих арматурных каркасов из стержней диа-

метром более 32 мм необходимо дополнительно руководствоваться гл. 10 СП 70.13330. Изготовление пространственных крупногабаритных арматурных изделий следует производить в сборочных кондукторах.

Для вязки сеток и пространственных каркасов из стержней большого диаметра (25–40 мм) следует применять низкоуглеродистую вязальную проволоку общего назначения, нормальной точности, термически обработанную, светлую 2,5-О-С по ГОСТ 3282. Требования к определению длины нахлестки стыкуемых стержней в зависимости от расчетных сопротивлений арматуры и бетона, его напряженного состояния в зоне стыка и диаметра арматуры приведены в п. 8.3.27 СП 52-101-2003. В сварных сетках и каркасах при наличии на длине нахлестки приваренных поперечных стержней длина нахлестки может быть изменена. Ее следует принимать не менее  $20d_n$ , но не менее 250 мм.

Арматурные каркасы для изготовления буронабивных свай и ба-ретт должны обеспечивать их подъем и установку в проектное положение. Для этого могут быть также разработаны и применены дополнительные усиливающие элементы (кольца жесткости, накладки, диагональные элементы жесткости).

### **1.3. Опалубочные материалы**

Съемная опалубка фундаментов, в зависимости от материала ее основных элементов (опалубочных щитов), может быть стальной, алюминиевой, пластиковой, деревянной либо комбинированной (когда каркас щитов, к примеру, изготовлен из стали, а палуба – из фанеры); несъемная – стальной либо сборной железобетонной. И съемная, и несъемная опалубка могут быть утеплены плитами из минеральной ваты, пенопласта либо пенополистирола.

Материалы опалубки должны соответствовать требованиям ГОСТ 34329 в той мере, чтобы ее формообразующие, несущие и поддерживающие элементы обеспечивали заданный класс опалубки а также, как следствие, проектную форму, геометрические размеры и качество поверхности возводимых конструкций в пределах допусков согласно табл. 5.11 СП 70.13330.

Класс опалубки характеризует ее оборачиваемость (количество циклов повторного использования), а также точность изготовления и монтажа. Исходя из этого все опалубки делятся на 3 класса. Фундаменты (в зависимости от их вида, требуемого качества поверхности, технологии бетонирования и ряда других факторов) возводят в инвентарной опалубке 2-го класса либо в опалубке разового применения 3-го класса. Требуемые показатели качества опалубок в зависимости от класса приведены в табл. 1.14 и 1.15.

Таблица 1.14

Предельные отклонения по точности изготовления опалубок

Наименование показателя	Значение показателя для класса, мм, не более	
	2	3
Отклонение линейных размеров щитов на длине до 1 м (до 3 м)	1,5 (2)	по требованию заказчика
Отклонение линейных размеров панелей на длине до 3 м	3	то же
Перепад на формообразующих поверхностях стыковых соединений щитов	2	—
То же, стыковых соединений палубы	2	—
Специально образованный выступ, образующий запад на бетонной поверхности	3	—
Отклонение от прямолинейности формообразующих элементов на длине 3 м	4	—
Отклонение от плоскостности формообразующих элементов на длине 3 м	4	—
Разность длин диагоналей щитов высотой 3 м и шириной 1,2 м	5	—
Отклонение от прямого угла щитов формообразующих элементов на ширине 0,5 м	2	—
Сквозные щели в стыковых соединениях	1	2
Высота выступов на формообразующих поверхностях	2 (и не более 4 шт. на 1 м <sup>2</sup> )	—
Высота впадин на формообразующих поверхностях	1 (и не более 2 шт. на 1 м <sup>2</sup> )	—

*Примечание:* знак «—» означает необязательность установки показателя качества для данного класса опалубки.

Таблица 1.15

## Требуемая оборачиваемость опалубок

Тип опалубки, материал ее элементов	Оборачиваемость, ед. оборотов, не менее			
	для формообразующих элементов опалубки класса		для несущих элементов опалубки класса	
	2	3	2	3
Мелкощитовая:				
– сталь, алюминий;	100	100	150	150
– дерево, пластик;	15	15	20	20
– фанера	30	30	–	–
Крупнощитовая:				
– сталь, алюминий;	200	200	250	250
– дерево, пластик;	20	20	–	–
– фанера	60	60	–	–
Блочная	150	150	150	150

*Примечание:* значения оборачиваемости элементов из фанеры соответствуют ее одностороннему использованию.

Материалы опалубки, должны, кроме того, обеспечивать герметичность ее формообразующих поверхностей, их нейтральность к бетонной смеси и температурно-влажностный режим, необходимый для твердения и набора бетоном распалубочной прочности. Прогиб палубы и несущих элементов опалубки 2-го класса под действием нагрузок, собираемых по специальной методике согласно прил. Т СП 70.13330, при пролете  $l$  не должен превышать  $l/300$ .

Для стальных несущих и поддерживающих элементов опалубки (каркасы, схватки, подкосы и т. п.) следует в основном применять сталь марки Ст3 по ГОСТ 380. Допускается, однако, применять и другие марки стали, технические характеристики которых не ниже указанной. Устройства для подъема опалубки (петли, штыри и т. д.) следует изготавливать из стали марки Ст3пс.

Марки сталей, профилей и изделий литья назначаются по стандартам на конкретную продукцию. Для отдельных элементов опалубки (палуба, подкосы, балки и т. п.) используют прокат и профили по ГОСТ 14637, ГОСТ 16523, ГОСТ 8731, ГОСТ 10706, ГОСТ 11474, ГОСТ 17066, ГОСТ 13118, ГОСТ 19281 и ГОСТ 1050.

Допускается применять другие стандарты и технические условия предприятий-изготовителей в соответствии с требованиями, указанными в чертежах. Литьевые элементы должны дополнительно соответствовать требованиям ГОСТ 977.

Применение несущих и поддерживающих элементов опалубки при отсутствии у ее поставщика или изготовителя паспортных данных по их несущей способности и устойчивости не допускается.

Несущие элементы алюминиевой опалубки следует изготавливать из алюминиевых сплавов не ниже марки и состояния АД31Т1 по ГОСТ 4784 и ГОСТ 1583, профили – из алюминиевых сплавов по ГОСТ 4.221, ГОСТ 8617, ГОСТ 18482 и ГОСТ 22233.

Характеристики и типы деревянных опалубочных конструкций принимают по СП 64.13330. Для деревянных несущих и поддерживающих элементов следует применять древесину по ГОСТ 8486, ГОСТ 2695, ГОСТ 9463 и ГОСТ 8486. Для палубы опалубки 2-го класса должна применяться облицованная (ламинированная) березовая либо комбинированная фанера; для палубы опалубки 3-го класса – пиломатериалы хвойных и лиственных пород по ГОСТ 8486 и ГОСТ 2695 соответственно не ниже 2-го сорта, а также древесно-стружечные плиты по ГОСТ 10632, древесно-волокнистые плиты по ГОСТ 4598, бакелизованная фанера по ГОСТ 11539, фанера марки ФСФ по ГОСТ 3916.1 и ГОСТ 3916.2, равно как и другие материалы с аналогичными характеристиками. В связи с кислотной средой для палубы не допускается применять древесину дуба.

В качестве формообразующих и несущих элементов опалубки допускается также использовать клееные деревянные конструкции по ГОСТ 20850.

При использовании древесных материалов следует учитывать значительное влияние влажности древесины на ее расчетные характеристики и при проектировании опалубки вводить соответствующие понижающие коэффициенты, как, впрочем, и коэффициенты изменчивости и безопасности для различных пород древесины и конкретных особенностей действия нагрузок.

В качестве утеплителя в составе греющей и утепленной опалубки следует применять теплоизоляционные материалы плотностью

до 200 кг/м<sup>3</sup>. При этом фактическая плотность утеплителя не должна превышать паспортную более чем на 15 %, а влажность – более чем на 6 %.

Металлическая сетка по ГОСТ 3826, применяемая для несъемной опалубки, должна иметь ячейки размерами не более 5×5 мм.

Металлические поверхности элементов опалубки 2-го класса, не соприкасающиеся с бетоном, должны иметь защитные покрытия по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.303 либо обладать антикоррозионными свойствами, обеспечивающими требуемую обрачиваемость в заданных условиях эксплуатации; фанера, применяемая в качестве палубы, должна иметь водостойкое покрытие, пропитку или другую обработку рабочих поверхностей, а ее торцы должны защищаться от механических повреждений и проникновения влаги герметиком.

Поверхность опалубки, соприкасающаяся с бетоном, перед укладкой бетонной смеси должна покрываться смазкой. Смазку следует наносить тонким слоем на тщательно очищенную поверхность. После нанесения смазки поверхность опалубки должна быть защищена от загрязнения, дождя и солнечных лучей. Для смазки деревянной опалубки допускается использовать эмульсол в чистом виде или с добавкой известковой воды, для смазки металлической и фанерной опалубки – эмульсолы с добавлением уайт-спирита или поверхностно-активных веществ, а также другие составы смазок, не влияющие отрицательно на свойства бетона и внешний вид конструкций и не уменьшающие сцепление опалубки с бетоном. Смазку из отработанных машинных масел случайного состава применять не допускается. В настоящее время широкое распространение получили специализированные, не требующие разведения водой опалубочные смазки на основе синтетических масел с ингибиторами коррозии и рационально подобранными добавками. К таким смазкам можно, например, отнести TiraLux-1721 (Schomburg, ФРГ) и DMA-2000 (MAPEI, Италия) с расходом 15–30 и 20–40 г/м<sup>2</sup> соответственно в зависимости от материала палубы.



#### 1.4. Добавки к бетону для производства работ в особых условиях

При возведении фундаментных конструкций в особых условиях в состав бетонной смеси, как правило, вводят специальные добавки. К особым условиям прежде всего принято относить зимние условия (среднесуточная температура воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  при минимальной суточной ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ) и условия сухого жаркого климата (температура воздуха выше  $+25^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности менее 50 %). И те, и другие дополнительно могут быть осложнены необходимостью производства работ с высокой интенсивностью, при непрерывном агрессивном влиянии водных сред, а также прочими факторами. Так, например, в условиях зимнего бетонирования для обеспечения сохранности смеси при доставке, укладке и более быстрого набора бетоном прочности при отрицательных температурах активно используют противоморозные добавки и ускорители твердения, тогда как при бетонировании в сухую жаркую погоду – суперпластификаторы и замедлители сроков схватывания (НТФ, Sika Retarder-12 и т. п.), исключающие быструю потерю подвижности бетонной смесью и обеспечивающие гомогенизацию ее укладываемых слоев.

Так или иначе, в качестве модификаторов свойств бетонных смесей тяжелых и мелкозернистых бетонов следует применять добавки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24211, ГОСТ Р 56178 и ГОСТ Р 56592, а также техническим условиям на конкретный вид добавки.

Области применения некоторых видов модифицирующих добавок в бетон представлены в табл. 1.16.

Таблица 1.16

Области применения добавок в бетон

Тип конструкций и условия их эксплуатации	Добавки	
	допускаемые к применению	не допускаемые к применению
1	2	3
Железобетонные конструкции с ненапрягаемой рабочей арматурой	П, В, ГО, У, М, Г, А	У и М с хлоридами
Железобетонные конструкции и стыки с ненапрягаемой рабочей арматурой с выпусками арматуры и закладными деталями: – без специальной защиты стали;	П, В, ГО, У, М, Г, А;	У и М с хлоридами;

Окончание табл. 1.16

1	2	3
– с покрытиями из цинка и алюминия;	П, В, ГО, У, М, Г, А;	У и М с хлоридами, нитраты (сульфатов до 1 %);
– с комбинированными покрытиями	П, В, ГО, У, М, Г, А	У и М с хлоридами
Предварительно напряженные железобетонные конструкции	П, В, У, М, Г, А	У и М с хлоридами; нитриты и нитраты, если сталь склонна к коррозионному растрескиванию; ГО, выделяющие $H_2$
Бетонные и железобетонные конструкции, эксплуатируемые:		
– в неагрессивных и агрессивных водных средах при постоянном погружении;	П, В, ГО, У, М, Г, А;	–
– в агрессивных жидких сульфатных средах;	П, В, ГО, У, М, Г, А;	У с сульфатами более 1 % массы цемента;
– в растворах солей при наличии испаряющей поверхности;	П, В, ГО, Г;	У, М; А (более 5 % массы цемента);
– в зоне переменного уровня воды;	П, В, ГО, Г;	У, М, А;
– в зоне действия посторонних токов	П, В, ГО, Г, А	У, М
Предварительно напряженные конструкции, стыки (каналы) сборно-монолитных конструкций	П, В, ГО, У, М, Г, А	У и М с хлоридами; ГО, выделяющие $H_2$
Конструкции из бетона на глиноземистом цементе	П, В, ГО, Г, А*	У, М
Конструкции из бетона на напрягающем цементе	П, В, ГО, У, М, Г, А	У и М с хлоридами

*Примечание:* П – пластифицирующие, В – воздухововлекающие, ГО – газообразующие, У – ускорители твердения, М – противоморозные, Г – гидрофобизаторы, А – активные минеральные добавки (А\* – то же, при наличии экспериментального подтверждения безопасности применения для бетона и арматуры).

В зависимости от основного требуемого от них эффекта (назначения) химические добавки для соответствующей модификации свойств бетонных смесей и бетонов могут также быть стабилизирующими (предупреждают расслоение, улучшают перекачиваемость), повышающими коррозионную стойкость (в т. ч. в отношении сульфатных вод), а также регулируемыми процессы усадки и температурного расширения, что часто бывает необходимо для обеспечения трещиностойкости при бетонировании и последующем выдерживании массивных фундаментных конструкций.

Необходимо иметь в виду, что использование добавок в дозировках, превышающих рекомендуемые, способно привести к снижению прочности, водонепроницаемости, а также ухудшению иных свойств бетона относительно проектных значений. Кроме того, не только вид, но и наименование добавки должны строго соответствовать области ее применения. Так, например, ограничения по применению противоморозных добавок в бетон представлены в табл. 1.17.

Применение не представленных в табл. 1.17 добавок должно устанавливаться с учетом ГОСТ 31384 (пункт 6.4.3) по техническим условиям производителя добавок и при наличии заключения аккредитованной лаборатории.

Таблица 1.17

Ограничения по применению противоморозных добавок

Тип конструкций и условия их эксплуатации	Наименование добавки					
	ХК, ХН+ХК	НК, НКМ, НК+М, ННК+М	ХК+НН	ННХК, ННХК+М	НН	П
1	2	3	4	5	6	7
Преднапряженные конструкции, кроме армированных арматурой классов А600, А800, Ат600, Ат800 и Ат1000, стыки сборно-монолитных конструкций	Н	Н	Н	Н	Д	Н
Преднапряженные конструкции с арматурой классов А600, А800, Ат600, Ат800 и Ат1000	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Железобетонные изделия и конструкции с ненапряженной рабочей арматурой:						
а) диаметром 5 мм и менее;	Н	Д	Н	Н	Д	Д
б) диаметром более 5 мм;	Н	Д	Д	Д	Д	Д
в) имеющие выпуск арматуры или закладные детали:						
– без специальной защиты стали;	Н	Д	Н	Н	Д	Д
– с цинковым покрытием по стали;	Н	Н	Н	Н	Д	Н
– с алюминиевым покрытием;	Н	Н	Н	Н	Н	Н
– с комбинированным покрытием (щелочестойкими лакокрасочными и другими составами по металлизационному подслою), а также стыки без закладных деталей;	Н	Д	Н	Н	Н	Н

Окончание табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
г) эксплуатируемые:						
– в зоне переменного уровня воды и в зонах действия блуждающих постоянных токов от посторонних источников;	Н	Д	Н	Н	Д	Н
– в жидких средах, в нормальном, влажном и мокром режимах при наличии в заполнителе реакционно-способного кремнезема;	Н	Д	Н	Д	Н	Н
– в неагрессивных и агрессивных водных средах, кроме сульфатных вод, или в растворах солей и едких щелочей при наличии испаряющих поверхностей;	Д	Д	Д	Д	Д	Д
– в агрессивных сульфатных водах или в растворах солей и едких щелочей при наличии испаряющих поверхностей	Н	Н	Н	Н	Д	Н
Сборно-монолитные конструкции с окантовкой из блоков толщиной не менее 30 см с монолитным ядром	Н	Д	Д	Д	Д	Д
Бетонные конструкции при эксплуатации в жидких средах, в нормальном, влажном и мокром режимах при наличии в заполнителе реакционно-способного кремнезема	Н	Д	Д	Д	Н	Н

*Примечание:* Н – не допускается, Д – допускается; ХК – хлорид кальция, ХН – хлорид натрия, НК – нитрат кальция, НКМ – нитрат кальция с мочевиной, М – мочевина, ННК – нитрит-нитрат кальция, ННХК – нитрит-нитрат хлорида кальция, НН – нитрит натрия, П – поташ.

Доза добавки в составе бетонной смеси должна удовлетворять следующим условиям:

– количество добавки  $D$ , кг/м<sup>3</sup>, должно обеспечивать предотвращение замерзания воды при расчетной температуре и удовлетворять соотношению

$$D = B \times ДТ / 100 \%, \quad (1.1)$$

где  $B$  и  $ДТ$  – объем воды в бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup> (л/м<sup>3</sup>), и концентрация добавки, понижающая точку замерзания воды до расчетной температуры, % от массы воды, соответственно;

– количество добавки  $D$ ,  $\text{кг/м}^3$ , не должно превышать ее предельную концентрацию относительно цемента, удовлетворяя условию:

$$C = 100 \% \times D / Ц < [C], \quad (1.2)$$

где  $Ц$  и  $[C]$  – соответственно, количество цемента в бетонной смеси,  $\text{кг/м}^3$ , и предельная концентрация добавки, % от массы цемента.

Предельная концентрация добавки устанавливается с учетом требований ГОСТ 31384 (п. 6.4.3) по техническим условиям производителя и при наличии заключения аккредитованной лаборатории, но не должна превышать 5 % от массы цемента.

## **2. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

### **2.1. Общие указания по выполнению курсового проекта (работы)**

Курсовой проект (работа) состоит из расчетно-пояснительной записки, выполненной на листах бумаги формата А4, и графической части, выполненной на листе формата А1.

Расчетно-пояснительная записка и графическая часть должны быть оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.105-2019, ГОСТ 21.501-2018, ГОСТ Р 21.101-2020 и внутренними требованиями оформления работ.

**Пояснительная записка содержит следующие разделы:**

Содержание

Задание на курсовой проект (работу)

Раздел 1. Область применения

1.1 Характеристика строительной площадки

1.2 Состав работ, охватываемых картой

1.3 Характеристика условий производства работ

Раздел 2. Организация и технология строительства

2.1 Готовность работ, предшествующих устройству фундаментов

2.2 Складирование и запас материалов

2.3 Калькуляция трудовых затрат

- 2.4 Методы и последовательность производства работ
  - 2.4.1 Устройство опалубки и армирование фундаментов
  - 2.4.2 Бетонирование фундаментов
  - 2.4.3 Уход за бетоном
  - 2.4.4 Распалубка
- 2.5 График выполнения работ
- 2.6 Численно-квалификационный состав звеньев
- 2.7 Методы и приемы труда рабочих
- 2.8 Техника безопасности и охрана труда
- 2.9 Контроль качества работ

### Раздел 3. Техничко-экономические показатели

#### Приложение к технологической карте:

1. Подсчет объемов работ
2. Проектирование опалубки и армирование фундаментов
3. Расчет поточности производства
4. Обоснование и выбор комплекта машин

Список использованной литературы.

### **Состав и оформление графической части проекта**

Графическая часть проекта должна отражать основные принятые технологические решения, требования к качеству выполненных работ и технико-экономические показатели.

Графическая часть выполняется на листе формата А1 (для курсовой работы допускается выполнение на листах А3). Чертеж должен содержать следующие основные материалы: 1 – фрагмент стройгенплана с показом земляных выемок и фундаментов в них, дорог, путей движения и стоянок основных машин, площадок сборки опалубки, мест складирования арматуры и др.; 2 – разрез по стройгенплану с показом работы машин при установке опалубки, арматуры и бетонировании; 3 – раскладка щитов опалубки и креплений по двум боковым проекциям фундамента и по планам каждой ступени, деталей и узлов; 4 – план захваток с их нумерацией; 5 – график выполнения работ; 6 – таблица основных машин, приспособлений, инвентаря; 7 – перечень машин, механизмов, приспособлений и монтажной оснастки; 8 – график технических характеристик крана; 9 – условные обозначения; 10 – технико-экономические показатели; 11 – схемы строповки.

## **2.2. Организация работы при возведении монолитных железобетонных столбчатых фундаментов**

Комплексный строительный процесс возведения фундаментов здания состоит из процессов устройства опалубки, монтажа арматурных изделий, укладки и уплотнения бетонной смеси, ухода за бетоном и разборки опалубки. Ведущим строительным процессом является укладка и уплотнение бетонной смеси в фундамент.

При проектировании производства работ по возведению монолитных фундаментов следует:

- выбрать тип опалубки и произвести ее конструирование;
- запроектировать армирование фундамента и определить способ монтажа арматуры;
- выбрать технологическую схему транспортирования, подачи и укладки бетонной смеси в опалубку.

Технологическая схема производства работ включает в себя предполагаемый вид или тип ведущего механизма, его расположение в процессе производства работ, направление движения фронта работ и схемы перемещения ведущего и вспомогательных механизмов.

На плане фундаментов необходимо выполнить разбивку здания на захватки. Процесс возведения фундаментов здания предполагается вести поточно-захватным или поточно-расчлененным методом.

Для перемещения механизмов и автотранспорта по строительной площадке необходимо проложить временные дороги.

Для строительных кранов, автосамосвалов и автобетоновозов устраивают дороги с гравийным или щебеночным покрытием. Для автобетононасоса и автобетоносмесителя должны быть выполнены временные дороги с покрытием из железобетонных дорожных плит. На технологических схемах намечают оси временных дорог. Длина дорог определяется из анализа технологической схемы производства бетонных работ.

Высота ступенчатых фундаментов под колонны промышленных зданий в зависимости от глубины их заложения может достигать 3 м и более.

При высоте фундаментов до 3 м их бетонируют слоями. Первоначально заполняют опалубку ступенчатой части фундамента. Бетонную смесь подают бадьями или бетононасосом с рабочего настила. Каждый слой прорабатывают вибраторами. Открытые поверхности ступеней защищают щитами, что исключает утечку смеси, особенно при ее вибрировании. Затем продолжают укладку бетонной смеси в подколонник.

При высоте фундамента более 3 м в опалубку ступеней подают бетонную смесь из бадьи, а в опалубку подколонника – звеньевым хоботом (рис. 2.1).

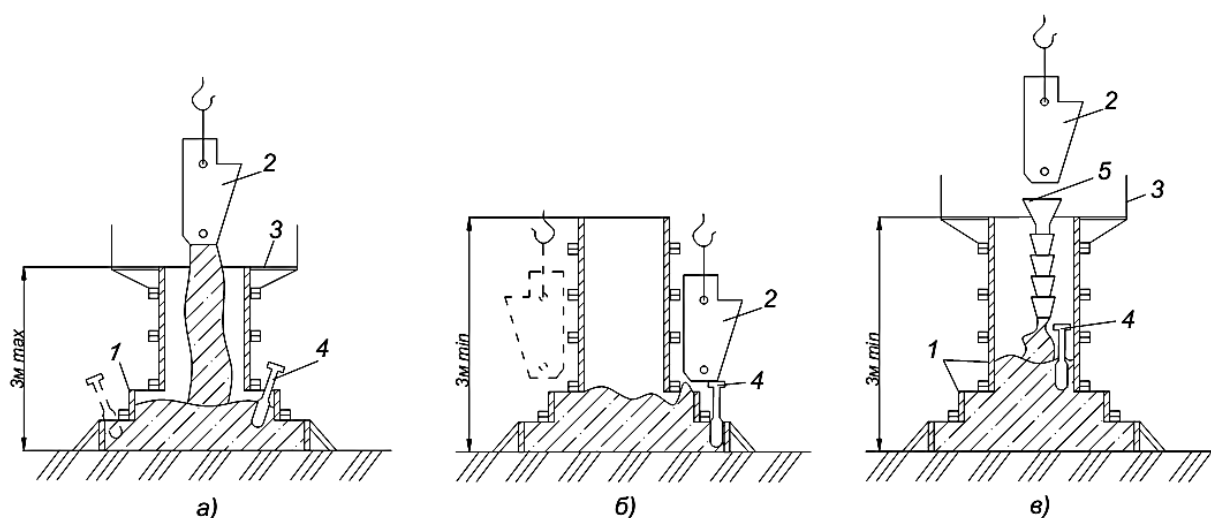


Рис. 2.1. Схемы бетонирования ступенчатых фундаментов:

*а* – бетонирование 1-й ступени; *б* – бетонирование 2-й ступени;

*в* – бетонирование подколонника;

*1* – опалубка фундамента; *2* – бадья с бетонной смесью;

*3* – рабочий настил с ограждением; *4* – вибратор; *5* – звеньевой хобот

Бетонируют слоями или непрерывно с обязательным вибрационным уплотнением каждого слоя ручными вибраторами.

Бетонная смесь при уплотнении оказывает большое гидростатическое давление на стенки опалубки, поэтому элементы опалубки должны быть укреплены во избежание перемещений и деформаций. Свежеуложенная бетонная смесь в начальный период твердения дает некоторую осадку. Если провести бетонирование фундамента сразу на всю высоту, то в зоне перехода ступенчатой части в подколонник возможно образование усадочных трещин, что снизит несущую спо-



способность и долговечность фундамента. Поэтому нередко по окончании бетонирования ступеней устраивают технологический перерыв для набора прочности бетоном и некоторой его осадки. Затем бетонируют подколонник.

В ступенчатые фундаменты с общей высотой до 3 м и площадью нижней ступени до 6 м<sup>2</sup> (рис. 2.1, а) смесь подают через верхний край опалубки, предусматривая меры против смещения анкерных болтов и закладных деталей. При виброуплотнении внутренние вибраторы погружают в смесь через открытые грани нижней ступени и переставляют их по периметру ступени по направлению к центру фундамента. Аналогично ведут виброуплотнение бетона второй и третьей ступеней, после чего их заглаживают. В подколонники бетонную смесь можно укладывать сразу же после окончания уплотнения в ступенях. Смесь в пилон подают через верх опалубки. Уплотняют ее внутренними вибраторами, опуская их сверху (рис. 2.1, в).

При высоте ступенчатых фундаментов более 3 м и площади нижней ступени более 6 м<sup>2</sup> (рис. 2.1, б) первые порции бетонной смеси подают в нижнюю ступень по периметру. В последующем смесь поступает через приемный бункер и звеньевые хоботы. Виброуплотнение смеси ведут, как и в предыдущем случае, внутренними вибраторами.

В высокие подколонники бетонную смесь необходимо подавать медленно и даже с некоторыми перерывами (1...1,5 ч), чтобы исключить выдавливание бетона, уложенного в ступени, через их верхние открытые грани.

Закончив цикл бетонирования, открытые поверхности бетона заглаживают мастерками или лопатами. Размеры бетонируемого фундамента и его положение в плане должны соответствовать проектным, поэтому перед бетонированием тщательно проверяют соответствие осевых рисков осям фундаментов, правильность установки и крепления элементов опалубки, положение арматурного каркаса, опалубки стакана фундамента и его высоту установки. Ориентиром для укладки смеси служат маячные риски, которые наносят несмываемой краской на внутренние стенки опалубки.

Обычно на строительной площадке возводят одновременно целую группу фундаментов, поэтому вопросы организации труда при выполнении опалубочных и бетонных работ имеют первостепенное значение.

Современное производство основано на поточной организации работ, когда выполнение работ по отдельным процессам производится со сдвигом во времени на некоторый срок, называемый шагом потока. Этот прием позволяет снизить сроки возведения конструкций и повысить качество за счет узкой специализации работ и комплексной механизации. Так, при возведении фундаментов можно выделить три потока. Первый поток – армирование фундаментов, второй – установка опалубки, третий – бетонирование.

Арматурные каркасы и щиты опалубки доставляют автотранспортом. Разгружают и монтируют их с помощью автомобильного крана. Транспортируют бетонную смесь автобетоносмесителями и автобетононасосом.

Сначала звено из 2–3 человек монтирует арматурные каркасы. С отставанием в 1–2 смены другое звено устанавливает опалубку. С отставанием в 2–3 смены от первого начинают бетонирование. Звено, устанавливающее опалубку, производит также распалубку.

Ведущий процесс в устройстве фундаментов – процесс бетонирования, поэтому число рабочих в каждом потоке рассчитывают таким образом, чтобы их работа не отставала и не опережала работы ведущего потока. При ритмичных поточных процессах время работы звеньев на каждом процессе должно быть одинаковым.

Для организации поточной работы весь объект разбивают на захватки. Захваткой может служить пролет, часть пролета или фундаменты одной оси. Каждое звено, выполнив работы на одной захватке, переходит на другую, а его место занимает звено следующего потока. Таким образом, последовательно переходя с захватки на захватку, выполняют весь объем работ (рис. 2.2).

При расчете потока следует учитывать сроки распалубки фундаментов, так как они определяют общую продолжительность работ и необходимое число комплектов опалубки. Для сокращения сроков распалубки применяют методы ускоренного твердения бетона (например, разогрев смеси перед укладкой, термоактивную опалубку, внесение добавок).

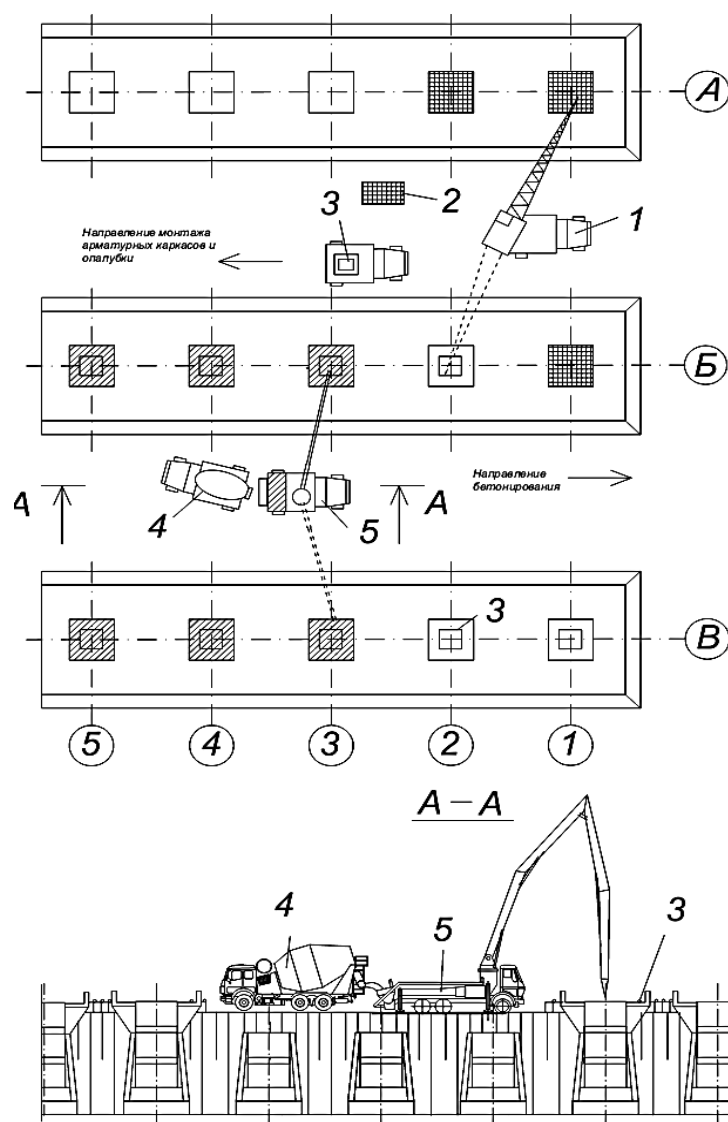


Рис. 2.2. Схема поточного производства работ при устройстве монолитных фундаментов стаканного типа:  
 1 – автомобильный кран; 2 – арматурные каркасы; 3 – опалубочные блоки;  
 4 – автобетоносмеситель; 5 – автобетононасос

## 2.3. Методические указания по выполнению курсового проекта (работы)

### 2.3.1. Исходные данные, характеристика фундаментов, проектирование формы земляного сооружения

Задание на курсовой проект (работу) выдается преподавателем согласно прил. А. Задание содержит план-схему размещения фундаментов (рис. 2.3) и их конструктивное решение (рис. 2.4): форму,

размеры, армирование; тип грунта; дальность транспортирования бетонной смеси, а также время года, район строительства, температуру воздуха, типы автомобильных дорог, класс бетона, тип опалубки, вид арматурных изделий, количество крановых циклов.

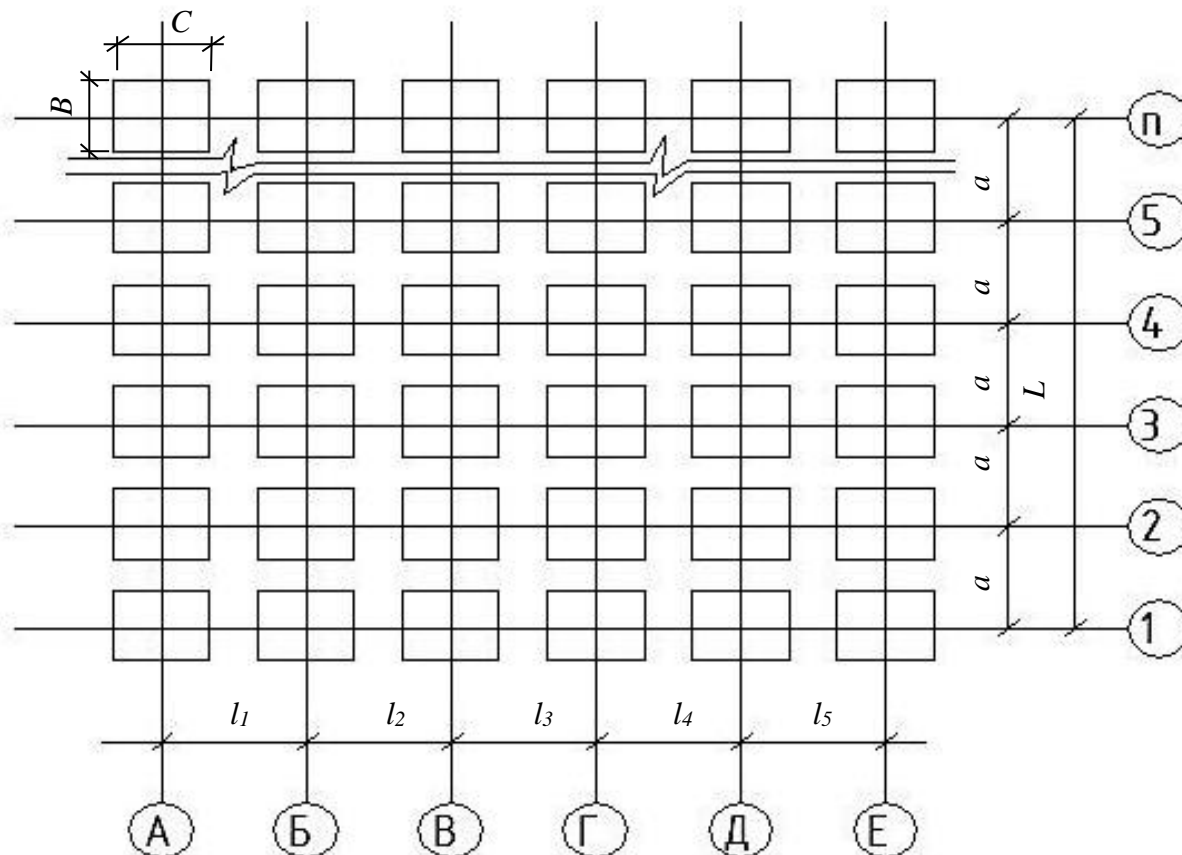


Рис. 2.3. План фундаментов

Для возведения столбчатых фундаментов под каркасное здание могут разрабатываться отдельные котлованы под каждый фундамент, траншеи по продольным осям и общий котлован. При выборе формы земляной выемки следует стремиться к наименьшим объемам земляных работ и обеспечению нормальных условий работы строительных машин и движения транспортных средств при производстве бетонных работ. Выбирая форму земляных сооружений, целесообразно рассматривать поочередно возможные варианты, начиная с варианта с наименьшими объемами земляных работ.

Проверка выбранного варианта осуществляется после определения размеров котлована (траншеи) поверху и понизу и исходя из требований безопасности.

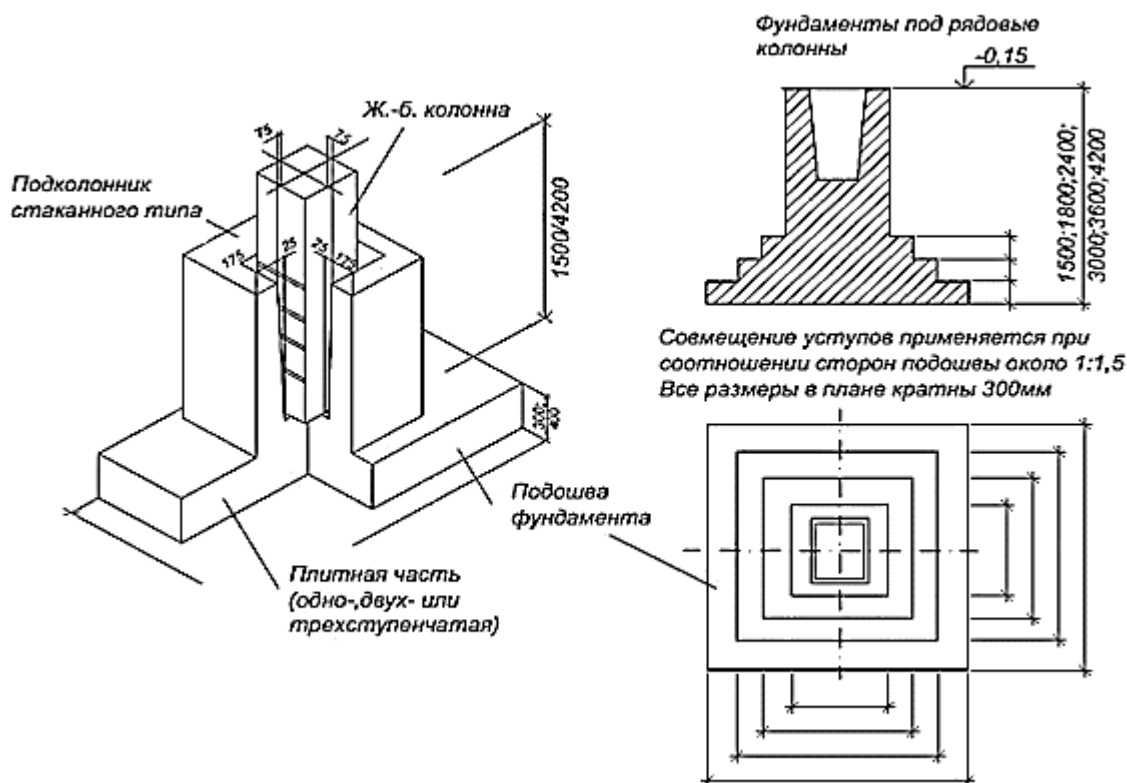


Рис. 2.4. Монолитные железобетонные фундаменты стаканного типа

Вариант отдельных котлованов под каждый фундамент выбирают, если обеспечиваются следующие условия: 1) расстояние между бровками откосов составляет не менее 6 м в одном из направлений вдоль или поперёк здания, т. е. обеспечивается проезд автотранспорта, установка монтажного крана, автобетононасоса, 2) в другом направлении расстояние между бровками откосов не менее 1,0 м, т. е. обеспечен безопасный проход людей.

Если выполняется только первое условие – выбирается вариант траншей под отдельные ряды фундаментов. Если же оба условия невозможно обеспечить, то разрабатывается общий котлован под все фундаменты.

В случае если мы принимаем общий котлован под все фундаменты, необходимо обеспечить въезд (пан-дус) в котлован (рис. 2.5) для строительной техники. Ширина съезда

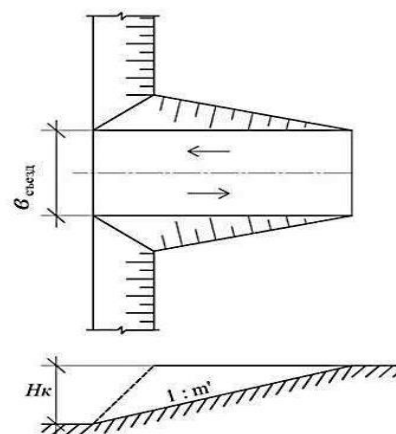


Рис. 2.5. Съезд в котлован

принимается 3,5–4 м при одностороннем движении, 6–7 м при двустороннем движении. Длина въезда рассчитывается исходя из глубины котлована и уклона въездного пандуса (уклон съезда принимаем 1:10). Места въезда и выезда располагаются исходя из принятой схемы производства работ, расположения захваток, а также местных условий (расположенных рядом дорог, строений, коммуникаций и т. д.).

При отсутствии съездов в котлован необходимо обеспечить доступ рабочих с помощью установки лестниц.

### **Правила установки лестниц в котлованах и траншеях**

Для прохода на рабочие места в выемки следует устанавливать трапы или маршевые лестницы шириной не менее 0,6 м с ограждениями или приставные лестницы (деревянные – длиной не более 5 м).

При спуске горячего битума в котлован или подъеме его на подмости или перекрытие необходимо использовать бачки с закрытыми крышками, перемещаемые внутри короба, закрытого со всех сторон.

Запрещается подниматься (спускаться) по приставным лестницам с бачками с горячим битумом (Приказ Минтруда России от 01.06.2015 № 336н «Об утверждении Правил по охране труда в строительстве» (зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2015 № 38511)).

При отсутствии съездов расстояние между лестницами не должно превышать 40 м. В траншеях и котлованах глубиной до 5 м для спуска и подъема людей допускается использовать переносные лестницы. На лестницах с углом наклона более 75° начиная с 2 м необходимо устанавливать ограждения в виде дуг (ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений» от 01.11. 2001).

### **2.3.2. Определение размеров земляных сооружений**

Размер котлована (траншеи) понизу определяется как сумма размеров пролетов (шагов), размера нижней ступени фундамента и величины запаса согласно требованиям СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

Размеры котлована (траншеи) поверху определяются с учетом вида грунта, глубины выемки и величины откоса, которая определяется по СНиП 12-04-2002 (табл. 2.1).

Таблица 2.1

## Крутизна откоса

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные неслежавшиеся	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5

*Примечания:*

1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса.

2. К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет для песчаных; до пяти лет – для пылевато-глинистых грунтов

Производство работ, связанных с нахождением работников в выемках с откосами без креплений в насыпных, песчаных и пылевато-глинистых грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, допускается при глубине выемки и крутизне откосов, указанных в табл. 2.1.

Определение размеров траншеи понизу под один фундамент (рис. 2.6, а):

$$a_{\text{тр}} = C_1 + 2c, \text{ м}; \quad b_{\text{тр}} = B_1 + 2c, \text{ м},$$

где  $a_{\text{тр}}$  – ширина котлована понизу, м;  $b_{\text{тр}}$  – длина котлована понизу, м;

$C_1$  – размер нижней ступени фундамента по пролету, м;

$B_1$  – размер нижней ступени фундамента по шагу, м;  $c$  – за-

пас, необходимый для производства работ, который регламентируется СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»,  $c \geq 0,6$  м.

Размер котлована под все фундаменты (рис. 2.6, б):

$$a = \sum l_i + C_1 + 2c, \text{ м}; \quad b = L_{\text{зд}} + B_1 + 2c, \text{ м},$$

где  $\sum l_i$  – сумма длин пролетов по осям, м;  $L_{\text{зд}}$  – длина здания.

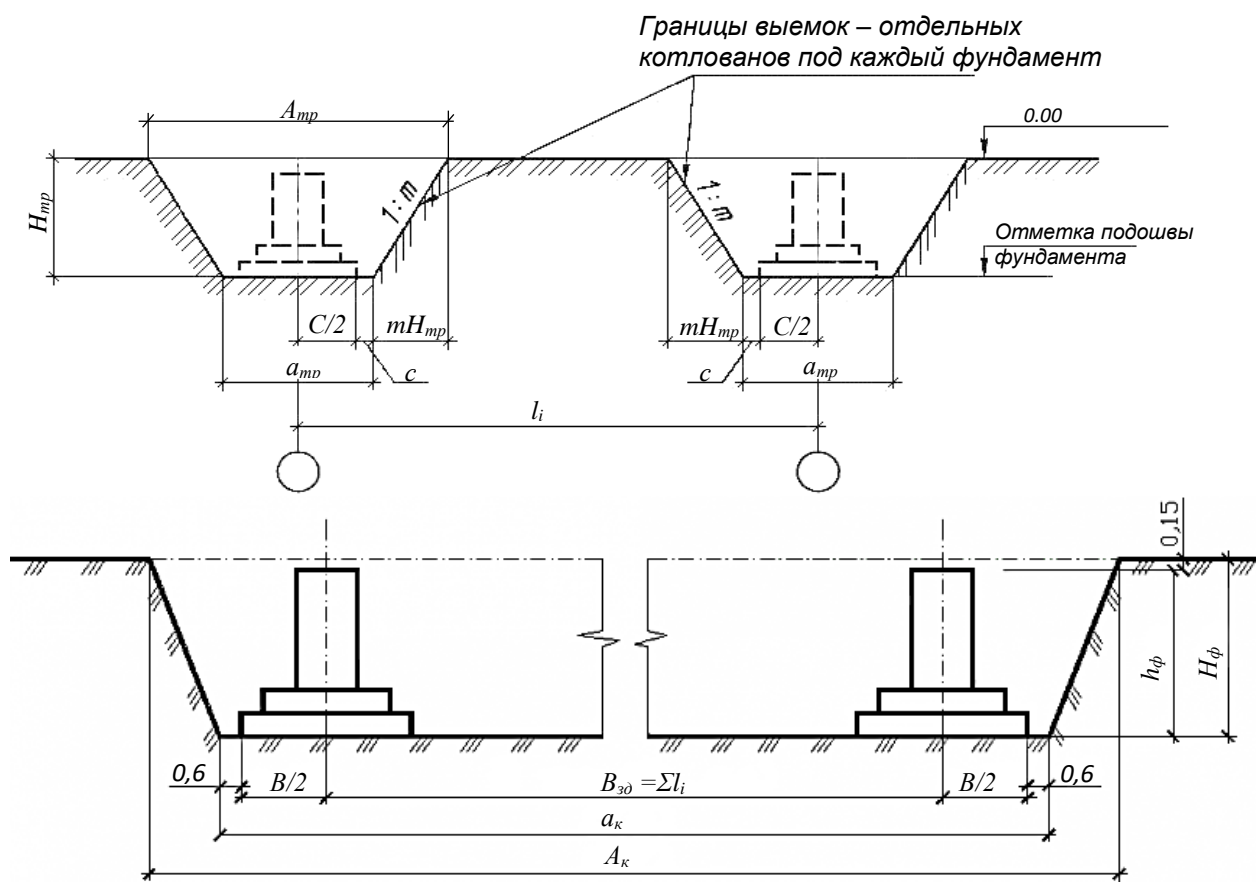


Рис. 2.6. Разрезы по осям участков двух смежных фундаментов  
(выбор формы земляного сооружения):  
а – отдельные траншеи; б – котлован

Размеры котлованов поверху определяются с учетом величины проекции откоса котлована:

$$A_{\text{тр(к)}} = a + mH_{\text{к}}, \text{ м}; \quad B_{\text{тр(к)}} = b + mH_{\text{к}}, \text{ м},$$

где  $m$  – откос котлована, определяемый по табл. 2.1;  $H_{\text{к}}$  – глубина котлована:

$$H_{\text{к}} = h_{\text{ф}} + 0,15, \text{ м},$$

где  $h_{\text{ф}}$  – высота фундамента, м (по заданию); 0,15 – отметка верха фундамента, м.

### 2.3.3. Определение объемов работ

В состав работ технологической карты на устройство монолитных железобетонных столбчатых фундаментов входит:

- устройство бетонной подготовки;
- разгрузка опалубки и арматуры;



- укрупнительная сборка опалубки;
- установка опалубки;
- монтаж арматурных сеток и каркасов;
- укладка бетонной смеси;
- распалубка;
- разборка укрупненных элементов опалубки;
- уход за бетоном;
- погрузка элементов опалубки.

В соответствии с перечнем работ, определяем объемы этих работ в единицах измерения согласно требованиям ЕНиР или ГЭСН и заносим в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Ведомость объемов работ

Наименование работ по конструктивным элементам	Кол-во фундаментов	Ед. изм.	Объем работ	
			В одном фундаменте	Во всех фундаментах
Устройство бетонной подготовки		м <sup>3</sup>		
Разгрузка опалубки и арматуры		т		
Укрупнительная сборка опалубки		м <sup>2</sup>		
...				

Далее рассмотрим правила подсчета объемов работ.

*Устройство бетонной подготовки.* Объем работ определяется по объему бетона бетонной подготовки; бетонная подготовка выполняется из тощего бетона класса В7,5 толщиной 0,1 м и размером на 0,1 м больше нижней ступени с каждой стороны (рис. 2.7).

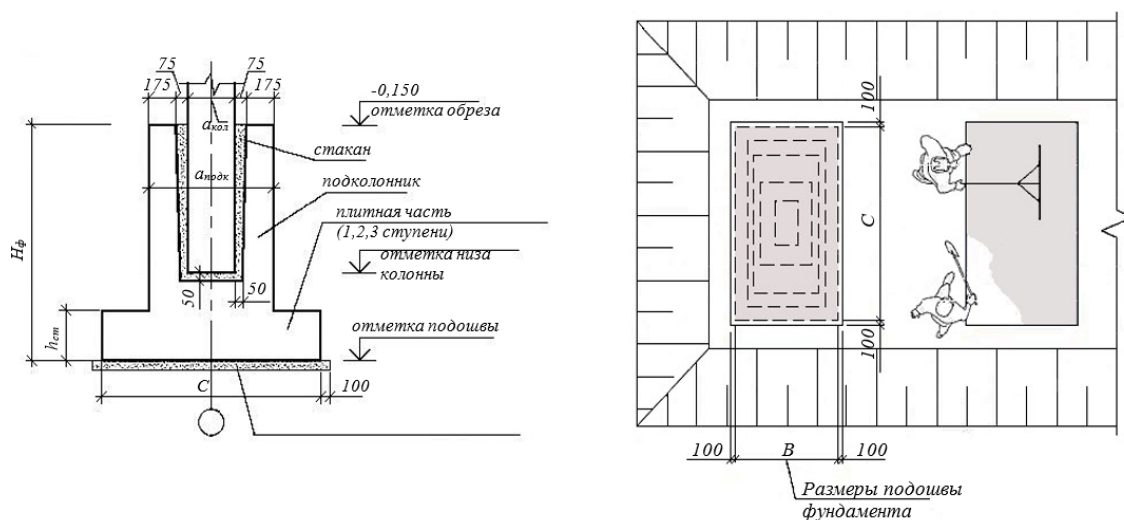


Рис. 2.7. Схема устройства бетонной подготовки

*Разгрузка опалубки и арматуры.* Рассчитывается масса элементов опалубки и арматурных сеток и каркасов. Масса отдельных элементов опалубки указана в каталоге опалубок. Масса арматурных сеток и каркасов рассчитывается условно при следующих условиях: количество сеток в штуках зависит от размеров сторон подошвы фундамента – при размерах стороны подошвы фундамента до 3 м армирование производят одной сеткой с рабочими стержнями в обоих направлениях. Диаметр рабочих стержней должен быть при этом не менее 10 мм, с шагом 200 мм. При размерах сторон подошвы свыше 3 м армирование осуществляют четырьмя сетками в два слоя с рабочими стержнями во взаимно перпендикулярных направлениях. Диаметр рабочих стержней при этом должен быть не менее 12 мм с шагом 200 мм, монтажных стержней – диаметр не менее 8 мм при максимальном шаге 600 мм (рис. 2.8). Каркас подколонника собирается из 4 сеток, шаг стержней – 200 мм, диаметр арматуры – от 10 мм.

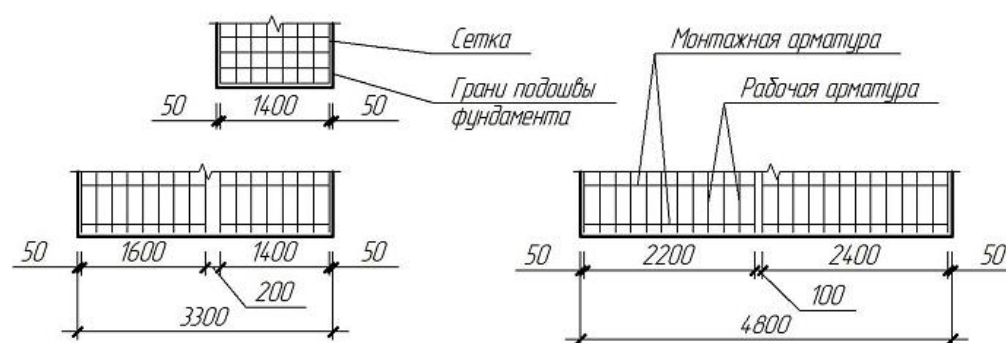


Рис. 2.8. Пример схем раскладки сварных унифицированных сеток одного слоя по подошвам отдельных фундаментов

Исходя из этих условий рассчитываем количество погонных метров арматуры и умножаем на вес погонного метра (табл. 2.3) с учетом диаметра арматурных стержней.

Таблица 2.3

Вес погонного метра арматуры в зависимости от диаметра

Диаметр арматуры, мм	Вес 1 метра погонного арматуры, кг
8	0,395
10	0,617
12	0,888
14	1,21
16	1,58

*Укрупнительная сборка опалубки.* Объемы опалубочных работ рассчитываются по площади бетона, соприкасающегося с опалубкой, в данном случае это площадь боковой поверхности фундамента (ее удобно рассчитывать отдельно для каждой ступени и подколоники и затем суммировать). Укрупнительная сборка осуществляется для количества фундаментов на захватке. Захватка определяется количеством бетона, которое звено бетонщиков укладывает за 1 смену (либо день). Размер захватки следует принимать таким, чтобы продолжительность выполнения отдельного вида работ на захватке равнялась одной или нескольким сменам. Переход звена рабочих с одной захватки на другую среди смены нежелателен.

Количество захваток и число фундаментов в захватке определяем следующим образом.

Определяем объем бетонной смеси, который звено бетонщиков в составе 2 человек уложат за 1 день:

$$V_{\text{бет.1дн.}} = \frac{n_{\text{ч}} \cdot n_{\text{чел}} \cdot n_{\text{см}}}{H_{\text{вр}}}, \text{ м}^3,$$

где  $n_{\text{см}}$  – количество смен;  $n_{\text{чел}}$  – количество человек в звене по ЕНиР,  $n_{\text{чел}} = 2$ ;  $n_{\text{ч}}$  – количество часов в смену,  $n_{\text{ч}} = 8$ ;  $H_{\text{вр}}$  – норма времени по ЕНиР, чел.-ч.

Определяем количество фундаментов, которое звено бетонщиков в количестве 2 человек выполнит за 1 день:

$$N_{\phi} = \frac{V_{\text{бет.1дн.}}}{V_{1\phi-\text{та}}},$$

где  $V_{1\phi-\text{та}}$  – объем бетона на 1 фундамент, м<sup>3</sup>.

Определяем количество дней, за которое звено бетонщиков выполнит все фундаменты:

$$m = \frac{V_{\text{бет.общ.}}}{V_{\text{бет.1дн.}}}, \text{ дн.}$$

Принимаем целое количество дней и уточняем количество фундаментов, которое звено бетонщиков выполнит за 1 день:

$$N = \frac{\text{количество фундаментов}}{m}, \text{ шт.}$$

Определяем окончательное количество захваток:

$$M = \frac{\text{количество фундаментов}}{N}, \text{ захваток.}$$

Таким образом, объем работ определяется как площадь боковой поверхности одного фундамента, помноженного на количество фундаментов на захватке.

*Установка опалубки.* Объем работ рассчитывается как площадь боковой поверхности всех фундаментов.

*Монтаж арматурных сеток и каркасов.* Объем работ рассчитывается по количеству сеток и каркасов (см. выше).

*Укладка бетонной смеси.* Объем работ рассчитывается по объему бетона (рассчитываются объемы каждой ступени и подколонника и суммируются). Следует помнить, что при расчете объема подколонника необходимо вычесть объем стакана фундамента.

*Распалубка.* Объем работ равен объему в пункте «Установка опалубки».

*Разборка укрупненных элементов опалубки.* Объем работ равен объему в пункте «Укрупнительная сборка опалубки».

*Уход за бетоном.* Под этим понимается поливка бетона водой. Площадь бетона, которая подлежит поливке водой, в данном случае может быть рассчитана как площадь боковой поверхности фундаментов плюс площадь первой ступени фундаментов.

*Погрузка элементов опалубки:* см. пункт «Разгрузка опалубки».

#### **2.3.4. Проектирование опалубочных работ**

При проектировании производства опалубочных работ следует выбрать тип опалубки, произвести ее конструирование, разработать схему крепления элементов опалубки и определить потребность в элементах, которые сводятся в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Основные детали, материалы, полуфабрикаты

№ п/п	Наименование	Марка	Количество элементов в комплекте, шт.		Масса элемента, кг	
			на 1 фундамент	всего с учётом оборачиваемости	1 элемента	всего

Опалубка столбчатого фундамента представляет собой многоступенчатую форму, ступени которой и подколонник собирают из мелких щитов.

В курсовом проекте (работе) рекомендуется применять опалубочную систему FRAMAX Xlife (®Doka) (прил. Б) либо другие варианты опалубочных систем для вертикальных конструкций, например, опалубка PERI TRIO или PILOSIO P300.

При использовании опалубки FRAMAX короб нижней ступени собирается из щитов, объединяемых в углах наружными угловыми элементами. При невозможности обеспечить проектную длину опалубочной панели применяют вставки в виде деревянных брусков или фанеры. При этом в месте добора используется усиливающий ригель, присоединяемый к щитам болтами. Короба второй, третьей ступени и подколонника собираются из щитов «в мельницу», чтобы обеспечить опирание на нижележащий короб (рис. 2.9).

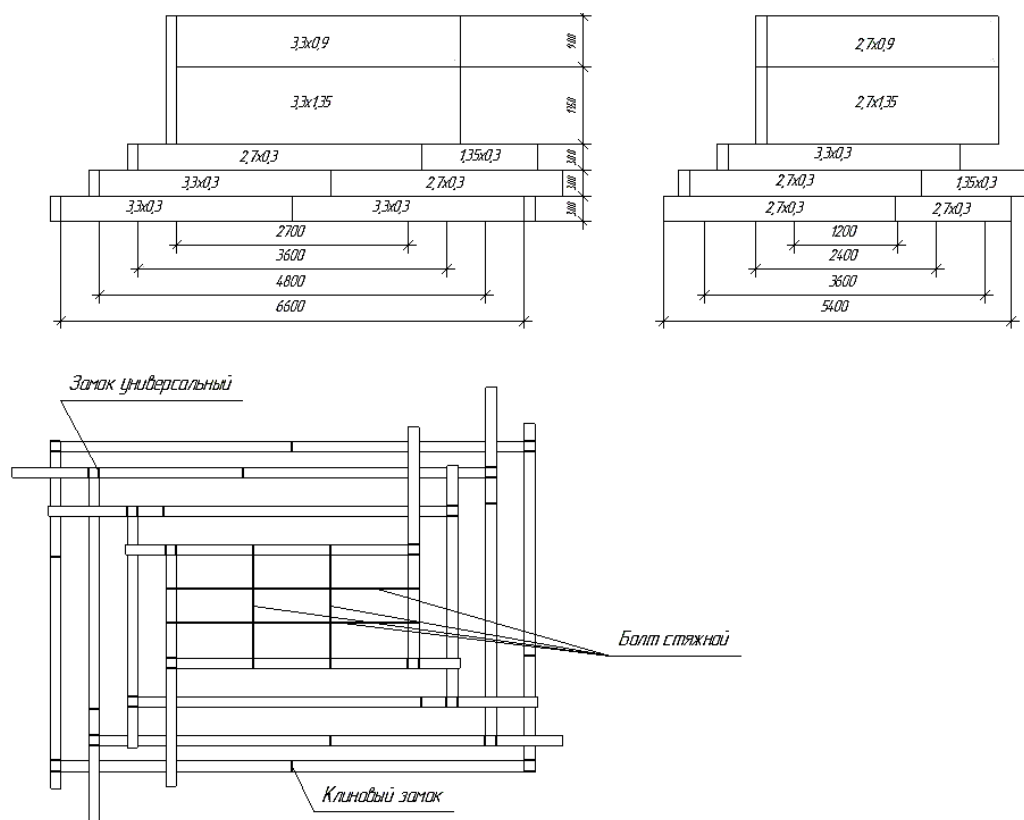


Рис. 2.9. Пример конструирования опалубки FRAMAX

Основу опалубочной системы для монолитных железобетонных конструкций FRAMAX Xlife представляют наборы готовых прямоугольных щитов кратных размеров (рис. 2.10). Отдельный щит состоит из фанерной палубы и каркаса, в котором предусматривают отверстия и пазы для фиксации крепежных устройств. Модульность основных щитов позволяет собирать из них более крупные опалубочные панели различных размеров и конфигурации.

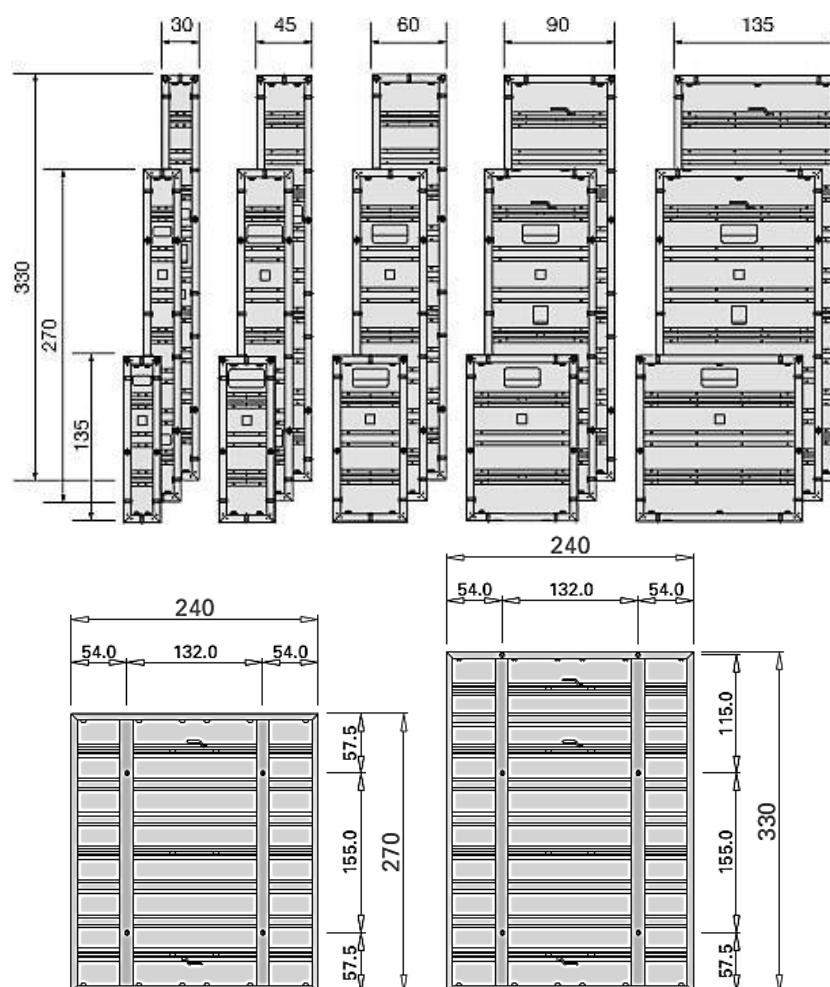


Рис. 2.10. Опалубочные щиты FRAMAX Xlife

Для соединения щитов между собой чаще всего используются быстродействующие зажимные приспособления RU Framax – клиновые замки, требующие при сборке и разборке только применения молотка (рис. 2.11). Клиновые замки могут устанавливаться в любом месте продольных и поперечных кромок щитов, количество замков на одну сторону указано в таблице на рис. 2.11.

**Элементы, установленные вертикально:**

Высота элементов	Количество замков
1,35 м	2
2,70 м	2
3,30 м	3

**Элементы, установленные горизонтально:**

Ширина элементов	Количество замков
0,30 м	1
0,45 м	1
0,60 м	2
0,90 м	2
1,35 м	2

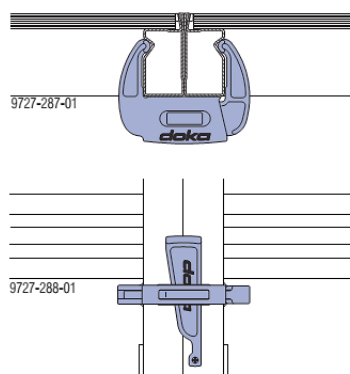


Рис. 2.11. Простое соединение элементов с помощью быстродействующего зажимного приспособления RU Framax

Для обеспечения необходимых размеров собираемых опалубочных панелей используют деревянные бруски и фанерные щиты, устанавливаемые между смежными щитами в собираемой панели. Для соединения щитов и соединения щитов с наращиванием используют юстировочное соединение элементов с возможностью компенсации с помощью универсального зажимного приспособления Framax (рис. 2.12).

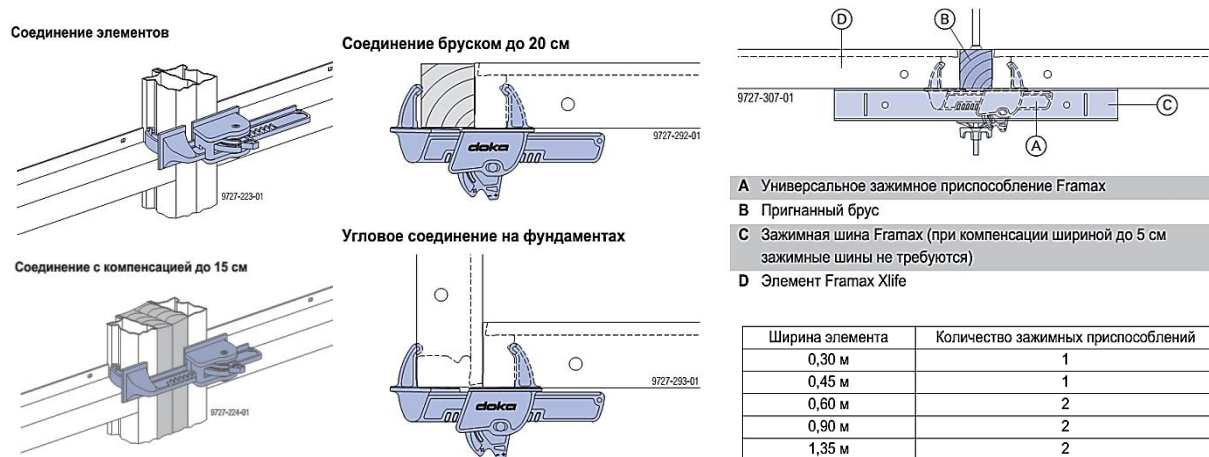


Рис. 2.12. Соединение элементов с возможностью компенсации с помощью универсального зажимного приспособления Framax

Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах служат специальные наружные угловые элементы для крепления щитов прямого угла (рис. 2.13).

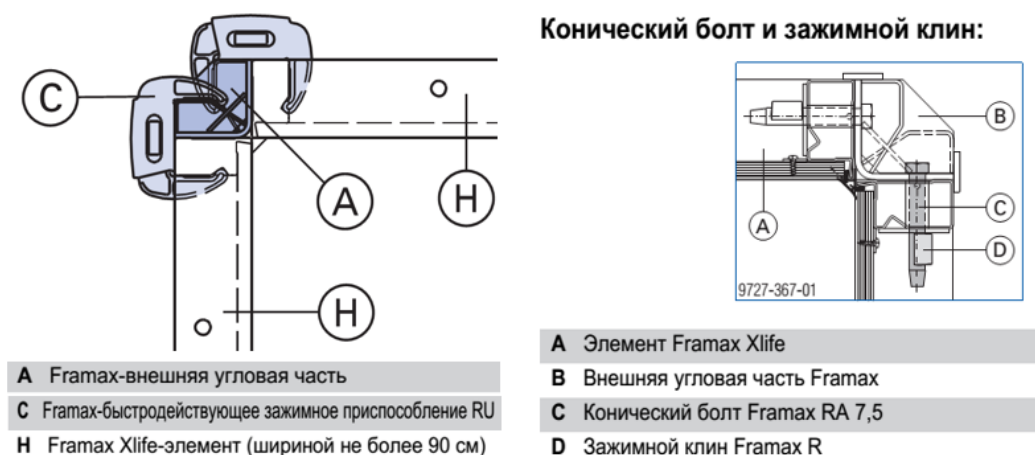


Рис. 2.13. Конструктивные приемы формирования углов и торцов (опалубки FRAMAX): прямой угол с использованием целых щитов и инвентарных элементов креплений внешних углов (вверху); угловые соединения с использованием универсальных щитов при сборке опалубки в «мельницу» (внизу) (начало)



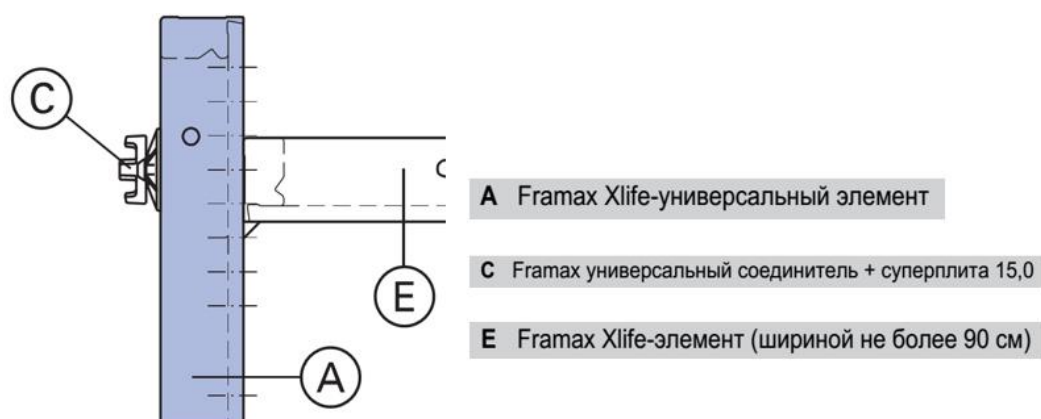


Рис. 2.13. Окончание

При проектировании опалубки ступеней необходимо предусмотреть дополнительное крепление противоположных щитов опалубки поверху и понизу ступеней с помощью стяжных болтов и неизвлекаемой перфоленты для нижней ступени (рис. 2.14, 2.15).

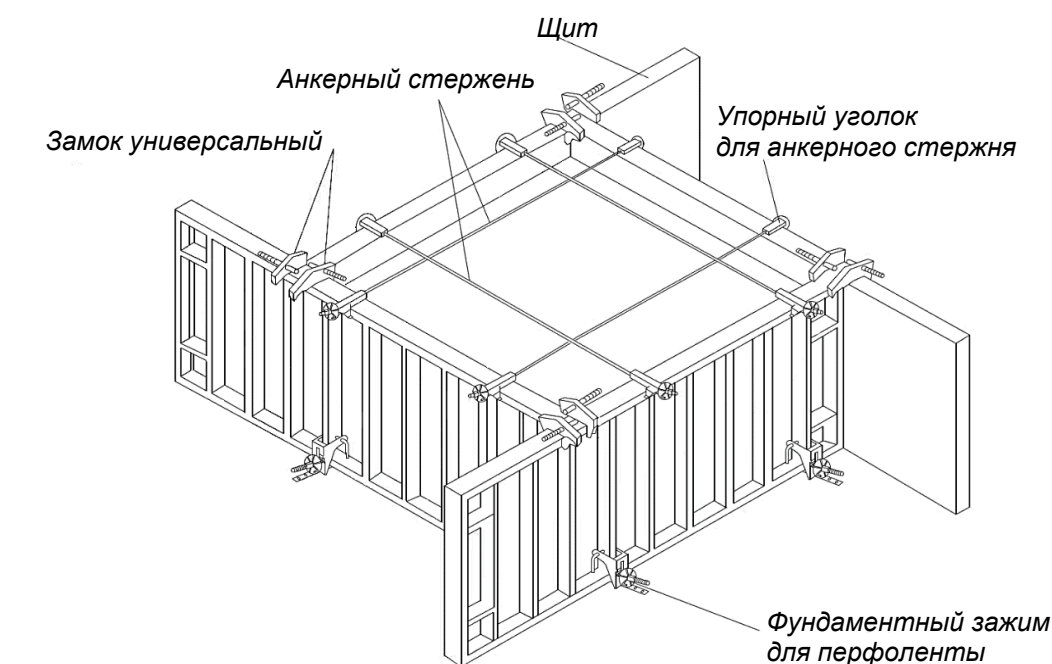
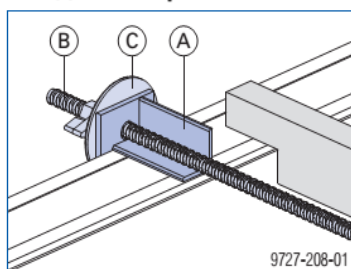


Рис. 2.14. Пример конструирования ступеней фундамента и подколонника с применением опалубки FRAMAX (сборка «в мельницу»)

В наборе элементов опалубки предусматриваются специальные болты для выполнения винтовых соединений. Все гайки оснащены рычагами-барашками для обеспечения ударной затяжки – ослабления болтового соединения с помощью молотка. Обычно используется единый диаметр болтов, обеспечивающий полную универсальность всех винтовых креплений опалубки.



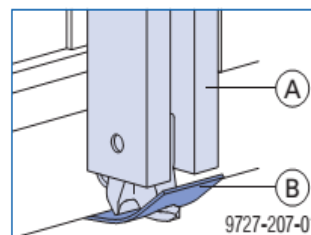
### Упорный уголок для анкера Framax



**A** Упорный уголок для анкера Framax

**B** Анкерный стержень 15,0 мм

**C** Суперплита 15,0



**A** Фундаментный зажим Framax

**B** Перфолента Doka 50x2,0 мм 25 м (неизвлекаемая)

Рис. 2.15. Дополнительное крепление щитов опалубки с помощью анкерных стержней (слева) и перфоленты (справа)

Помимо перечисленных элементов спецификация элементов опалубки FRAMAX включает бруски и фанерные вставки, сварной стаканообразователь, болты и инвентарные подмости. Инвентарные подмости обеспечивают удобство и безопасность выполнения работ. Подмости навешиваются в пределах рабочих зон (на подколонник) при укладке бетонной смеси.

Подмости для бетонирования с отдельными консолями показаны на рис. 2.16.

С помощью консоли Framax 90 можно легко собрать ручную рабочие леса для бетонирования с подмостями шириной 90 см. Доски для настила и перил: на каждый погонный метр лесов требуется 0,9 м<sup>2</sup> настильных досок и 0,6 м<sup>2</sup> досок для перил. Толщина досок при расстоянии между опорами до 2,50 м:

- доски настила шириной минимум 20 см и толщиной 3 см;
- доски перил шириной минимум 20 см и толщиной 3 см или точные размеры по EN 12811.

Крепление настильных досок выполняется при помощи 5 винтов M10x120 на каждую консоль, крепление досок для перил – с помощью гвоздей.

Если подмости для бетонирования монтируются только с одной стороны опалубки, то на торцевых сторонах должно быть ограждение для защиты от падения (рис. 2.17).

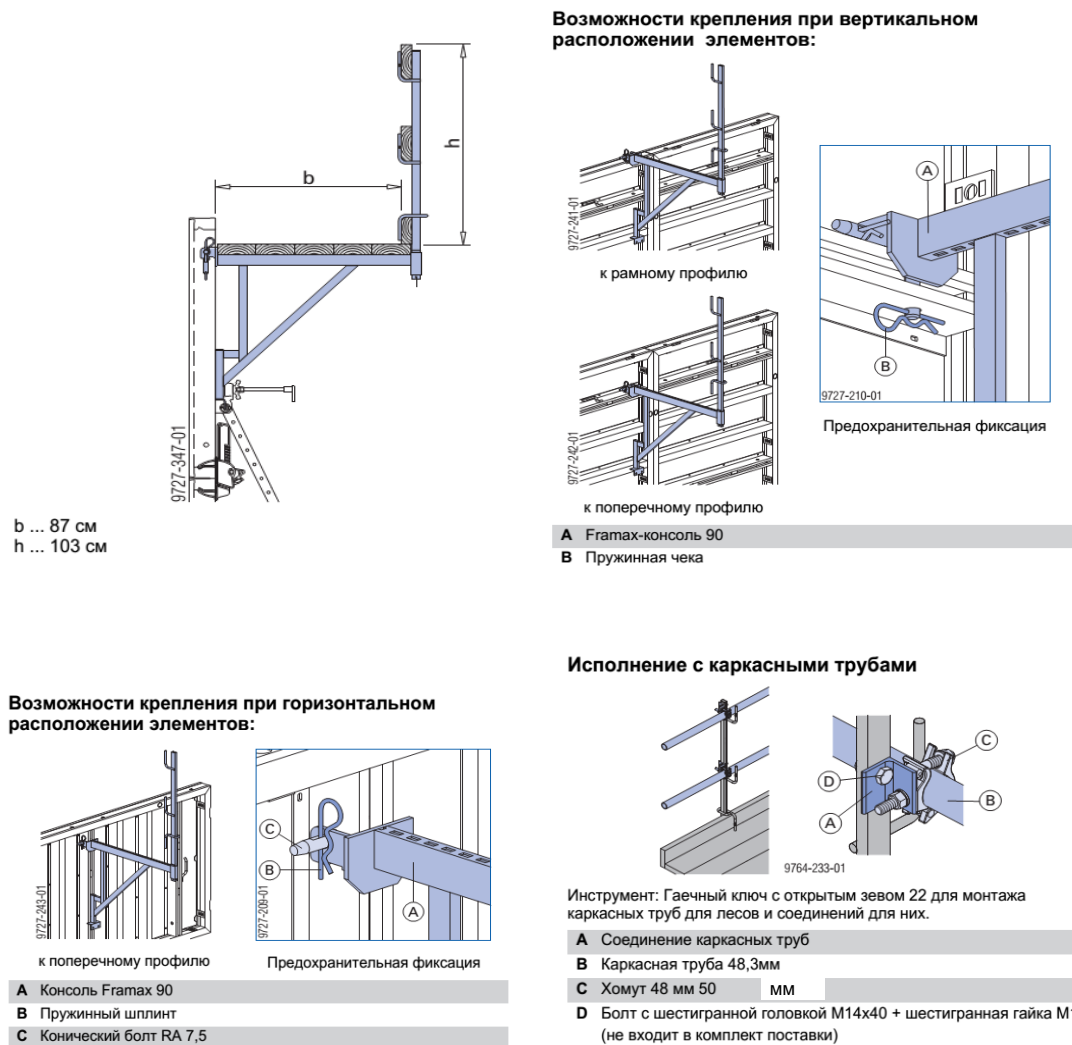


Рис. 2.16. Подмости

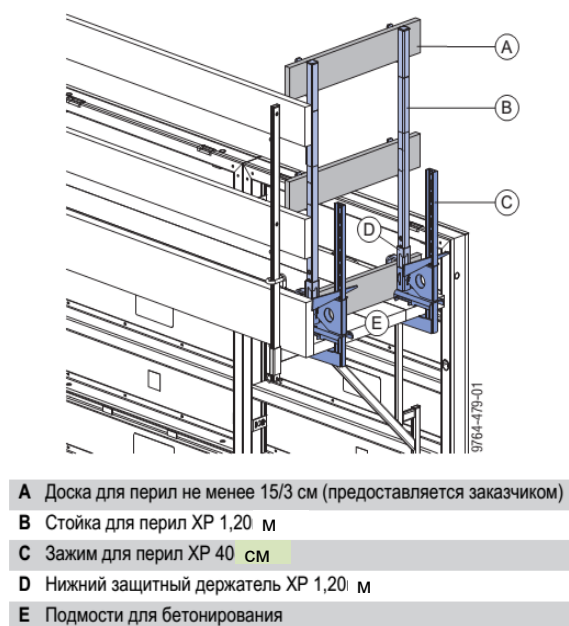


Рис. 2.17. Система боковых защитных перил XP

Монтаж выполняется следующим образом: зафиксировать зажимы для перил ХР на настиле подмостей для бетонирования с помощью клина (участок зажима от 2 до 43 см), нижний защитный держатель ХР 1,20 м снизу насадить на стойку для перил ХР 1,20 м, стойку для перил ХР 1,20 м вставить в гнездо на зажиме для перил ХР 40 см до защелкивания фиксатора, доски для перил прибить гвоздями (Ø 5 мм) к скобам для перил.

### ***2.3.5. Проектирование арматурных работ***

Процессы армирования и установки опалубки при возведении ступенчатых фундаментов взаимосвязаны и происходят в следующем порядке:

- монтаж сетки армирования подошвы;
- монтаж опалубки 1, 2 и 3-й ступени (в отдельных случаях устанавливают опалубку нижней ступени и в неё устанавливают арматуру);
- установка арматурного каркаса подколонника;
- монтаж опалубки подколонника.

Арматурные сетки подколонников доставляют на строительную площадку и разгружают на площадке укрупнительной сборки, сетки башмаков – на площадке для складирования. Сборка армокаркасов подколонника ведется на стенде сборки с помощью кондуктора путем прихватки арматурных сеток между собой электродуговой сваркой или вязкой.

При приёмке арматуры проверяют соответствие арматурных стержней и сеток проекту (паспорту), диаметр и расстояние между рабочими стержнями. Перед монтажом сеток определяют места их положения и мероприятия по обеспечению необходимой толщины защитного слоя бетона. Толщина защитного слоя бетона при установке арматурных горизонтальных сеток должна быть не менее 35 мм при наличии бетонной подготовки и не менее 70 мм при её отсутствии. При установке вертикальных каркасов толщина защитного слоя должна быть не менее 40 мм. Толщину защитного слоя обеспечивают заранее заготовленными бетонными или пластмассовыми фиксаторами (рис. 2.18).

Монтаж арматурных сеток производят с транспортных средств, реже – со складированием. Строповку осуществляют 4-х ветвевым стропом. Подачу сеток на рабочее место производят краном по несколько штук. Сетки массой до 50 кг раскладывают вручную, массой более 50 кг – краном.



Рис. 2.18. Фиксаторы толщины защитного слоя бетона

После монтажа опалубки ступеней осуществляют монтаж арматурного каркаса подколонника с помощью крана с креплением его к нижней сетке с помощью вязальной проволоки (рис. 2.19).

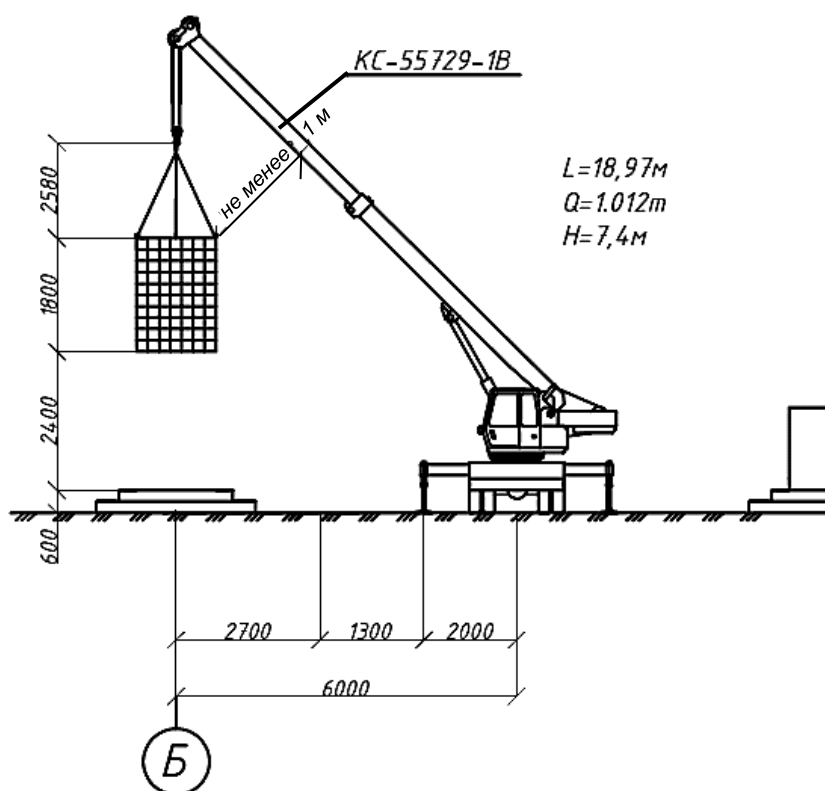


Рис. 2.19. Схема монтажа арматурного каркаса

Смонтированные сетки и каркасы должны быть надежно закреплены и предохранены от деформаций и смещений в процессе производства работ по укладке бетонной смеси. При приёмке армирования проверяют точность геометрических размеров, взаимное расположение стыкуемых стержней, надежность закрепления и фиксацию с целью предохранения от смещения в процессе укладки бетонной смеси, обеспечение толщины защитного слоя бетона. Приёмку смонтированной арматуры производят до начала бетонирования и оформляют актом освидетельствования скрытых работ.

### ***2.3.6. Проектирование бетонных работ***

В качестве технологической схемы бетонирования выполняются общая схема производства бетонных работ и детальная схема рабочего места бетоноукладочной машины. На плане фундаментов в готовой земляной выемке показывается последовательность бетонирования фундаментов (приводится разбивка фундаментов на захватки и нумерация захваток), наносятся стоянки и оси перемещения бетоноукладочных машин (крана, бетононасоса) и автобетоносмесителей с указанием всех необходимых размеров и радиусов действия.

До начала укладки бетонной смеси должны быть выполнены следующие работы:

- проверена правильность установленных арматуры и опалубки;
- устранены все дефекты опалубки;
- проверено наличие фиксаторов, обеспечивающих требуемую толщину защитного слоя бетона;
- приняты по акту все конструкции и их элементы, доступ к которым с целью проверки правильности установки после бетонирования невозможен;
- очищены от мусора, грязи и ржавчины опалубка и арматура;
- проверена работа всех механизмов, исправность приспособлений оснастки и инструментов.

Доставка на объект бетонной смеси предусматривается автобетоносмесителями.

Подача бетонной смеси к месту укладки рассмотрена в двух вариантах:

- автомобильным краном в поворотных бункерах (рис. 2.20);
- при помощи автобетононасоса (рис. 2.21).

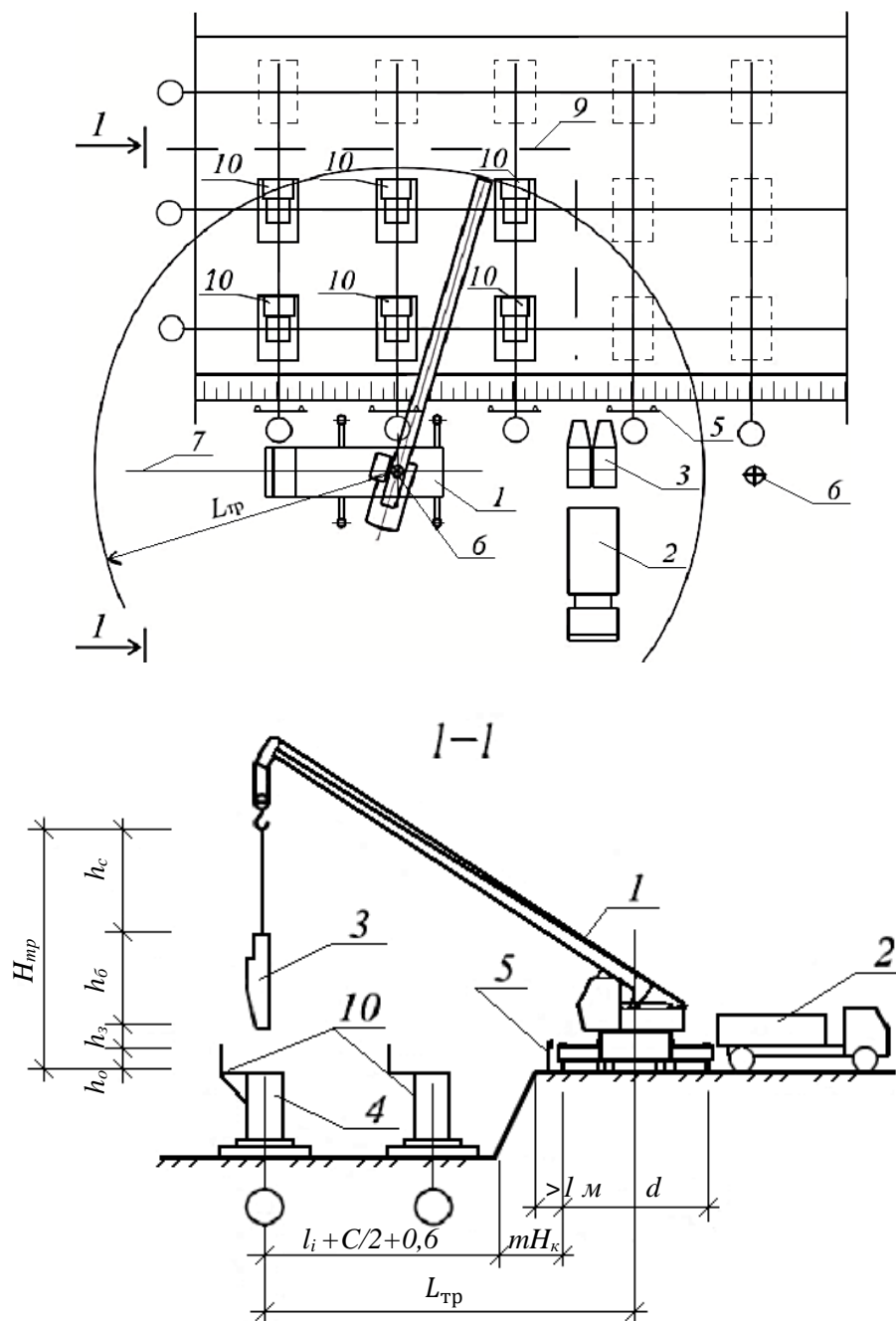


Рис. 2.20. Схема бетонирования фундаментов с бермы котлована или траншеи:

- 1 – стреловой кран; 2 – самосвал; 3 – бадьи для бетона;  
 4 – фундаменты; 5 – обноска; 6 – стоянка крана; 7 – ось движения крана;  
 8 – граница захватки; 9 – рабочая площадка

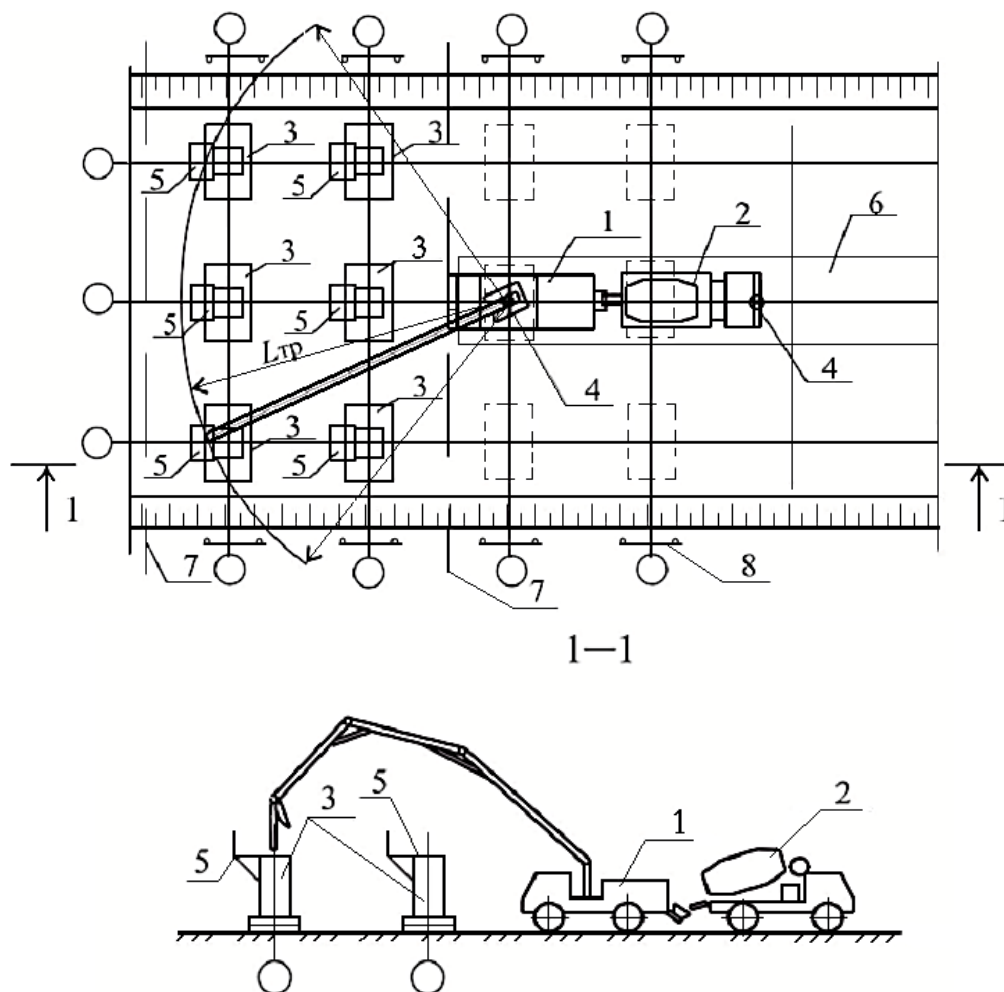


Рис. 2.21. Технологическая схема бетонирования фундаментов при помощи автобетононасоса:

- 1 – автобетононасос; 2 – автобетоносмеситель; 3 – фундамент;  
 4 – стоянки автобетононасоса; 5 – рабочая площадка;  
 6 – покрытие из железобетонных дорожных плит;  
 7 – граница захватки; 8 – обноска

В состав работ по бетонированию фундаментов входят:

- прием и подача бетонной смеси;
- укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за бетоном.

Бетонирование фундаментов осуществляется, как правило, в два этапа:

- на первом этапе бетонируют башмак фундамента и подколонник до отметки низа стаканообразователя;
- на втором этапе бетонируют верхнюю часть подколонника после установки стаканообразователя.

Для загрузки бетонной смесью поворотные бункеры не требуют перегрузочных эстакад, а подаются к месту загрузки бетонной смесью автомобильным краном, который устанавливает бункеры в горизонтальное положение.

Автобетоносмеситель задним ходом подъезжает к бункеру и разгружается. Затем автомобильный кран поднимает бадью и в вертикальном положении подает ее к месту выгрузки. В зоне действия автомобильного крана обычно размещают несколько бункеров вплотную один к другому с расчетом, чтобы суммарная вместимость их равнялась вместимости автобетоносмесителя. В этом случае загружаются бетонной смесью одновременно все подготовленные бункеры – бадьи, и затем кран поочередно подает их к месту выгрузки (рис. 2.22).

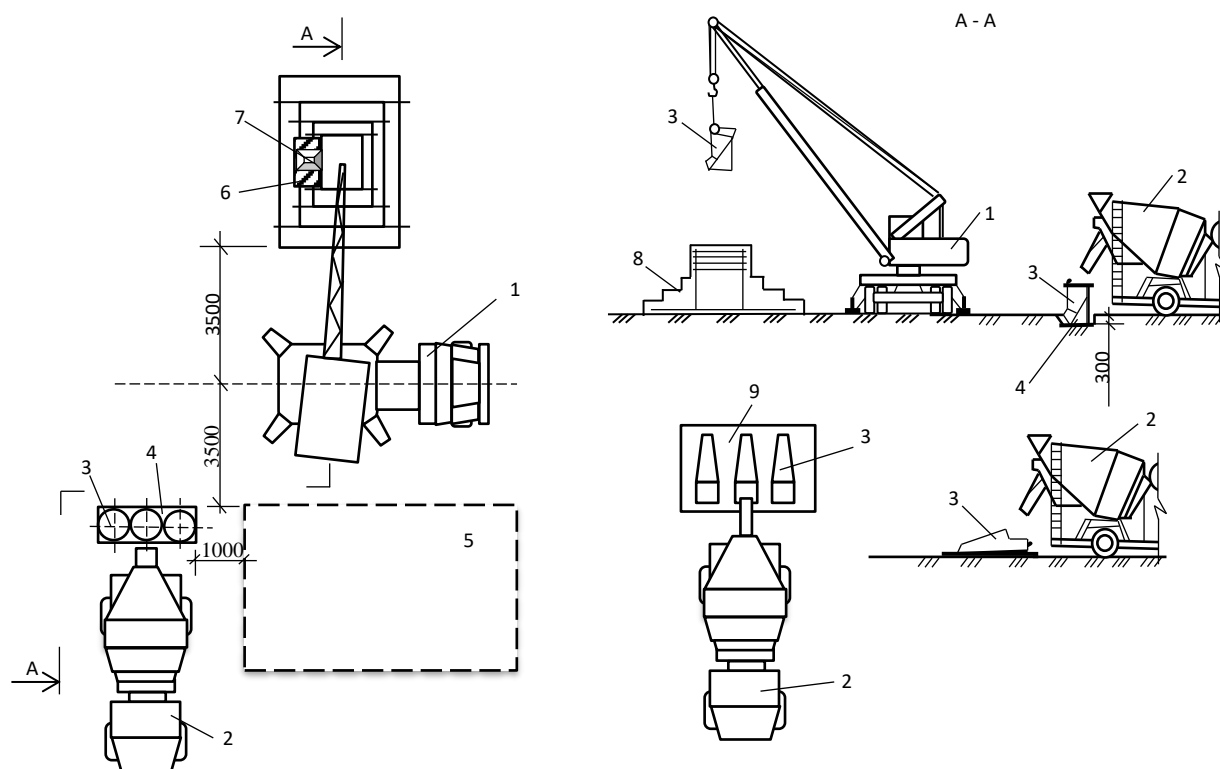


Рис. 2.22. Схема организации работ при подаче бетонной смеси краном в бадьях:  
*а* – поворотная бадья; *б* – неповоротная бадья;  
 1 – кран; 2 – автобетоносмеситель; 3 – бадья; 4 – приямок;  
 5 – площадка складирования; 6 – подмости; 7 – лоток; 8 – опалубка;  
 9 – площадка для приема бетонной смеси



При бетонировании монолитных фундаментов автобетононасосом радиус действия распределительной стрелы позволяет производить укладку бетонной смеси в несколько фундаментов. Нормальная эксплуатация автобетононасосов обеспечивается в том случае, если по бетоноводу перекачивают бетонную смесь подвижностью не менее 5–6 см, что способствует транспортированию бетона на предельные расстояния без расслоения и образования пробок.

Бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями толщиной 0,3–0,5 м. Каждый слой бетона тщательно уплотняют глубинными вибраторами. При уплотнении бетонной смеси конец рабочей части вибратора должен погружаться в ранее уложенный слой бетона на 5–10 см. Шаг перестановки вибратора не должен превышать 1,5 радиуса его действия. В углах и у стенок опалубки бетонную смесь дополнительно уплотняют вибраторами или штыкованием ручными шуровками. Касание вибратора во время работы арматуры не допускается. Вибрирование на одной позиции заканчивается при прекращении оседания и появлении цементного молока на поверхности бетона. Извлекать вибратор при перестановке следует медленно, не выключая, чтобы пустота под наконечником равномерно заполнялась бетонной смесью.

Перерыв между этапами бетонирования (или укладкой слоев бетонной смеси) должен быть не менее 40 минут, но не более 2 часов.

После укладки бетонной смеси в опалубку необходимо создать благоприятные температурно-влажностные условия для твердения бетона. Горизонтальные поверхности забетонированного фундамента укрывают влажной мешковиной, брезентом, опилками, листовыми, рулонными материалами на срок, зависящий от климатических условий, в соответствии с указаниями строительной лаборатории.

### ***2.3.7. Расчёт требуемых технологических параметров и количества строительных машин и механизмов***

В комплект машин и механизмов при устройстве монолитных железобетонных фундаментов входят следующие позиции: кран стреловой для монтажных работ, кран стреловой для бетонных работ или автобетононасос, автобетоносмесители, глубинные вибраторы.

В комплект машин для доставки и укладки бетонной смеси входят: машины, доставляющие бетонную смесь от завода-изготовителя до строительной площадки (автобетоносмесители), и машины, оборудование и приспособления, транспортирующие бетонную смесь от места разгрузки до места укладки (автобетононасос или система «кран-бадья»).

При возведении фундаментов здания могут применяться следующие типы строительных кранов: стреловые автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, башенные и специальные.

На первом этапе подбора строительных машин следует определиться с ведущими машинами для укладки бетонной смеси: «кран-бадья» или автобетононасос. Если принимаем схему «кран-бадья», то изначально нужно подобрать бадью для бетона и способ ее строповки. Для подбора крана необходимо подобрать наиболее тяжелый груз и самый габаритный и исходя из этого подобрать средства строповки.

Кранами в бадьях бетонную смесь подают при интенсивности бетонирования до 45–90 м<sup>3</sup>/смену, при высоте подачи до 100 м и более и горизонтальном перемещении в зависимости от вылета крюка крана. Вертикальное и горизонтальное перемещение бадьи позволяет производить разгрузку бетонной смеси непосредственно в заданной зоне. Бетононасосами бетонную смесь подают при интенсивности бетонирования не менее 6 м<sup>3</sup>/ч, а также в стесненных условиях и в местах, недоступных другим средствам механизации.

### **Подбор средств строповки**

Для укладки арматурных сеток, каркасов, коробов опалубки, бетонной смеси в бадьях чаще используется четырехветвевой строп. Укладку бетонной смеси в бадьях можно также выполнять двухветвевым стропом.

Все стропы имеют маркировочные бирки, на которых указаны следующие данные (рис. 2.23):

- наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак;
- заводской номер стропа;
- грузоподъемность;
- дата испытания на заводе-изготовителе (месяц, год).

Выбор стропов начинают с определения массы груза и расположения его центра тяжести. Определив массу поднимаемого груза и расположение центра тяжести, определяют число мест застропки и их расположение с таким расчетом, чтобы груз не мог опрокинуться или самостоятельно развернуться. Из этого расчета выбирают строп или подходящее грузозахватное приспособление. Одновременно следует учитывать длину выбираемого многоветвевго стропового грузозахватного приспособления.

#### Структура обозначения строп



Рис. 2.23. Маркировка стропов и марочная бирка стропа

При выборе длины стропа следует исходить из того, что при малой длине угол между ветвями строп будет больше  $90^\circ$ , а при большой длине – теряется высота подъема груза и возникает опасность его кручения. Оптимальные углы между ветвями строп находятся в пределах  $60 - 90^\circ$  (рис. 2.24).

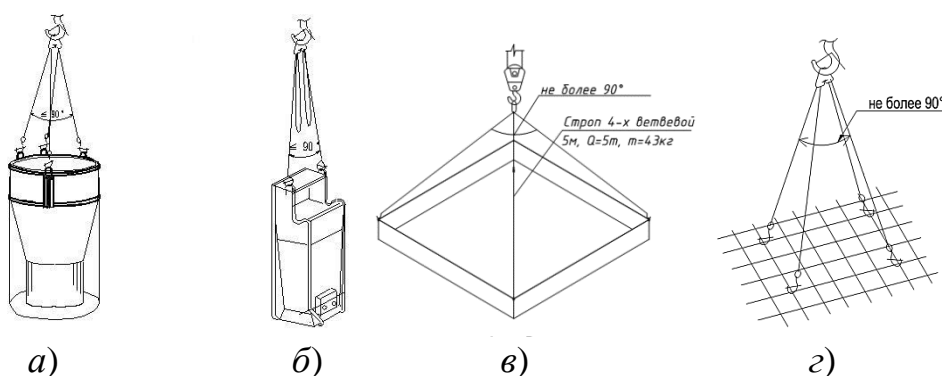


Рис. 2.24. Схемы строповки:

а – бадья поворотная; б – бадья неповоротная;  
в – опалубка ступени; г – арматурная сетка

Выбор стропов производим по таблицам 2.5–2.6.

Таблица 2.5

Масса канатных четырехветвевых стропов, кг

Грузоподъемность, т	Длина, м							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2,0	7,54	9,07	10,6	12,13	13,66	15,19	16,72	18,25
3,2	12,19	14,24	16,29	18,34	20,39	22,44	24,49	26,54
4,0	15,75	18,53	21,31	24,09	26,87	29,65	32,43	35,21
5,0	22,19	25,44	28,69	31,94	35,19	38,44	41,69	44,94
6,3	28,55	32,73	36,91	41,09	45,27	49,45	53,63	57,81
8,0	39,52	45,6	51,68	57,76	63,84	69,92	76,0	82,08
10,0	52,54	59,86	67,18	74,5	81,82	89,14	96,46	103,78

Таблица 2.6

Параметры двухветвевых канатных стропов

Марка	Грузоподъемность, т	Размеры, мм	Масса, кг
2СК-3,2/1000	3,2	1000	16
2СК-3,2/1500	3,2	1500	17
2СК-3,2/2000	3,2	2000	18
2СК-3,2/4000	3,2	4000	22
2СК-5,0/2000	5,0	2000	27
2СК-5,0/4000	5,0	4000	35,5
2СК-6,3/2000	6,3	2000	36
2СК-6,3/4000	6,3	4000	46
2СК-6,3/6000	6,3	6000	55
2СК-8,0/2000	8,0	2000	50
2СК-8,0/4000	8,0	4000	61
2СК-8,0/6000	8,0	6000	72

### Подбор бадьи для бетона

Бадья для бетона применяется для приема от изготовителя бетонной смеси и ее быстрой доставки к месту укладки или проведения работ. Бадья в силу своего большого веса перемещается с помощью подъемного крана. Бадья для бетона может быть двух видов – бадья неповоротная (БН) для бетона типа «рюмка» и бадья поворотная (БП) для бетона типа «туфелька». Каждый из типов различается по форме и способу загрузки (рис. 2.25).

Бадья для бетона типа «рюмка» изготавливается в форме конуса с надстроенным цилиндром. Она загружается и устанавливается в вертикальном положении. Для надежной установки в вертикальное положение она оснащается опорным основанием в виде кольца.



Рис. 2.25. Виды бадей для бетона

Бадья для бетона типа «туфелька» загружается в горизонтальном положении. Бадья для бетона данного вида изготавливается в виде прямоугольного ящика, в котором одна сторона переходит в усеченную призму (разгрузочное отверстие находится на конце этой призмы).

Бадья для бетона также может использоваться в качестве тары для кратковременного хранения готовой бетонной смеси. Многие бады для бетона оснащаются поворотными лотками, необходимыми для направления выгрузки.

Технические характеристики поворотных и неповоротных бадей приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

#### Технические характеристики БП, БН (бады и тары)

Модель	Объём, л	Грузоподъёмность, кг	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7
Бадья поворотная БП («туфелька»)						
БП-1,0	1000	2500	3300	1500	1000	400
БП-1,6	1600	3500	3900	1500	1000	420
БП-2,0	2000	4500	3900	1520	1150	470
БП-2,5	2500	6250	4000	2100	1140	550
БП-3,0	3000	7500	3200	2100	2100	960
БП-4,0	4000	10 000	3200	2500	2500	1040
Бадья неповоротная БН («рюмка»)						
БН-0,5 (лоток)	500	1250	—	1340	1270	180
БН-0,5 (воронка, лоток)	500	1120	—	1400	1400	200
БН-0,5 (люлька, воронка, лоток)	500	1120	—	1380	1420	230
БН-1,0 (лоток)	1000	2500	—	1340	1860	225

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7
БН-1,0 (воронка, лоток)	1000	2400	–	2000	1250	250
БН-1,0 (люлька, воронка, лоток)	1000	2500	–	1970	1420	280
БН-1,5 (лоток)	1500	3750	–	1580	1930	310
БН-1,5 (воронка, лоток)	1500	3750	–	2040	1580	350
БН-1,5 (люлька, воронка, лоток)	1500	3750	–	2040	1660	380
БН-2,0 (лоток)	2000	5000	–	1580	2340	350
БН-2,0 (воронка, лоток)	2000	5000	–	2450	1580	380
БН-2,0 (люлька, воронка, лоток)	2000	5000	–	2450	1660	410
БН-3,0 (лоток)	3000	7500	–	1570	2850	550

Подбор объема бады осуществляется в следующей последовательности:

$$V_6^{min} = I_{max} / n_{кр.ц.},$$

где  $V_6^{min}$  – минимальный объем бады (округляем в большую сторону до ближайшего значения в каталоге бадей);  $I_{max}$  – максимальная интенсивность бетонирования;  $n_{кр.ц.}$  – число крановых циклов в час (по заданию от 6 до 9);

$$I_{max} = V_{max\text{ захв}} / n_{час} \cdot n_{см},$$

где  $V_{max\text{ захв}}$  – объем наибольшей захватки;  $n_{час}$  – количество часов в смене (8 часов);  $n_{см}$  – количество смен.

Количество бадей подбирается исходя из объема бетоносмесителя с учетом потерь бетона.

### Подбор крана для монтажных и бетонных работ

Подбор крана производим по трем основным параметрам: требуемая грузоподъемность, требуемая высота подъема крюка крана, требуемый вылет стрелы.

1. Требуемая грузоподъемность,  $Q_{тр}$ :

$$Q_{тр} = q_э + q_c, \text{ т},$$

где  $q_э$  – масса монтируемого элемента, т;  $q_c$  – масса грузозахватного приспособления, т.

При подаче бетонной смеси в бадьях масса элемента принимается равной:

$$q_{\text{э}} = q_{\text{б}} + V_{\text{б}} \cdot g_{\text{б}}, \text{ т},$$

где  $q_{\text{б}}$  – масса бадьи, т;  $V_{\text{б}}$  – объем бадьи,  $\text{м}^3$ ;  $g_{\text{б}}$  – плотность бетонной смеси,  $\text{т/м}^3$  ( $g_{\text{б}} = 2,4 \dots 2,5 \text{ т/м}^3$ ).

2. Требуемая высота подъема крюка  $H_{\text{тр}}$  (рис. 2.26, 2.27):

$$H_{\text{тр}} = h + h_3 + h_3 + h_{\text{с}}, \text{ м},$$

где  $h$  – превышение проектного уровня установки конструкции над уровнем стоянки крана, м;  $h_3$  – запас по высоте, равный 2,3 м;  $h_3$  – монтажная высота элемента, м;  $h_{\text{с}}$  – расчетная высота строповки.

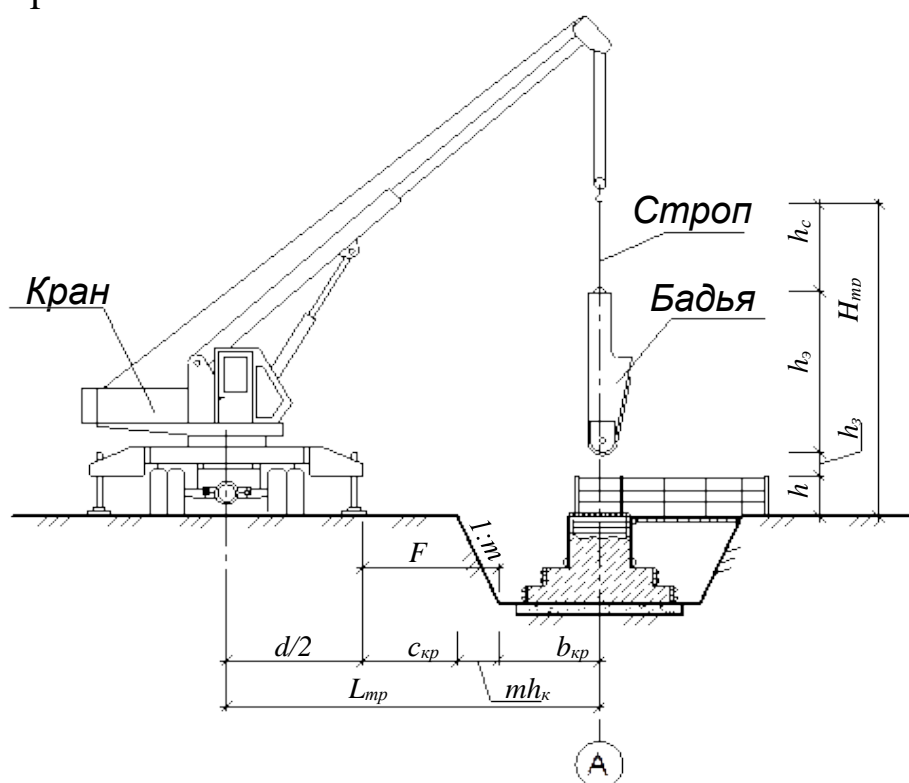


Рис. 2.26. Схема к определению  $H_{\text{тр}}$  и  $L_{\text{тр}}$  при бетонировании монолитных фундаментов (при расположении крана на бровке котлована)

Если  $h < 0$  (см. рис. 2.26), принимается  $h = 0$ .

3. Требуемый вылет стрелы крана  $L_{\text{тр}}$  (см. рис. 2.26) при расположении крана на бровке котлована равен:

$$L_{\text{тр}} = \frac{d}{2} + b_{\text{кр}} + \max \left\{ c_{\text{кр}} + m \cdot h_{\text{к}}, F \right\}, \text{ м},$$

где  $d$  – ширина контура опирания крана, м ( $a \approx 4 \text{ м}$ );  $b_{\text{кр}}$  – расстояние от центра тяжести монтируемой конструкции до подошвы

откоса, м (принимается на основании планов котлована или траншеи, фундаментов, раскладки плит перекрытия);  $C_{кр}$  – минимально допустимое расстояние от опоры крана до бровки, м ( $C \geq 1 \dots 1,5$  м);  $F$  – минимально допустимое расстояние от опоры крана до подошвы откоса, м (см. 2.26).

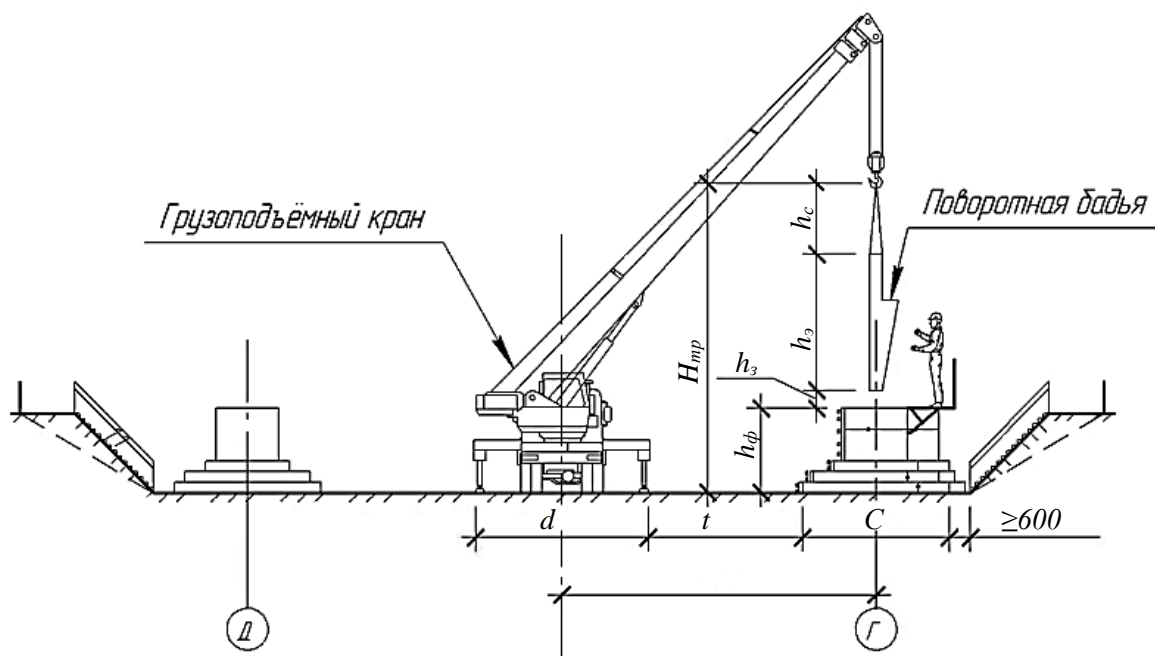


Рис. 2.27. Схема к определению  $H_{тр}$  и  $L_{тр}$  при бетонировании фундаментов по схеме «кран-бадья» (при расположении крана в котловане)

Минимально допустимое расстояние от крана до котлована, траншеи и других выемок для стреловых самоходных кранов определяется от основания откоса до ближайшей опоры крана (машины) по СНиП 12-03-2001 (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины ( $F$ ) в зависимости от вида грунта

Глубина котлована $h_k$ , м	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины в зависимости от вида грунта (ненасыпного), м				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лессовый (сухой)
1,0	1,5	1,25	1,00	1,00	1,0
2,0	3,0	2,40	2,00	1,50	2,0
3,0	4,0	3,60	3,25	1,75	2,5
4,0	5,0	4,40	4,00	3,00	3,0
5,0	6,0	5,30	4,75	3,50	3,5



При наличии в откосе разнородных грунтов определение минимально допустимого расстояния от основания откоса до ближайшей опоры крана производится по одному виду грунта с наихудшими показателями.

При расположении крана на уровне подошвы фундамента (см. рис. 2.27) требуемый вылет крюка:

$$L_{\text{тр}} = \frac{C}{2} + r + t, \text{ м};$$

при работе на выносных опорах:

$$L_{\text{тр}} = \frac{C}{2} + t + \frac{d}{2}, \text{ м},$$

где  $C$  – размер нижней ступени фундамента, м;  $r$  – радиус поворота заднего габарита стрелового крана, м;  $t = 0,7$  м – минимальное расстояние от поворота заднего габарита (выносной опоры крана) до фундамента, м;  $d$  – габарит крана с выносными опорами, м.

Найденные требуемые монтажные характеристики сводятся в табл. 2.9.

Таблица 2.9

#### Требуемые характеристики при монтаже конструкций

№ п/п	Наименование элемента (груза)	Масса элемента $q_z$ , Т	Геометрические размеры, м			Характеристики монтажных приспособлений		Требуемые монтажные характеристики кранов		
			$\ell$	$b$	$h$	$q_c$ , Т	$h_c$ , М	$Q_{\text{тр}}, \text{ Т}$	$H_{\text{тр}}, \text{ М}$	$L_{\text{тр}}, \text{ М}$

Подбор монтажных кранов к каждому варианту производится на основании требуемых монтажных характеристик (см. табл. 2.9) в следующем порядке:

а) по  $L_{\text{тр}}$  устанавливаем соответствующие высоту подъема крюка и фактическую грузоподъемность  $Q_{\text{ф}}$  (в случае необходимости следует откорректировать  $L_{\text{тр}}$  исходя из  $L_{\text{стр}}^{\text{ф}}$ );

б) если фактическая высота подъема крюка крана  $H_{\text{ф}} \geq H_{\text{тр}}$  и  $Q_{\text{ф}} \geq Q_{\text{тр}}$ , то делается заключение о возможности принятия данного крана, в противном случае переходят к рассмотрению более мощного крана.

#### Подбор автобетононасоса

Бетононасосы изготавливают стационарными, прицепными и самоходными. Наибольшее распространение при укладке бетонной смеси в опалубку фундаментов получили самоходные, смонтирован-

ные на шасси автомобиля. Автобетононасосы оснащены приемным бункером и полноповоротной распределительной стрелой, по которой проходит бетоновод, заканчивающийся гибким распределительным рукавом. При интенсивности укладки бетонной смеси до 10 м³/ч используют автобетононасосы на базе автомобилей КАМАЗ, МАЗ, Мерседес. При применении (использовании) бетононасосов необходимо установить ряд условий, обеспечивающих их нормальную эксплуатацию:

- бетонная смесь должна быть определенной подвижности с осадкой конуса не менее 5–6 см;
- оптимальное водоцементное отношение должно быть 0,45–0,6;
- соотношение между крупным и мелким заполнителем должно быть: песок : щебень = (40÷45) : (60÷55), песок : гравий = (32÷40) : (68÷60);
- должно быть определенным соотношение между диаметром крупного заполнителя и внутренним диаметром бетоновода – 1:3 при щебне и 1:2,5 при гравии;
- технические перерывы не более 20 мин, иначе может произойти схватывание цемента и закупорка бетоновода.

Технические характеристики автобетононасосов приведены в табл. 2.10 и 2.11.

Наиболее целесообразно доставлять бетонную смесь автобетоносмесителями с емкостью смесительного барабана 5–12 м³. Технические характеристики автобетоносмесителей приведены в табл. 2.15.

Таблица 2.10

**Основные технические характеристики автобетононасосов  
отечественного производства**

№ п/п	Показатель	Автобетононасосы				
		АБН 75/32	АБН 75/33	АБН 75/37	АБН 65/21	АБН 75/21
1	2	3	4	5	6	7
1	Наибольшая подача бетонной смеси на выходе из распределительного устройства, м³/ч	75	75	75	65	75
2	Наибольшее давление нагнетания бетонной смеси, МПа	7,5	7,5	7,5	7,0	7,5

Окончание табл. 2.10

1	2	3	4	5	6		7
3	Тип качающего узла	Гидравлический					
4	Количество секций стрелы	4	4	4	4		4
5	Наибольшая высота подачи бетонной смеси со стрелы, м	32	33	37	21		21
6	Наибольшая дальность подачи бетонной смеси со стрелы, м	80	—	—	60		80
7	Наибольшая глубина подачи бетонной смеси со стрелы, м	—	—	—	—		—
8	Размеры машины в транспортном положении, м: — длина, — ширина, — высота	10,3 2,5 3,7	10,45 2,5 3,8	11,4 2,5 3,9	10,0 2,5 3,8	10,6 2,5 3,93	10,0 2,5 3,8
9	Масса автобетононасоса в транспортном положении, т	24,0 (23,7)	24,0	26,3	18,2 (17,9)	20,9 (19,7)	18,2 (17,9)
10	Высота загрузки, м	1,4	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
11	Базовый автомобиль	КамАЗ-53229	КамАЗ-53229	КамАЗ-6520	КамАЗ-53215	Урал-4320	КамАЗ-53215

Таблица 2.11

## Основные характеристики автобетононасосов фирмы PUTZMEISTER

№ п/п	Показатель	Автобетононасосы				
		BRF 22.09 ЕМ	BRF 24.08	BRF 28.09 ЕМ	BQF 24.08	BQF 28.08
1	2	3	4	5	6	7
1	Наибольшая подача бетонной смеси на выходе из распределительного устройства, м <sup>3</sup> /ч	90	87	90	80	80
2	Наибольшее давление нагнетания бетонной смеси, МПа	7,1	5,4	7,1	2,5	2,5
3	Тип качающего узла	Поршне- вой	Поршне- вой	Поршне- вой	Роторно- шланговый	Роторно- шланговый

Окончание табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	
4	Тип распределительной стрелы	М 22/19	М 24-ТКД	М28-3-R-TRS45	М 24-TRD	М28-3-R-TRS45	
5	Количество секций стрелы	3	4	3	4	3	
6	Наибольшая высота подачи бетонной смеси со стрелы, м	22,3	23,2	27,3	23,2	27,3	
7	Наибольшая дальность подачи бетонной смеси со стрелы, м	18,8	19,6	23,7	19,6	23,7	
8	Наибольшая глубина подачи бетонной смеси со стрелы, м	11,8	14,6	16,2	14,6	16,2	
9	Размеры машины в транспортном положении, м: – длина, – ширина, – высота	9,1 2,5 3,6	8,615 2,5 3,82	10,837 2,5 3,85	8,615 2,5 3,82	10,837 2,48 3,85	12,556 2,65 3,78
10	Масса автобетононасоса, т	18,2	17,84	19,3	17,84	19,3	21,72
11	Высота загрузки, м	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,25
12	Модель базового автомобиля*	МВ 1824	МВ 1824	МВ 2024	МВ 1824	МВ 2024	КрАЗ-250К
* МВ – «Мерседес-Бенц»							

### Определение производительности и подбор оборудования для бетонирования

Определяем производительность оборудования для подачи бетонной смеси:

$$P_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{Б}}}{T \cdot A \cdot t}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $V_{\text{Б}}$  – объем бетона, который подается в опалубку;  $T$  – время выполнения процесса бетонирования (см. расчет захваток);  
 $A$  – сменность работ;  $t$  – продолжительность смены,  $t = 8$  часов.

Определяем необходимую интенсивность подачи бетонной смеси:

$$I_{\text{тр}} = P_{\text{тр}} \cdot \frac{k_{\text{н}}}{k_{\text{в}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $k_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности подачи и укладки бетонной смеси,  $k_{\text{н}} = 1,2$ ;  $k_{\text{в}}$  – коэффициент использования машин по времени,  $k_{\text{в}} = 0,9$ .

По определенной интенсивности подачи принимается оборудование для подачи бетонной смеси в опалубку. При интенсивности подачи до 10 м³/ч рекомендуется использовать схему «кран-бункер», за исключением тех случаев, когда применение такой схемы бетонирования технически невозможно. При большей интенсивности рекомендуется применять бетононасос.

Определяем количество автобетононасосов для своевременной подачи бетонной смеси:

$$N_B = \frac{I_{тр}}{П_6}.$$

### Определение характеристик и количества машин, транспортирующих бетонную смесь на объект

Выбираем машины для доставки бетонной смеси с завода-изготовителя (по табл. 2.12 – 2.15) с учётом дальности доставки  $L_{тр}$ , типа дороги (по заданию), подвижности смеси, вида ведущего механизма, ёмкости и высоты загрузки его приемного бункера.

Таблица 2.12

#### Допустимые расстояния транспортировки бетонной смеси

Вид дорожного покрытия и средняя скорость транспортирования	Осадка копуса, см	Дальность транспортировки, км						
		АС		АБВ		АБС		
Твердое асфальтовое и асфальтобетонное, 35 км/ч	1–3	45	30	90	45	Без ограничения	120	100
	4–6	30	20	60	30		100	80
	7–9	22	25	40	20		80	60
	10–14	10	–	30	15		60	45
Мягкое грунтовое, 15 км/ч	1–3	10	7	20	12		90	70
	4–6	7	5	15	6		70	50
	7–9	5	3,5	9	5		50	40
	10–14	–	–	7	4		40	30

Таблица 2.13

#### Технические характеристики автосамосвалов

Наименование показателя	Ед. изм.	ЗИЛ 555	ЗИЛ 4502	КамАЗ 11	КамАЗ 55102	МАЗ 5549	КрАЗ 25651
Объем кузова	м	3	3,8	7,2	4,8	5,1	6
Угол подъема кузова	град.	55	50	60	50	55	60
Высота выгрузки	м	1,1...1,2		1,6	1,3	1,2...1,4	

Таблица 2.14

## Технические характеристики автобетоновозов

Наименование показателя	Ед. изм.	Марка				
		СБ-113	СБ-113м	СБ-124	СБ-128	АБ-132
Базовая машина	—	ЗИЛ 130Д	МАЗ 505	КамАЗ 5511	КрАЗ 6505	МАЗ 50А
Объем кузова	м	1,6	3	4	6	3,2
Высота выгрузки	м	1,6	1,6	1,2	1,53	1,25
Угол подъема кузова	град.	100	100	90	85	90

Таблица 2.15

## Технические характеристики автобетоносмесителей

Наименование показателей	Ед. изм.	СБ-69	СБ-92	СБ-159	СБ-127	АМ-6Н	АМ-29Н	СБ-132
Базовая машина	—	МАЗ 503	КамАЗ 5511			КрАЗ 257	КрАЗ 258	МАЗ 999Б
Объем готового замеса	м	2,5	4	5	6	5	9	8
Высота выгрузки	м	1,4–1,6				до 1,7		

Осадку конуса (ОК) принять при производстве работ с помощью бетононасоса – 9–14; при схеме «кран-бункер» – 2–7.

Дальность транспортировки  $L_{тр}$  и тип дорожного покрытия определяются заданием.

По табл. 2.12 принимаем тип транспортирующей машины и скорость транспортировки  $V_{ср}$ , км/ч.

Время укладки бетонной смеси, доставляемой одной машиной:

$$t_y = \frac{V_{тр}}{I_{тр}k_B^{тр}}, \text{ ч},$$

где  $V_{тр}$  – объем готового замеса выбранной машины (см. табл. 2.13 – 2.15);

$I_{тр}$  – интенсивность подачи бетонной смеси при бетонировании бетононасосом;  $k_B^{тр}$  – коэффициент использования транспорта по времени 0,85–0,92.

Продолжительность доставки в часах:

$$t_D^1 = \frac{L_{тр}}{V_{ср}},$$

где  $L_{тр}$  – дальность транспортировки бетонной смеси (по заданию);

$V_{ср}$  – средняя скорость движения машины, км/ч. Продолжительность доставки бетонной смеси из условия  $t_{сх}$ :

$$t_D^2 = t_{сх} - (t_z + t_p + t_y), \text{ ч},$$

где  $t_{сх}$  – время схватывания цемента (принимаем 1,5 ч);  $t_z$  – продолжительность загрузки транспорта (0,2 ч);  $t_p$  – время разгрузки

транспорта (0,1 ч);  $t_y$  – время укладки бетонной смеси, доставляемой одной машиной.

Режим доставки бетонной смеси должен соответствовать неравенству:

$$t_{\text{д}}^1 \leq t_{\text{д}}^2.$$

Продолжительность рабочего цикла:

$$t_{\text{ц}}^{\text{тр}} = t_{\text{з}} + \frac{2 \cdot L_{\text{тр}}}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{р}}, \text{ ч.}$$

Необходимое количество транспортных машин:

$$N_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр}} \cdot t_{\text{ц}}^{\text{тр}}}{V_{\text{тр}} \cdot k_{\text{в}}^{\text{тр}}},$$

где  $P_{\text{тр}}$  – требуемая производительность.

### Определение характеристик и количества машин, уплотняющих бетонную смесь

Уплотнение бетонной смеси осуществляется глубинными вибраторами слоями не более 0,3–0,5 м.

Тип вибратора определяется по длине рабочей части (табл. 2.16):

$$LB \geq h_{\text{с}} + 0,05 \text{ м,}$$

где  $LB$  – длина рабочей части вибратора;  $h_{\text{с}}$  – толщина укладываемого слоя бетона,  $h_{\text{с}} = 0,3 \dots 0,5$  м.

Таблица 2.16

#### Технические характеристики глубинных электромеханических вибраторов с гибким валом

Показатель	Марка вибратора							
	ИБ-75	ИБ-113	ИБ-116А	СТП-В36М	СТП-В50М	BGN 35	BGN 50	BGN 60
Размеры вибронаконечника, мм:								
– длина,	410	410	410	400	400	350	380	410
– диаметр	28	38	51	36	36	48	56	65
Длина вала (рукава), м	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	4,5	4,5	4,5	–	–	–	–	–
	6,0	6,0	6,0	–	–	–	–	–
Радиус действия, мм	180	205	300	200	290	200	290	380
Масса общая, кг	21,2	28,6	30,5	14,2	15,7	12	14	15
Напряжение, В	36	36	36	36	36	42	42	42

Продуктивность вибратора:

$$П_{\text{в}} = 60 \cdot \pi \cdot h_{\text{с}} \cdot R_{\text{в}}^2 \cdot K_{\text{р}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $R_{\text{в}}$  – радиус действия вибратора (см. табл. 2.16);  $\pi=3,14$ ;  $K_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий подвижность бетонной смеси (табл. 2.17).

Таблица 2.17

Значение коэффициента  $K_{\text{р}}$

Подвижность бетонной смеси, см	0...2	6...8	10...12
Значение $K_{\text{р}}$	1	1,4...1,5	1,8...2

Определяем необходимое количество вибраторов:

$$N_{\text{в}} = I_{\text{тр}}/П_{\text{в}} + 1, \text{ шт.}$$

## 2.4. Определение трудоемкости работ и состава звеньев

Исходя из объемов работ, принятых механизмов и методов производства работ определяют их трудоемкость и состав звеньев по ЕНиР (Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы).

В калькуляции должны быть определены трудовые затраты и заработная плата рабочих на производство работ по каждому процессу, а также по всему комплексу работ по возведению здания (сооружения).

Например, при возведении монолитных конструкций в калькуляцию входят работы:

- по установке опалубки (лесов, подмостей);
- установке и монтажу арматуры;
- укладке бетонной смеси;
- уходу за бетоном;
- распалубке конструкций (разборке лесов, подмостей).

При составлении калькуляции трудовых затрат (табл. 2.18) должны быть учтены все затраты труда не только на основные процессы (например, устройство монолитных железобетонных конструкций), но и на вспомогательные процессы и операции (прием бетонной смеси и др.).



Таблица 2.18

## Калькуляция трудовых затрат на основные работы

№ п/п	Обосно- вание	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени чел.-ч	Трудо- затраты, чел.-ч	Трудо- затраты, чел.-дн.	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При разработке калькуляции:

В графе 2 указывается параграф, номер таблицы и пункта по ЕНиР или Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН), на основании которых принимается норма времени на выполнение единицы объема данного вида работ.

В графе 3 таблицы работы рекомендуется записывать в технологическом порядке с учетом рубрикации ЕНиР (ГЭСН).

В графу 4 выписывается единица объема данного вида работ в соответствии с ЕНиР, ГЭСН.

В графу 5 записываются общие объемы по отдельным видам работ.

В графу 6 записываются нормативы времени на выполнение единицы объема работ согласно ЕНиР, ГЭСН.

В графу 7 записываются данные по трудоемкости выполнения работ, которая определяется умножением норматива времени на объем работ (гр. 5 × гр. 6).

В графу 8 записываются трудозатраты в смену, которые определяются делением трудозатрат в чел.-ч на количество часов в смену (гр. 7/8 ч).

В графу 8 выписывается состав звена по ЕНиР.

Номенклатура профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих устанавливается действующим «Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (ЕТКС). В ЕТКС приведены квалификационные характеристики строительных профессий и специальностей.

На основании графика производства работ подобранный численно-квалификационный состав звеньев оформляем в виде табл. 2.19.

Таблица 2.19

## Численно-квалификационный состав звеньев

Вид работ	Профессия	Разряд	Характеристика работ
1. Арматурные работы	Арматурщик	4	Гнутье арматурной стали на механических станках при количестве отгибов на одном стержне более четырех. Сборка и установка сеток и плоских каркасов массой более 100 кг и двойных сеток массой до 100 кг. Установка арматуры из отдельных стержней в массивах, подколонниках, колоннах, стенах и перегородках. Предварительное натяжение арматурных стержней и пучков стержней. Установка анкерных болтов и закладных деталей в устанавливаемые конструкции. Выверка установленных сеток и каркасов. Разделка арматурных выпусков
	Арматурщик	2	Очистка арматурной стали от ржавчины и сортировка ее по маркам и диаметрам. Укладка арматурной стали в стеллажи и штабеля. Переноска арматуры и армоконструкций вручную. Размотка и вытягивание арматурной стали ручными лебедками. Выпрямление арматурной стали. Резка арматурной стали на ручных станках. Гнутье арматурной стали на ручном станке, вязка простых плоских каркасов. Строповка и складирование арматурных конструкций
...	...	...	...

## 2.5. Разработка графика производства работ

График производства работ на выполнение комплекса работ по устройству подземной части здания (табл. 2.20) разрабатывается на основании выбранных методов выполнения отдельных процессов и подсчитанных в калькуляции затрат труда (трудоемкости), а также заданного срока работ.

Таблица 2.20

## График производства работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда, чел.-дн.		К <sub>плн</sub>	Состав звена	Рабочие дни		
				норм	план			1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

Расчет таблицы графика производства работ выполняется в следующей последовательности: наименование работ (графа 2); единицы измерения и значения объемов (графы 3 и 4); нормируемые затраты труда в чел.-дн. (графа 5) и состав звена (графа 8) выписывают из калькуляции.

Количество смен  $n_{см}$  в день для механизированных работ принимается не менее двух, а для работ, выполняемых вручную – одна или две.

Продолжительность  $T$  отдельных видов работ (графа 9) рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{3T_{норм}}{n_{чел} \cdot n_{см}},$$

где  $3T_{норм}$  (чел.-дн.) – нормируемые затраты труда в чел.-дн. (см. табл. 2.20, графа 5);  $n_{чел}$  – число рабочих в смену (см. табл. 2.20, графа 8);  $n_{см}$  – количество смен в день.

Полученное количество смен необходимо округлить в меньшую сторону до одной смены или полусмены (например,  $T = 3,2$  смены, тогда планируемая продолжительность  $T_{план} = 3$  смены). Правильность округления в меньшую сторону проверяется определением коэффициента перевыполнения нормативной продолжительности  $K_{пн}$ , который может изменяться в пределах от 1,0 до 1,2 (в некоторых случаях возможны колебания от 0,95 до 1,5). Определяется названный коэффициент делением нормативной продолжительности на планируемую по формуле:

$$K_{пн} = \frac{3T_{норм}}{3T_{план}}$$

Планируемые затраты труда (см. табл. 2.20, графа 6) определяются по формуле:

$$3T_{план} = T_{план} \cdot n_{чел} \cdot n_{см}, \text{ чел.-дн.}$$

На основании расчетных данных строится график производства работ при устройстве подземной части здания. В графике указываются последовательность выполнения работ, их продолжительность и взаимная увязка. Каждая работа на графике изображается линией (одинарной, двойной, тройной – в зависимости от количества рабочих смен в сутки; пунктирной линией указываются работы, продолжительность которых жестко завязана с другими работами, тогда как

трудозатраты на нее гораздо меньше), над линией следует указывать количество рабочих, занятых при выполнении данной работы. Все работы должны быть увязаны между собой по срокам начала и окончания. Например, укладка бетонной смеси не может начаться ранее установки опалубки и арматуры.

При построении графика необходимо стремиться к максимальному сокращению общего срока за счет увеличения сменности и максимального совмещения по времени отдельных видов работ, не нарушая при этом технологической последовательности и требований охраны труда.

## 2.6. Определение основных технико-экономических показателей

Технико-экономические показатели рассчитываются в конце курсового проекта как результат проектных решений и характеризуют эффективность выбранных методов работ:

$V$  – объемы работ, берутся из сводной ведомости объемов работ ( $\text{м}^3$  для бетонных работ);

$T$  – продолжительность выполнения работ, определяется по графику производства работ (см. табл. 2.20), дн.;

$\sum 3T_{\text{норм}}$  – суммарные нормируемые затраты труда, чел.-дн. (см. табл. 2.20, графа 5);

$\sum 3T_{\text{план}}$  – суммарные планируемые затраты труда, чел.-дн. (см. табл. 2.20, графа 6);

$\text{Выр.}$  – выработка на одного рабочего в день в натуральном выражении, определяется отдельно для бетонных работ по формуле:

$$\text{Выр.} = V / \sum 3T_{\text{план}}, \text{ м}^3/\text{чел.-дн.},$$

где  $V$  – объем бетонных работ,  $\text{м}^3$ .

Средний  $k_{\text{пн}}$  вычисляется как среднее арифметическое по всем видам работ (см. табл. 2.20, графа 7).

Затраты труда на единицу объема,  $\text{м}^3$ , – величина, обратная выработке, вычисляется как  $1/\text{Выр.}$

Подсчитанные технико-экономические показатели заносятся в табл. 2.21.

Таблица 2.21

## Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Показатель
Объем работ	м <sup>3</sup>	
Суммарные нормируемые затраты труда	чел.-дн.	
Суммарные планируемые затраты труда	чел.-дн.	
Продолжительность работ	дн.	
Выработка на человека в день в натуральном выражении	м <sup>3</sup> /чел.-дн.	
Средний $K_{пл}$	—	
Затраты труда на единицу объема	чел.-дн./м <sup>3</sup>	

**2.7. Контроль качества и приемка выполненных работ**

В разделе «Требования к качеству работ» приводят материалы по операционному контролю выполнения опалубочных и арматурных работ и укладке бетонной смеси, а также по приемочному контролю качества работ готовой продукции. Освидетельствование качества проводят на основании требований СП 70.13330.2012, результаты контроля приводят в форме табл. 2.22.

Таблица 2.22

## Требования при приемочном контроле

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)

**2.8. Техника безопасности при производстве бетонных работ**

В данном разделе, в соответствии со СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002, приводят основные правила безопасного производства работ и эксплуатации строительных машин, механизмов и оборудования, ручных механизированных и электрифицированных инструментов, а также сведения по безопасному выполнению опалубочных, арматурных и бетонных работ.

Особое внимание следует уделить следующим вопросам:

— движение и расположение машин вблизи откосов выемок;

- перемещение загруженной или порожней бадьи;
- обеспечение условий, исключающих возможность поражения рабочих электрическим током при производстве электросварочных работ и вибрировании бетонной смеси;
- опасные зоны.

### Определение границ опасных зон работы кранов

Перед началом работ кранов и подъемников необходимо выделить опасные зоны, в пределах которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполнения работ.

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов кранами, включают в себя зону обслуживания крана, половину наружного наименьшего габарита перемещаемого груза с прибавлением минимального расстояния отлета груза при его падении, а также наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза (рис. 2.28).

Граница зоны обслуживания башенных кранов определяется максимальным вылетом стрелы ( $l_{мст}$ ) на участке между крайними стоянками крана на рельсовом крановом пути.

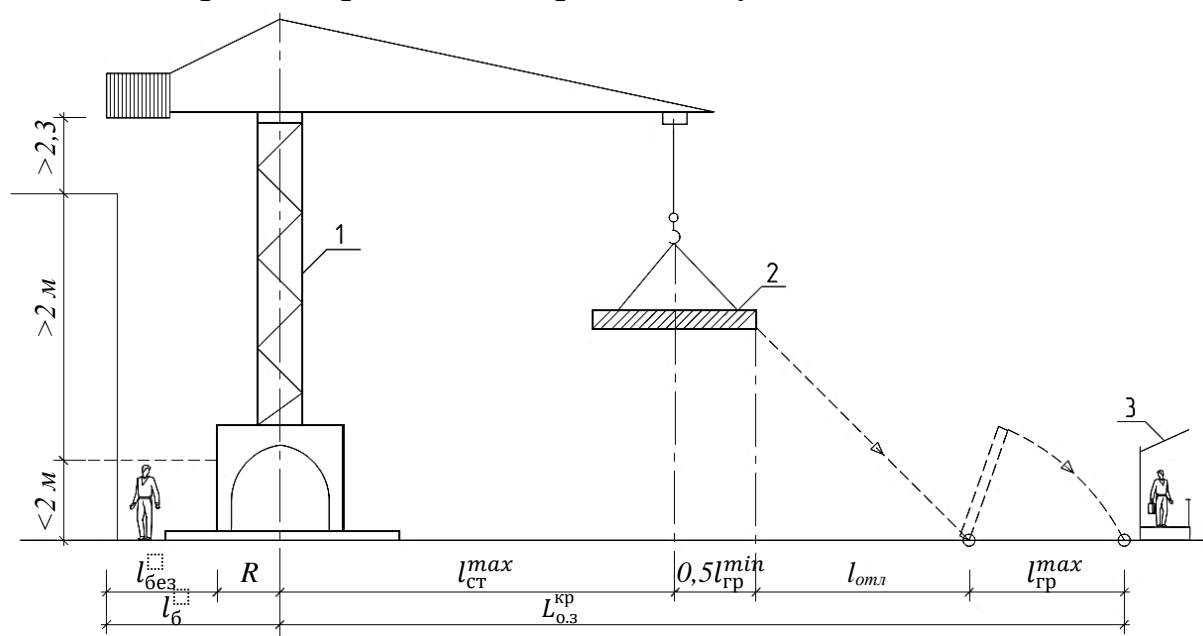


Рис. 2.28. Основные составляющие элементы при определении безопасной привязки крана и опасных зон его работы:

- 1 – подъемный кран; 2 – поднимаемый груз;  
3 – ограждение строительной площадки

Минимальное расстояние отлета груза ( $l_{от}$ ) при его возможном падении зависит от высоты его подъема. За высоту возможного падения груза ( $h_{гр}$ ) принимается расстояние от поверхности земли (или площадки, для которой определяется граница опасной зоны) до низа груза, подвешенного на грузоподъемном приспособлении (строп, траверса и т. п.).

Таким образом, граница опасной зоны работы крана определяется по формуле:

$$L_{0.3}^{кр} = l_{ст}^{max} + 0,5 l_{гр}^{min} + l_{отл} + l_{гр}^{max},$$

где  $L_{0.3}^{кр}$  – размер опасной зоны работы крана, м;  $l_{ст}^{max}$  – максимальный вылет стрелы крана, м;  $0,5 l_{гр}^{min}$  – половина минимального габарита груза, м;  $l_{отл}$  – минимальное расстояние возможного отлета груза, перемещаемого краном, при его падении (определяется по СНиП 12-03-2001, см. табл. 2.23);  $l_{гр}^{max}$  – максимальный габарит груза, м.

Таблица 2.23

Минимальное расстояние отлета груза при его падении

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м	
	перемещаемого краном	падающего со здания
до 10	4	3,5
до 20	7	5
до 70	10	7
до 120	15	10
до 200	20	15
до 300	25	20
до 450	30	25

*Примечание.* При промежуточных значениях высоты возможного падения грузов (предметов) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены предохранительные защитные ограждения, на границах зон потенциально опасных производственных факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности. Границу опасной зоны обозначают на местности знаками (в соответ-

ствии с РД 11-06-2007), предупреждающими о работе крана. Знаки устанавливаются из расчета видимости границы опасной зоны, в темное время суток они должны быть освещены. Знаки устанавливаются на закрепленных стойках для предотвращения опасных последствий от их падения при проходе людей и передвижении техники.

На границе опасной зоны в местах возможного прохода людей (дороги и пешеходные дорожки) устанавливаются знаки, предупреждающие о работе крана.

Места временного или постоянного нахождения работающего (санитарно-бытовые помещения, места отдыха и проходы для людей) при устройстве и содержании производственных территорий, участков работ должны располагаться за пределами опасных зон.



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

Таблица А1

Размеры монолитных железобетонных фундаментов серии 1.412

Вариант	Размер ступеней плитной части, м В <sub>і</sub> ×С <sub>і</sub> ×h <sub>ст</sub>			Высота фундамента, м						Буквенный индекс и номер марки
				1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	
	первая	вторая	третья	Объем бетона, м <sup>3</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Колонна сечением 0,4×0,4 м, подколонник площадью сечения 0,9×0,9 м, глущина стакана 0,8 м									ФА
1	1,5×1,5×0,3	—	—	1,43	1,47	2,16	3,13	3,13	3,61	1–6
2	1,8×1,5×0,3			1,56	1,80	2,29	3,26	3,26	3,75	7–12
3	1,8×1,5×0,45			1,84	2,09	2,57	3,54	3,54	4,03	13–18
4	2,1×1,5×0,45			2,05	2,29	2,78	3,75	3,75	4,23	19–24
5	2,4×1,5×0,3	1,8×1,5×0,3	—	2,40	2,64	3,13	4,10	4,10	4,58	25–30
6	2,4×1,8×0,3	1,8×1,8×0,3		2,78	3,02	3,50	4,48	4,48	4,96	31–36
7	2,7×1,8×0,3	1,8×1,8×0,3		2,94	3,18	3,67	4,64	4,64	5,12	37–42
8	3,0×1,8×0,3	2,1×1,8×0,3		3,26	3,50	3,99	4,96	4,96	5,45	43–48
9	3,0×2,1×0,3	2,1×1,5×0,3	—	3,34	3,59	4,07	5,04	5,04	5,53	49–54
10	3,0×2,4×0,3	2,1×1,5×0,3		3,61	3,86	4,34	5,31	5,31	5,80	55–60
11	3,3×2,4×0,3	2,1×1,5×0,3		3,83	4,07	4,56	5,53	5,53	6,02	61–66
12	3,3×2,4×0,3	2,4×1,8×0,3	1,5×1,8×0,3	4,75	4,99	5,48	5,96	6,45	6,93	67–72
13	3,6×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3	1,8×1,8×0,3	5,29	5,53	6,02	6,50	6,99	7,47	73–78
14	3,6×2,7×0,3	2,7×1,8×0,3	1,8×1,5×0,3	5,69	5,94	6,42	6,91	7,39	7,88	79–84
15	4,2×2,7×0,3	3,0×2,1×0,3	2,1×1,5×0,3	6,50	6,74	7,23	7,72	8,20	8,69	85–90
16	4,2×3,0×0,3	3,0×2,1×0,3	2,1×1,5×0,3	6,88	7,12	7,61	8,10	8,58	9,07	91–96
17	4,8×3,0×0,3	3,6×2,1×0,3	2,4×1,5×0,45	8,35	8,59	9,08	9,57	10,05	10,54	97–102
	Колонна сечением 0,6×0,4 и 0,5 м, подколонник площадью сечения 1,2×1,2 м, глубина стакана 0,8 и 0,9 м									ФБ
18	2,1×1,5×0,45	—	—	2,57	3,00	3,86	4,73	5,59	6,45	1–6
19	2,4×1,5×0,45			2,77	3,20	4,06	4,93	5,79	6,66	7–12
20	2,4×1,8×0,45			3,09	3,52	4,39	5,25	6,12	6,98	13–18
21	2,7×1,8×0,3	2,1×1,8×0,3	—	3,52	3,96	4,82	5,68	6,55	7,41	19–24
22	3,0×1,8×0,3	2,4×1,8×0,3		3,85	4,28	5,14	6,01	6,87	7,74	25–30
23	3,0×2,1×0,3	2,4×2,1×0,3		4,34	4,77	5,63	6,49	7,36	8,22	31–36

## Окончание табл. А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	3,0×2,4×0,3	2,4×1,8×0,3	—	4,39	4,82	5,68	6,55	7,41	8,28	37–42
25	3,3×2,4×0,3	2,4×1,8×0,3		4,60	5,04	5,90	6,76	7,63	8,49	43–48
26	3,6×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3		4,98	5,42	6,28	7,14	8,01	8,87	49–54
27	3,6×2,7×0,3	2,7×2,1×0,3		5,55	5,98	6,85	7,71	8,57	9,44	55–60
28	3,3×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3	1,8×1,8×0,3	5,31	5,74	6,60	7,47	8,33	9,20	61–66
29	3,6×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3	1,8×1,8×0,3	5,52	5,96	6,82	7,86	8,55	9,41	67–72
30	3,6×2,7×0,3	2,7×2,1×0,3	1,8×2,1×0,3	6,25	6,68	7,55	8,41	9,28	10,14	73–78
31	4,2×2,7×0,3	3,3×2,1×0,3	2,4×2,1×0,3	7,49	7,93	8,79	9,65	10,52	11,38	79–84
	Колонна сечением 0,8×0,4 и 0,5 м, подколонник площадью сечения 1,5×1,2 м, глубина стакана 0,9 м									ФВ
32	3,0×1,8×0,3	2,1×1,8×0,3	—	4,02	4,56	5,64	6,72	7,80	8,88	1–6
33	3,0×2,1×0,3	2,4×1,8×0,3		4,50	5,04	6,12	7,20	8,28	9,36	7–12
34	3,0×2,4×0,3	2,4×1,8×0,3	—	4,56	5,10	6,18	7,26	8,34	9,42	13–18
35	3,3×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3		4,93	5,47	6,55	7,63	8,71	9,79	19–24
36	3,6×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3		5,15	5,69	6,77	7,85	8,93	10,01	25–30
37	3,6×2,7×0,3	2,7×2,1×0,3		5,72	6,26	7,34	8,42	9,50	10,58	37–42
38	3,6×2,4×0,3	2,7×1,8×0,3	2,1×1,8×0,3	5,74	6,28	7,36	8,44	9,52	10,60	31–36
39	3,6×2,7×0,3	2,7×2,1×0,3	2,1×2,1×0,3	6,50	7,04	8,12	9,20	10,28	11,36	43–48
40	4,2×2,7×0,3	3,1×2,1×0,3	2,4×2,1×0,3	7,55	8,09	9,17	10,25	11,33	12,41	49–54

Таблица А2

## Размеры строительной площадки

Вариант	$a$	$L$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$
1	6	36	6	6	—	—	—
2	6	42	6	6	6	—	—
3	6	48	6	6	6	6	—
4	6	54	6	6	6	6	6
5	6	60	12	12	12	12	12
6	6	66	18	18	18	18	18
7	6	72	24	6	6	6	6
8	6	78	6	6	6	6	12
9	6	84	6	6	12	24	18
10	6	96	6	12	6	12	12
11	6	90	24	6	6	12	24
12	6	78	18	6	12	18	—
13	6	84	12	6	6	6	12
14	12	36	18	18	24	6	12
15	12	48	24	18	18	24	—
16	12	48	18	6	6	12	18
17	12	60	6	12	6	6	12
18	12	60	6	18	12	18	6
19	12	72	24	24	—	—	—
20	12	72	6	6	12	18	24
21	12	72	24	6	18	12	12
22	12	84	6	18	6	6	12
23	12	84	12	6	6	18	24
24	12	96	18	12	6	6	12
25	6	36	—	6	6	12	6
26	6	42	—	6	6	6	24
27	6	48	6	6	6	24	18
28	6	54	6	24	12	18	12
29	6	60	12	18	18	6	18
30	6	66	18	12	6	6	24
31	6	72	6	18	6	12	18
32	6	78	6	24	12	—	6
33	12	84	24	18	24	12	12
34	12	54	12	6	18	18	12
35	12	60	—	6	6	6	—
36	12	66	—	6	6	18	18
37	12	72	24	6	12	6	12
38	12	78	24	24	12	6	6
39	12	42	12	12	12	12	—
40	12	48	6	6	12	18	24

Таблица А3

## Дополнительные данные для вариантов задания

Вариант	Тип грунта	Дальность транспор- тирования бетонной смеси, км	Количество крановых циклов	Диаметр рабочих стержней арматуры, мм	Тип автомобильных дорог
1	супесь	3	6	10	асфальтовое
2	суглинок	5	7	12	мягкое грунтовое
3	глина	7	8	14	асфальтовое
4	песок	10	9	16	мягкое грунтовое
5	супесь	13	6	10	асфальтовое
6	суглинок	15	7	12	мягкое грунтовое
7	глина	18	8	14	асфальтовое
8	песок	20	9	16	мягкое грунтовое
9	супесь	3	6	10	асфальтовое
10	суглинок	5	7	12	мягкое грунтовое
11	глина	7	8	14	асфальтовое
12	песок	10	9	16	мягкое грунтовое
13	супесь	13	6	10	асфальтовое
14	суглинок	15	7	12	мягкое грунтовое
15	глина	18	8	14	асфальтовое
16	песок	20	9	16	мягкое грунтовое
17	супесь	3	6	10	асфальтовое
18	суглинок	5	7	12	мягкое грунтовое
19	глина	7	8	14	асфальтовое
20	песок	10	9	16	мягкое грунтовое
21	супесь	13	6	10	асфальтовое
22	суглинок	15	7	12	мягкое грунтовое
23	глина	18	8	14	асфальтовое
24	песок	20	9	16	мягкое грунтовое
25	супесь	3	6	10	асфальтовое
26	суглинок	5	7	12	мягкое грунтовое
27	глина	7	8	14	асфальтовое
28	песок	10	9	16	мягкое грунтовое
29	супесь	13	6	10	асфальтовое
30	суглинок	15	7	12	мягкое грунтовое
31	глина	18	8	14	асфальтовое
32	песок	20	9	16	мягкое грунтовое
33	супесь	3	6	10	асфальтовое
34	суглинок	5	7	12	мягкое грунтовое
35	глина	7	8	14	асфальтовое
36	песок	10	9	16	мягкое грунтовое
37	супесь	13	6	10	асфальтовое
38	суглинок	15	7	12	мягкое грунтовое
39	глина	18	8	14	асфальтовое
40	песок	20	9	16	мягкое грунтовое

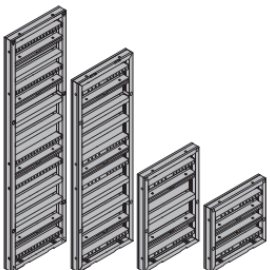
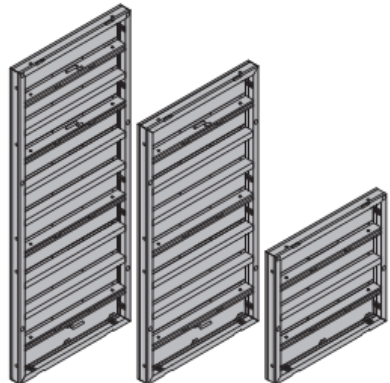
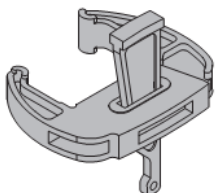
*Примечание:*

Марка (класс) бетона для бетонной подготовки – М100 (В7,5);

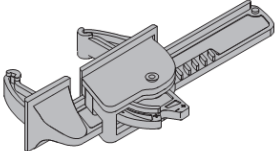
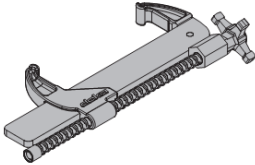
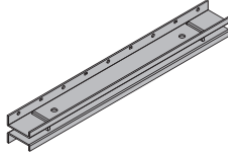

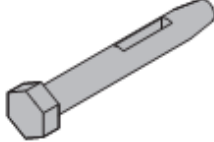
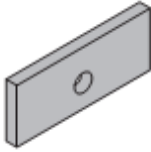
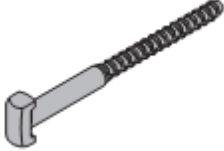
Марка (класс) бетона для фундаментов – М350 (В25);

Строительство производится в летний период времени, температура воздуха – 18–25 °С.

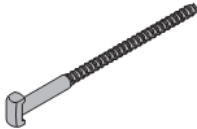
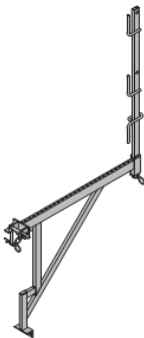
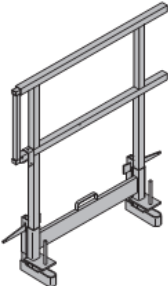
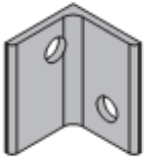
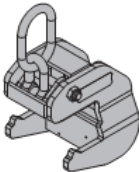
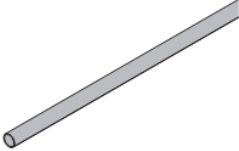
# КАТАЛОГ ЭЛЕМЕНТОВ ОПАЛУБКИ FRAMAX Xlife (®DOKA)

Наименование элемента и эскиз	Размеры элемента	Масса элемента, кг	Назначение
1	2	3	4
<b>Framax Xlife-Uni-Element (универсальный)</b> 	0,90×2,70 м 0,90×1,35 м 0,90×0,90 м 0,90×3,30 м 1,20×2,70 м 1,20×1,35 м 1,20×0,90 м 1,20×3,30 м	148,0 79,3 63,0 182,6 225,8 116,7 91,5 276,7	Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций
<b>Framax Xlife-Element</b> 	1,35×2,70 м 0,90×2,70 м 0,60×2,70 м 0,45×2,70 м 0,30×2,70 м 1,35×1,35 м 0,90×1,35 м 0,60×1,35 м 0,45×1,35 м 0,30×1,35 м 1,35×3,30 м 0,90×3,30 м 0,60×3,30 м 0,45×3,30 м 0,30×3,30 м 0,55×2,70 м 0,55×1,35 м 0,55×3,30 м	210,0 126,5 91,5 77,7 61,5 106,3 68,5 50,5 41,0 31,8 259,3 154,5 114,7 97,9 78,5 87,0 46,5 107,5	Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций
<b>Framax быстродействующее зажимное приспособление RU</b> 	–	3,3	Для соединения щитов между собой

Продолжение прил. Б

1	2	3	4
<p>Framax универсальное зажимное приспособление</p> 	—	5,8	Для соединения щитов и соединения щитов с наращиванием
<p>Framax пригоняемое зажимное приспособление</p> 	—	5,3	Для соединения щитов и соединения щитов с наращиванием
<p>Framax зажимная шина</p> 	0,60 м 0,90 м 1,50 м	6,6 10,6 16,8	Для соединения щитов и соединения щитов с наращиванием с возможностью компенсации
<p>Framax зажимной клин R</p> 	—	0,20	Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах
<p>Framax конический болт RA 7,5</p> 	—	0,34	Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах
<p>Framax опорная плита</p> 	6/15	0,80	Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах
<p>Framax универсальный соединитель</p> 	10–16 см	0,60	Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах

Продолжение прил. Б

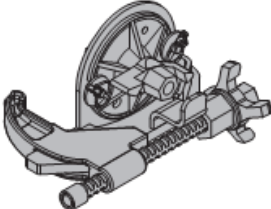
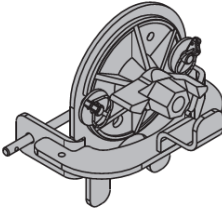
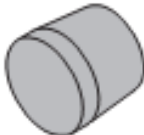

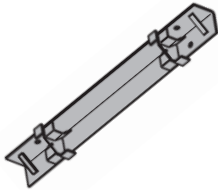
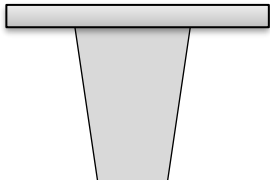
1	2	3	4
<p>Framax универсальный соединитель</p> 	10–25 см	0,69	Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах
<p>Framax консоль 90</p> 	—	12,5	Подмости для бетонирования с отдельными консолями: ширина: 103 см, высота: 185 см. Перила в комплекте
<p>Боковые защитные перила Т</p> 	—	29,1	Подмости для бетонирования с отдельными консолями: длина: 115–175 см, высота: 112 см.
<p>Соединение каркасной трубки</p> 	—	0,27	Для крепления каркасной трубки к консоли
<p>Framax несущая скоба</p> 	—	10,6	Транспортировка элементов опалубки
<p>Каркасная трубка 48,3 мм</p> 	0,50 м 1,00 м 1,50 м 2,00 м 2,50 м	1,7 3,6 5,4 7,2 9,0	Перила для подмостей

Продолжение прил. Б

1	2	3	4
<p>Хомут 48 мм</p> 	50	0,84	Крепление элементов подмостей
<p>Framax транспортный палец 5кН</p> 	—	1,9	Транспортировка щитов
<p>Framax упорный уголок для анкера</p> 	—	1,4	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки поверху ступеней
<p>Frami фундаментный зажим</p> 	9 см	1,6	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки понизу ступеней
<p>Framax зажимной болт</p> 	4–8 см	0,39	Крепление элементов опалубки
<p>Дока перфолента 50×2,0 мм</p> 	25 м	17,0	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки понизу ступеней
<p>Monotec анкер 15,0 Framax</p> 	15–25 см 25–35 см	3,9 4,2	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки поверху ступеней



## Окончание прил. Б

1	2	3	4
<p>Monotec комбинированная гайка 15,0 Framax</p> 	—	5,2	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки поверху ступеней
<p>Monotec анкерная гайка 15,0 Framax</p> 	—	2,7	Дополнительное крепление противоположных щитов опалубки поверху ступеней
<p>Framax пробка-заглушка</p> 	R24,5	0,003	Заглушка анкерных отверстий в щитах опалубки
<p>Framax монтажный рычаг</p> 	—	4,2	Для монтажа опалубки
<p>Framax внешняя угловая часть</p> 	1,35 м	5,5	Соединение щитов в прямой угол
<p>Стаканообразователь</p> 	—	9,1	Образование стакана для колонны в подколоннике

## Рекомендуемая литература

### Нормативные документы:

1. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы: сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – Москва: Стройиздат, 1987. – 64 с.

2. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. – Москва: ЦНИИОМТП, 2007. – 12 с.

3. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности [Электронный ресурс]: утв. приказом Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 (раздел VI. Эксплуатация ПС ОПО). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275657> (дата обращения: 19.11.2021).

4. РД-11-07-2007. Инструкция по проектированию, изготовлению и безопасной эксплуатации стропов грузовых [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 06.12.2007 № 830. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/52/52441/index.htm> (дата обращения: 19.11.2021).

5. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 [Электронный ресурс]: утв. приказом Минрегиона России 29.12.2011 № 635/2. – URL: <http://www.nostroy.ru> (дата обращения: 19.11.2021).

6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Электронный ресурс]: утв. приказом Госстроя 25.12.2012 № 109/ГС. – URL: <http://www.nostroy.ru> (дата обращения 19.11.2021).

7. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. – Москва: Приор, 2001. – 64 с.

8. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. – Москва: Книга-сервис, 2002. – 48 с.

9. Стандарт предприятия СТП ННГАСУ с 1-1-98 по 1-7-98. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 1998.

10. СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011. Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nostroy.ru> (дата обращения: 19.11.2021).

#### **Справочные материалы**

11. Бадьин, Г.М. Справочник строителя: справочник / Г.М. Бадьин, В.В. Стебаков. – Москва: АСВ, 2004. – 336 с.

12. Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2006. – 445 с.

13. Инструкция по транспортировке и укладке бетонной смеси в монолитные конструкции с помощью автобетоносмесителей и автобетононасосов / ОАО ПКТИпромстрой. – Москва: ПКТИпромстрой, 2002.

14. Строительные краны: справочное пособие / О.Н. Красавина [и др.]; под ред. О.Н. Красавиной; Ивановский государственный архитектурно-строительный университет. – Иваново: ИГАСУ, 2007. – 247 с.

15. Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтностроительных и монтажных работ / В.М. Никитин [и др.]. – Санкт-Петербург: Центр качества строительства, 2007.

16. Типовая технологическая карта на земляные и буровзрывные работы (1.01.01.43). Комплексно-механизированный процесс устройства котлована под промышленное здание в грунтах III группы / ВНИПИИСТРОМСЫРЬЕ. – Москва: ЦНИИОМТП, 1989.

17. Технологическая карта на устройство столбчатых монолитных фундаментов с использованием мелкощитовой опалубки / ЦНИИОМТП. – Москва: ЦНИИОМТП, 2002.

18. Анпилов, С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона: учебное пособие / С.М. Анпилов. – Москва: АСВ, 2010. – 576 с.

19. Соколов, Г.К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций: учебное пособие / Г.К. Соколов. – Москва: МГСУ, 2002. – 180 с.

20. Соколов, Г.К. Технология строительного производства: учебное пособие для студентов высших учеб. заведений / Г.К. Соколов. – Москва: Академия, 2006. – 544 с.

21. Стаценко, А.С. Технология бетонных работ: учебное пособие / А.С. Стаценко. – Минск: Высшая школа, 2005. – 207 с.

22. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: в 2 ч. Ч. 2. Учебник для строительных вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Высшая школа, 2005. – 392 с.

23. Штоль Т.М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений: учебное пособие для вузов / Т.М. Штоль, В.И. Теличенко, В.И. Феклин. – Москва: Стройиздат, 1990. – 288 с.

## Оглавление

Предисловие.....	3
<b>1. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ</b>	
<b>ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....</b>	<b>5</b>
1.1. Бетоны и бетонные смеси.....	5
1.2. Армирующие материалы и изделия.....	19
1.3. Опалубочные материалы.....	28
1.4. Добавки к бетону для производства работ в особых условиях	33
<b>2. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ</b>	
<b>ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....</b>	<b>37</b>
2.1. Общие указания по выполнению курсового проекта (работы)	37
2.2. Организация работы при возведении монолитных железобетонных столбчатых фундаментов.....	39
2.3. Методические указания по выполнению курсового проекта (работы).....	43
2.3.1. Исходные данные, характеристика фундаментов, проектирование формы земляного сооружения.....	43
2.3.2. Определение размеров земляных сооружений.....	46
2.3.3. Определение объемов работ.....	48
2.3.4. Проектирование опалубочных работ.....	52
2.3.5. Проектирование арматурных работ.....	59
2.3.6. Проектирование бетонных работ.....	61
2.3.7. Расчёт требуемых технологических параметров и количества строительных машин и механизмов.....	65
2.4. Определение трудоемкости работ и состава звеньев.....	80
2.5. Разработка графика производства работ.....	82
2.6. Определение основных технико-экономических показателей	84
2.7. Контроль качества и приемка выполненных работ.....	85
2.8. Техника безопасности при производстве бетонных работ.....	85
Приложения.....	89
Приложение А. Варианты задания.....	89
Приложение Б. Каталог элементов опалубки FRAMAX Xlife (®Doka).....	93
Рекомендуемая литература.....	98

Учебное издание

**Иванчук Елена Валентиновна**  
**Османов Сергей Гарунович**

**ВОЗВЕДЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ  
ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА:  
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Редактор Г.В. Владимирова  
Компьютерная обработка: О.И. Пушкина

---

В печать 08.12.2021.

Формат 60×84/16. Объем 6,4 усл. п. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 349. Цена свободная

---

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:  
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1