

2812



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология строительного производства»

И.А. Горячева  
Г.Г. Мадалинский

# ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

Минск 2005

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология строительного производства»

И.А. Горячева  
Г.Г. Мадалинский

**ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ  
И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ**

Учебно-методическое пособие по выполнению  
курсового проекта по дисциплине  
«Технология строительного производства»  
для студентов специальности 1 70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Минск 2005

624  
Г 71

УДК ~~624.132.001.63:378.244~~

ББК ~~38.623 я 7~~

~~Г-70~~

### Рецензенты:

зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. Э.И. Батыновский,  
зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. М.И. Никитенко

**Горячева, И.А.**

Г 70 Производство земляных работ и устройство фундаментов: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальности 1 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / И.А. Горячева, Г.Г. Мадалинский. – Мн.: БНТУ, 2005 – 110 с.

ISBN 985-479-302-8.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

В соответствии с заданием студенты должны составить технологические карты разработки котлована под здание и устройства монолитных железобетонных фундаментов в зимних условиях.

В методическом пособии изложены основные теоретические положения, последовательность и методика выполнения всех разделов проекта. Приведен справочный материал, поиски которого требуют значительных затрат времени ввиду ограниченного количества специальной литературы.

Настоящее учебно-методическое пособие ставит своей целью сокращение времени на выполнение курсового проекта и повышение качества профессиональной подготовки студентов.

УДК 624 132.001.63:378.244  
ББК 38.623 я 7

ISBN 985-479-302-8

© Горячева И.А., Мадалинский Г.Г., 2005  
© БНТУ, 2005

# 1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсового проекта – систематизация, закрепление и углубление полученных знаний, выработка навыков самостоятельного, технически и экономически обоснованного решения конкретной инженерной задачи.

В целях уменьшения затрат времени на разработку проекта могут быть использованы типовые технологические карты и карты трудовых процессов с привязкой их к конкретным условиям, указанным в задании.

## 1.1. Исходные данные

1.1.1. Исходные данные приняты по таблице вариантов. Номер варианта определяет руководитель проекта по шифру.

1.1.2. В таблице вариантов приняты следующие обозначения:

L	–	длина здания;
B	–	ширина здания;
H <sub>ф</sub>	–	глубина заложения фундаментов здания;
Г <sub>р</sub>	–	грунт на площадке;
L <sub>тр</sub>	–	дальность перевозки грунта;
t <sub>н.в.</sub>	–	расчетная температура наружного воздуха;
Ц	–	расход цемента в бетоне;
S	–	дальность транспортирования бетонной смеси;
τ <sub>тр</sub>	–	время транспортировки бетонной смеси;
τ <sub>укл</sub>	–	заданное время укладки 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси.

1.1.3. Грунт на площадке: 1 – песок с примесью гравия свыше 10% по объему; 2 – суглинок легкий с примесью гравия до 10 % по объему; 3 – супесь без примесей; 4 – суглинок тяжелый без примесей; 5 – супесь с примесью гравия свыше 10% по объему.

1.1.4. Фундаменты двухступенчатые с подколонниками. Ширина каждой ступени 0,6 м, высота 0,6 м. Высота подколонника зависит от глубины заложения фундаментов.

1.1.5. Опалубка фундаментов щитовая из досок.

1.1.6. Армирование каждого фундамента производится арматурными сетками – одной в 100 кг и 4-мя по 70 кг каждая.

1.1.7. Глубина промерзания грунта к моменту его разработки составляет 60 см.

1.1.8. Уровень грунтовых вод находится ниже подошвы фундамента.

1.1.9. Работы производятся в феврале.

1.1.10. Расчетную скорость ветра принять 6 м/с.

1.1.11. Расчетная температура бетонной смеси при выходе из бетоносмесителя  $t_{см}$  для варианта:

метод термоса  $+35^{\circ}\text{C}$ ;

для бетонов с противоморозными добавками  $+5^{\circ}\text{C}$ .

1.1.12. Расчетная температура бетона к моменту окончания выдерживания  $t_{б,к}$ :

метод термоса  $+5^{\circ}\text{C}$ ;

для бетонов с противоморозными добавками  $-15^{\circ}\text{C}$ .

1.1.13. В качестве противоморозной добавки принять нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$  в количестве 10% массы цемента в расчете на сухое вещество.

1.1.14. Объемную массу бетонной смеси принять равной  $2400 \text{ кг/м}^3$ .

1.1.15. Коэффициент теплопередачи опалубки из доски толщиной 25 мм при скорости ветра 6 м/с составляет  $5,28 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ .

## 2. Состав проекта

Работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется объемом 20-30 страниц текста на стандартных листах (А4) писчей бумаги, на которые нанесены рамки рабочего поля документа. Пояснительная записка должна содержать необходимые схемы, чертежи, таблицы. Текст пишется или печатается на одной стороне листа с оставлением полей [1 стр.: 24-27] размер левого поля 20 мм, правого 5 мм, верхнего 5(10) мм, нижнего 5(15) мм. Все листы должны быть сброшюрованы со сквозной нумерацией страниц.

Графическая часть выполняется карандашом или в туши на листе формата А1 в соответствии [1 с. 38-121].

## *Состав пояснительной записки.*

Пояснительная записка должна включать:

1. Титульный лист с указанием университета, кафедры, названия курсового проекта, фамилии исполнителя, фамилии руководителя проекта, года выполнения. [1 стр. 26] или прил. 1.1.
2. Содержание с указанием страниц каждого раздела записки [1, стр. 27-32].
3. Введение, где отмечаются задачи в области строительства, место и назначение земляных и бетонных работ, перечисляются характеристики площадки и условия строительства (исходные данные) (см. п. 2).
4. Составление схемы фундаментов и проектирование котлованов (п.п. 2.1, 2.2).
5. Подсчет объемов земляных работ (см. п. 2.2).
6. Выбор способа, машин и механизмов для разработки котлована (выбор экскаваторов, определение размеров и количества проходок, выбор средств для зачистки дна котлована, уплотнение грунта, выбор и расчет транспортных средств для перевозки грунта) (см. п.п. 2.3, 2.4, 2.5, 2.6).
7. Указания по технологии и организации земляных работ (п. 2.7).
8. Подсчет объемов и трудоемкости опалубочных, арматурных и бетонных работ (п.п. 3.1, 3.2, 3.3).
9. Выбор методов машин и механизмов производства бетонных работ (п. 3.3).
10. Выбор способа зимнего бетонирования (п. 3.5).
11. Указания по технологии и организации бетонных работ (п.п. 3.1–3.5).
12. Определение технико-экономических показателей с составлением калькуляции трудовых затрат и заработной платы (п. 4.1).
13. Указания по контролю качества земляных и бетонных работ (п. 3.4, приложение 2,3).
14. Указания по технике безопасности.
15. Список использованных источников.
16. Приложения (программы ЭВМ и т.д.).

## *Состав графической части*

Графическая часть проекта должна быть выполнена в соответствии с указаниями стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД), и соблюдением [1] и включать следующее:

1. Схема разбивки котлована с фундаментами (п.п. 2.1, 2.2).
  2. Разрез котлована с фундаментами (п.п. 2.1, 2.2).
  3. Схемы разработки котлована (п. 2.4).
  4. Схема зачистки дна котлована (п. 2.4).
  5. План и разрезы сооружений с разбивкой на захватки с указанием путей движения и стоянок механизмов для производства опалубочных, арматурных и бетонных работ с указанием дорог, складов и основных материалов (п.п. 3.1–3.5).
  6. Схема организации рабочей зоны при выполнении отдельных видов работ (п.п. 2.1–3.5).
  7. Схема засыпки пазух котлована и уплотнения грунта (п. 2.6).
  8. Календарный график производства работ и поступления материалов (п. 4.1).
  9. Технические характеристики применяемых машин (п. 3.3).
  10. Ведомости потребности в материалах, механизмах, приспособлениях, инвентаре и инструментах (п. 4.2).
  11. Таблица показателей выбора зимнего бетонирования с чертежами опалубки (п.п. 3.5.1 – 3.5.4).
  12. Техничко-экономические показатели проекта (п. 4.3).
- Краткие указания по выполнению работ и охрана труда.





## 2. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

Возведению подземной части зданий и сооружений должно предшествовать своевременное качественное выполнение работ подготовительного периода. Это является важным условием завершения строительства в намеченные сроки и рациональной и эффективной организации производства строительных работ на всех последующих стадиях, входящих в состав основного периода строительства.

В состав работ подготовительного периода входят: проектно-изыскательские работы, инженерная подготовка территории к строительству; организация строительной площадки. Объемы и способы выполнения работ подготовительного периода определяет ПОС и уточняет ППР, разрабатываемые на стадии проектирования.

Разработке проектной документации предшествуют строительные изыскания, результаты которых являются основой для выбора рациональных проектных решений, обеспечение прочности и устойчивости сооружений, разработка ПОС и ППР.

Для выбора района и площадки строительства, обеспечения экономичности проектных решений и организации строительства проводят экономический анализ. На основании этого анализа разрабатывают технико-экономические обоснования (ТЭО) строительства или технико-экономические решения (ТЭР).

*Инженерно-технические изыскания* осуществляют специализированные изыскательские организации в целях изучения топографических, геологических, гидрогеологических и метеорологических условий строительства. Состав и объем изысканий зависит от вида строительства и регламентируется СНБ 1.02.01-96 «Инженерные изыскания для строительства».

Топографические изыскания выполняют для получения данных о рельефе и ситуационных особенностях местности строительства. Их осуществляют при помощи геодезической съемки, на основе которой составляют ситуационную карту или план с горизонталями с привязкой к реперам государственной геодезической сети.

Геологические и гидрогеологические изыскания дают возможность определить качество грунтов как строительного материала, выявить особенности залегающих грунтов, являющихся основанием или средой для сооружений, а также получить данные о наличии и режиме грунтовых вод, а также о режиме прилегающих водоемов.

Метеорологические и гидрометеорологические изыскания дают сведения об изменении температуры воздуха в течение года, количестве выпадающих осадков, направлении господствующих ветров, глубине и сроках промерзания грунтов.

Задачей *инженерной подготовки* территории является ее приведение в состояние, обеспечивающее производство строительных работ в наиболее благоприятных условиях. Состав процесса инженерной подготовки различен в каждом конкретном случае и в общем виде включает: расчистку территории, вертикальную планировку, отвод поверхностных вод, понижение уровня грунтовых вод, противооползневых мероприятий, защиту береговых линий водных акваторий от разрушения, создание сети геодезической разбивочной основы.

*Расчистка территории* предусматривает снос мешающих строительству и защите остающихся деревьев и кустарников разборку и перемещение имеющихся зданий и сооружений, перенос дорог и подземных коммуникаций.

*Вертикальная планировка* заключается в перемещении грунтовых масс для приведения площадки в состояние, обеспечивающее возможность производства дальнейших строительных работ, устройство постоянных и временных дорог и коммуникаций.

В необходимых случаях выполняют замену слабых грунтов.

Растительный грунт перемещают бульдозерами в кавальеры для последующего его использования при благоустройстве территории.

*Отвод поверхностных и понижение уровня грунтовых вод.* Выполняют для защиты строительных площадок и котлованов будущих сооружений от затопления.

*Создание геодезической разбивочной основы* выполняют после расчистки территории для обеспечения горизонтального и вертикального переноса проекта сооружения на местность. Геодезическая основа состоит из строительной сетки, главных продольных и поперечных осей зданий и сооружений и красных линий, определяющих размещение на местности зданий.

Строительную сетку наносят на генеральный план сооружения и привязывают к государственной геодезической сети с закреплением горизонтального и вертикального положения ее углов постоянными знаками.

Длину сторон строительной сетки, в зависимости от размеров строительной площадки, принимают для основных осей сетки – 100, 200, 400 м; для дополнительных – 20, 30, 40 м.

Строительство любых зданий и сооружений вызывает необходимость переработки грунтов, включающей в свой состав их разработку, перемещение, укладку и уплотнение. Весь комплекс процессов называют земляными работами.

Удельный вес земляных работ в общем объеме строительномонтажных работ очень велик и составляет около 15% по стоимости и до 20% по трудоемкости.

В настоящее время земляные работы в основном выполняют механизированные комплексы, а ручная разработка грунта предусмотрена только в местах, не доступных для машин, т.к. производительность ручного труда в 20...30 раз ниже механизированного.

Возведение земляных сооружений требует выполнения подготовительных и вспомогательных работ, состав и количество которых в каждом конкретном случае уточняется.

## 2.1. Разбивка сооружений

Проектируемые и возводимые здания и сооружения привязываются к красным линиям застройки или опорной геодезической сетке, размечаемой на местности временными реперами. Трассы линейных сооружений определяются в результате изысканий и закрепляются на местности временными осевыми столбами-реперами. Разбивка сооружений состоит в отыскании и закреплении их положения на местности.

Разбивку котлованов (рис. 1) начинают с выноса и закрепления на местности основных разбивочных осей здания, количество которых устанавливается разбивочными чертежами и зависит от размеров, конфигурации и сложности здания. Во всех случаях следует выносить и закреплять крайние продольные и поперечные оси, а также оси, проходящие по температурным швам. Основные разбивочные оси закрепляются на местности створными знаками, которые относят от контура возводимого здания на расстояние 1–1,5 его высоты. Местоположение створных знаков выбирают с учетом удобства работ и возможности их сохранения на весь период строительства. В качестве створных знаков применяют обрезки труб с

деревянными пробками, специальные грунтовые знаки, металлические штыри и марки, забиваемые в постоянные прочные предметы. На створные знаки оси наносят насечкой, краской или гвоздями.

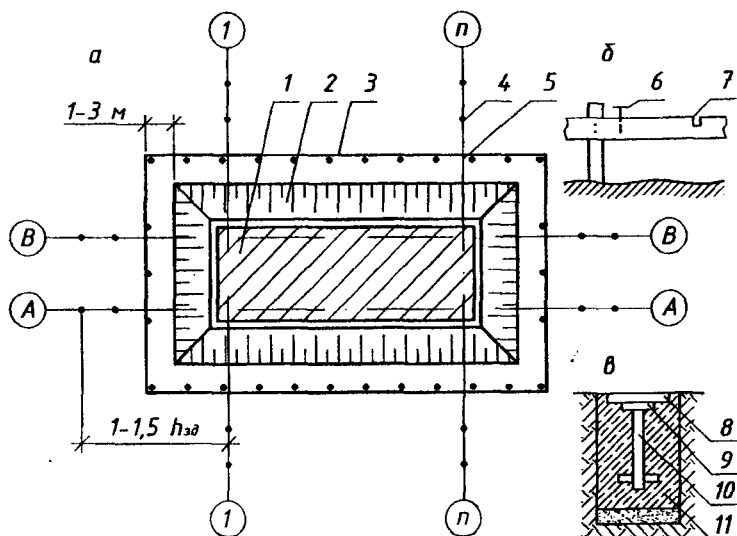


Рис. 1. Разбивка осей зданий и котлована:

- а* – схема разбивки; *б* – фрагмент обноски; *в* – грунтовой знак для закрепления осей; 1 – здание; 2 – котлован; 3 – обноска; 4 – створные знаки; 5 – основные разбивочные оси; 6 – гвоздь; 7 – пропилил; 8 – защитная крышка; 9 – металлическая планка с осевой точкой (риской); 10 – арматурный стержень  $\varnothing 16$  мм; 11 – бетон

После закрепления основных разбивочных осей вокруг будущего котлована на расстоянии 2–3 м от его бровки параллельно основным разбивочным осям устанавливают обноску, которая состоит из инвентарных металлических стоек или деревянных столбов и прикрепленных к ним обрезных досок. Верхняя грань досок устанавливается на высоте до 1,2 м и по возможности на уровне нулевой отметки или на одинаковом расстоянии от нее. На обноску переносят основные разбивочные оси и, начиная от них, размечают остальные оси. Все оси закрепляют на обноске гвоздями или пропилами и нумеруют.

Размеры котлована и его характерные точки отмечают на местности хорошо видимыми кольями и вехами. Для пропуска машин в котлован в обноске устраивают разрывы.

Рабочую геодезическую разбивку сооружений в процессе строительства выполняет подрядчик.

Представители строительной организации и заказчик до начала производства земляных работ должны совместно освидетельствовать рабочую разбивку сооружений, установить ее соответствие проектной документации и составить акт, к которому должны быть приложены схемы разбивки и привязки к опорной геодезической сети.

Обноска используется только в начальный период строительства. После возведения подземной части здания ее разбирают. На этажи основные разбивочные оси переносятся со створных знаков теодолитом.

## 2.2. Определение объема земляных работ

В зависимости от конструктивных особенностей зданий, шага пролетов, глубины заложения фундаментов, можно отрывать котлован под все здание (рис. 2 б), либо отдельные котлованы под фундаменты вдоль каждой оси здания (рис. 2 а) или ямы под отдельные фундаменты.

Вид земляного сооружения выбирается в соответствии с указаниями и рекомендациями СНиП, СНБ и ряда справочных пособий, а также с учетом возможности прохода землеройных и транспортирующих грунт машин между отдельными ямами и котлованами с учетом технических параметров самих землеройных машин.

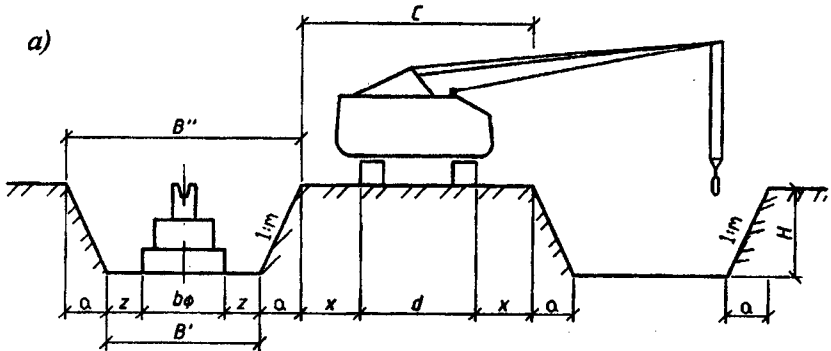
Ширина таких проходов (рис. 2) устанавливается в зависимости от колеи землеройно-транспортных машин, безопасного расстояния от колеи до бровки откоса (табл. 1), глубины выемки и коэффициента откоса (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

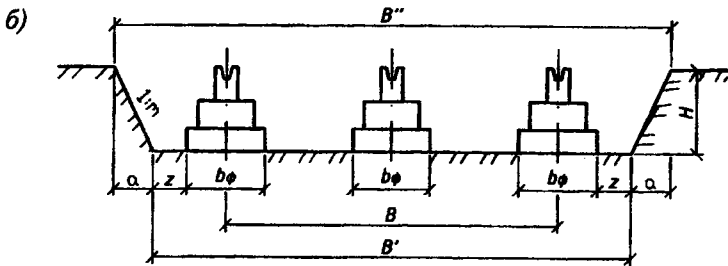
*Минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины*

Глубина выемки, м	Грунт			
	Песчаный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины			
1	2	3	4	5
1	1,5	1,25	1	1

1	2	3	4	5
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5



$$B' = b_{\phi} + 2z; \quad B'' = B' + 2a.$$



$$B' = B + b_{\phi} + 2 \cdot z; \quad B'' = B' + 2a.$$

Рис. 2

- $B$  — ширина здания в осях, м;       $z$  — расстояние для спуска людей, их прохода, установки опалубки и арматуры, бетонирования (0,6 м)  
 $B'$  — ширина котлована понизу, м;  
 $B''$  — ширина котлована поверху, м;  
 $b_{\phi}$  — ширина подошвы фундамента, м;  
 $H$  — глубина выемки, м;       $c$  — ширина прохода между котлованами поверху, м;  
 $d$  — ширина колеи, м;

$x$  — расстояние от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, принимается в соответствии с [2] или по табл. 1.2 прил. 1

$a$  — заложение откоса, м,  $a = H \cdot m$ ;  
 $m$  — коэффициент откоса, принимается в зависимости от вида грунта в соответствии с СНБ 5.01.-1-99 п. 6.32 по СНиП III-4-80\* или по табл. 2

Таблица 2

*Наибольшая допустимая крутизна котлованов и траншей в грунтах естественной влажности*

Грунт	При глубине выемки, м					
	до 1,5		до 3		до 5	
	угол между направлением откоса и горизонталью, м	отношение высоты откоса к его заложению	угол между направлением откоса и горизонталью, м	отношение высоты откоса к его заложению	угол между направлением откоса и горизонталью, м	отношение высоты откоса к его заложению
Насыпной естественной влажности	76	1 : 0,25	45	1 : 1	38	1 : 1,25
Песчаный и гравийный (насыщенный)	63	1 : 0,5	45	1 : 1	45	1 : 1
Глинистый Супесь	76	1 : 0,25	56	1 : 0,67	50	1 : 0,85
суглинок	90	1 : 0	63	1 : 0,5	53	1 : 0,75
глина	90	1 : 0	76	1 : 0,25	63	1 : 1,05
Лессовидный сухой	90	1 : 0	63	1 : 0,5	63	1 : 0,5

При выборе коэффициента откоса следует учитывать:

1. При напластовании различных видов грунта крутизну откоса для всех пластов назначают по более слабому виду грунта.

2. К насыпным относятся грунты, пролежавшие в отвалах менее 6 месяцев и не подвергавшиеся искусственному уплотнению (проездом, укаткой и т.д.).

Объемы производства разрабатываемого грунта определяют в плотном теле по объему грунта при основных производственных процессах и площади поверхности при подготовительных и вспомогательных процессах.

При проектировании земляных сооружений подсчет объема разрабатываемого грунта сводят к определению объемов различных геометрических фигур, ограниченных равными плоскостями.

Объем грунта в котлованах (ямах) с откосами вычисляется по формуле:

$$V = \frac{H}{6} [(2L' + L'') \cdot B' + (2L'' + L') B''], \text{ м}^3,$$

где  $H$  — глубина котлована (ямы) с учетом недобора грунта экскаватором (Приложение 2, К.2, табл. 2), м;

$L'$  и  $B'$  — соответственно длина и ширина котлована (ямы) по дну, м;

$L''$  и  $B''$  — соответственно длина и ширина котлована (ямы) по верху, м;

Объем работ по устройству съездов в котлованы определяется дополнительно. Ширина их принимается 3,5–4 м при одностороннем движении, 7–8 м при двустороннем при уклоне 10–15°.

Объем грунта для обратной засыпки подсчитывают как разницу между объемом котлована и объемом фундаментов. При этом следует учитывать коэффициент остаточного разрыхления  $K_{o.p.}$ , который зависит от вида грунта [4]:

$$V_{обр.з.} = (V - V_{\phi}) \cdot \left(1 - \frac{K_{o.p.}}{100\%}\right), \text{ м}^3,$$

где  $V_{обр.з.}$  — фактический объем обратной засыпки, м<sup>3</sup>;

$V$  — объем грунта в котловане с учетом разрешенного недобора грунта, м<sup>3</sup>;

$V_{\phi}$  — объем фундаментов в котловане, м<sup>3</sup>;

$K_{o.p.}$  — коэффициент остаточного разрыхления грунта, %.



Объем грунта, вывозимого со строительной площадки с учетом коэффициента первоначального разрыхления [4] подсчитывается по формуле:

$$V_{\text{выв.}} = V_{\phi} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{н.р.}}}{100\%}\right) + (V - V_{\phi}) \cdot \frac{K_{\text{о.р.}}}{100\%} + V_{\text{подч.}}$$

где  $V$  – объем грунта в котловане с учетом разрешенного недобора грунта, м<sup>3</sup>;

$V_{\phi}$  – объем фундаментов в котловане, м<sup>3</sup>;

$K_{\text{н.р.}}$  и  $K_{\text{о.р.}}$  – соответственно коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления [4];

$V_{\text{подч.}}$  – объем подчистки дна земляного сооружения после его отрывки с недобором равен

$$V_{\text{подч.}} = F_{\text{подч.}} \cdot h_{\text{подч.}}, \text{ м}^3,$$

где  $F_{\text{подч.}}$  – площадь дна земляного сооружения;

$h_{\text{подч.}}$  – высота (или толщина) недобора грунта экскаватором.

Согласно СНБ 5.01.01-99 (п. 6.28, 6.29) – выемки в грунтах, кроме валунных и элювиальных, следует разрабатывать, как правило, до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания. Допускается разработка выемок в два этапа: черновая – с отклонениями (см. табл. 3, поз. 1-4) и окончательная (непосредственно перед возведением конструкции) – с отклонениями, приведенными в п. 4 табл. 3. Доработку недоборов до проектной отметки следует производить с сохранением природного сложения грунтов основания.

### 2.3. Выбор способа, машин и механизмов для разработки и транспортирования грунта

Способ производства работ назначается с учетом гидрогеологических условий площадки, размеров и характера земляного сооружения, времени года и других факторов.

Руководствуясь рекомендациями учебников и справочной литературы студент должен наметить 2 возможных варианта производства земляных работ. Из намеченных вариантов следует выбрать наиболее рациональный и экономически выгодный.

Таблица 3

Технические требования	Предельные отклонения размеров, мм и уклонов	Контроль (метод и объем)
1	2	3
<p>1. Отклонения отметок дна выемок от проектных (кроме выемок в валунных, скальных и вечномёрзлых грунтах) при черновой разработке:</p> <p>а) одноковшовыми экскаваторами, оснащёнными ковшами с зубьями</p> <p>б) одноковшовыми экскаваторами, оснащёнными планировочными ковшами, зачистным оборудованием и другим специальным оборудованием для планировочных работ, экскаваторами-планировщиками</p> <p>в) бульдозерами</p> <p>г) траншейными экскаваторами</p> <p>д) скреперами</p>	<p>При механическом приводе:</p> <p>драглайн +25</p> <p>прямого 0</p> <p>копания +10</p> <p>обратная 0</p> <p>лопата +15</p> <p>0</p> <p>При гидравлическом приводе</p> <p>+100</p> <p>+50</p> <p>+100</p> <p>+100</p> <p>+100</p>	<p>Измерительный, точки измерений устанавливаются случайным образом; число измерений на принимаемый участок должно быть не менее:</p> <p>20</p> <p>15</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>5</p> <p>15</p> <p>10</p> <p>10</p>

1	2	3
2. Отклонения отметок при черновой разработке планировочных выемок: а) недоборы б) переборы	100 200	Измерительный, при числе измерений на сдаваемый участок не менее 20 в наиболее высоких местах, установленных визуальным осмотром
3. То же, без рыхления валунных и глыбовых грунтов: а) недоборы б) переборы	Не допускаются Не более величины максимального диаметра валунов (глыб), содержащихся в грунте в количестве св. 15% по объему, но не более 0,4 м	То же
4. Отклонения отметок дна выемок в местах устройства фундаментов и укладки конструкций при окончательной разработке или после доработки недоборов и восполнения переборов	±50	Измерительный, по углам и центру котлована, на пересечениях осей здания, в местах изменения отметок, поворотов и примыканий траншей, расположения колодцев, но не реже чем через 50 м и не менее 10 измерений на принимаемый участок

1	2	3
5. Вид и характеристики вскрытого грунта естественных оснований под фундаменты и земляные сооружения	Должны соответствовать проекту. Не допускается размыв, размягчение, разрыхление или промерзание верхнего слоя грунта толщиной более 30 мм	Технический осмотр всей поверхности основания
6. Отклонения от проектного продольного уклона дна траншей под безнапорные трубопроводы, водоотводных канав и других выемок с уклонами	Не должны превышать $\pm 0,0005$	Измерительный, в местах поворотов, примыканий, расположения колодцев и т.п., но не реже чем через 50 м
7. Отклонения уклона спланированной поверхности от проектного	Не должны превышать $\pm 0,0001$	Визуальный (наблюдения за стоком атмосферных осадков) или измерительный, по сетке 50x50 м
8. Отклонения отметок спланированной поверхности от проектных в нескальных грунтах	Не должны превышать $\pm 50$	Измерительный, по сетке 50x50 м

Экскаватор (ведущую машину) выбирают с таким расчетом, чтобы он разрабатывал котлован на всю глубину. Кроме того, необходимо принять такую емкость ковша экскаватора, чтобы за одно черпание ковш наполнялся с "шапкой".

Данное условие выполняется если

$h_k \geq h_{\min}$  — для рабочего оборудования прямая и обратная лопата;

$l_{\text{нап.}} \geq l_{\text{нап.нор}}$  — для оборудования драглайн;

где  $h_{\min}$  — наименьшая глубина (высота) забоя, обеспечивающая наполнение ковша «с шапкой» за одно черпание (табл. 4,5);

$l_{\text{нап.}}$  — длина пути наполнения ковша драглайна, м (рис. 3);

$l_{\text{нап.}} = h_k / \sin \alpha_1$ , м. Угол внутреннего откоса градус экскаваторного забоя принимается по табл. 7;

$l_{\text{нап.нор}}$  — нормальная длина наполнения, обеспечивающая наполнение ковша, м (табл. 6).

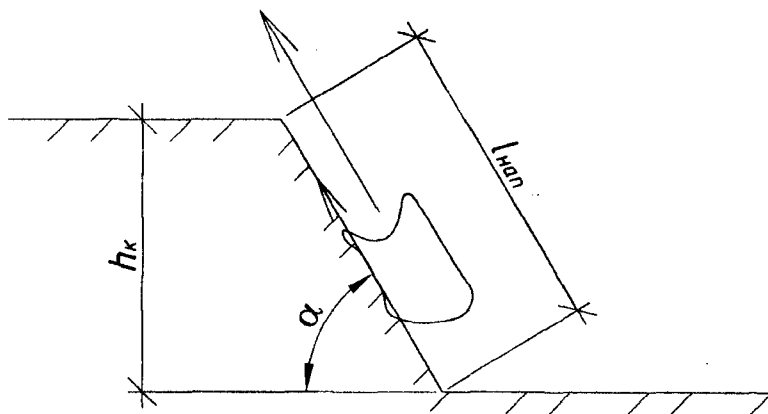


Рис. 3. Схема для определения пути наполнения ковша драглайна

Т а б л и ц а 4

Наименьшая высота забоя, обеспечивающая наполнение ковша прямой лопаты «с шапкой»

Грунт	Группа грунта	Емкость ковша, м <sup>3</sup>						
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0
Легкий	I-II	1,5	1,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5
Средний	III	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0
Тяжелый	IV	3,0	3,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0

Таблица 5

Наименьшая глубина забоя, обеспечивающая наполнение ковша обратной лопаты "с шапкой"

Грунт	Группа грунта	Емкость ковша, м <sup>3</sup>			
		0,25	0,5–0,65	1,0	1,5–2
Легкий	I-II	1,2	1,5	1,8	2,2
Средний	III	1,8	2,0	2,0	3,0

Таблица 6

Нормальная дна пути наполнения ковша экскаватора драглайн, обеспечивающая полное наполнение ковша, м

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Характер грунта		
	легкий	средний	тяжелый
0,25	2,0	3,0	2,5
0,5÷0,65	2,5	3,5	3,0
1.0	3,0	4,0	3,5
1,5–2,0	3,5	5,0	4,0

Таблица 7

Угол внутреннего откоса забоя экскаватора драглайн  $\alpha_1$ , град

Вид грунта	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Угол $\alpha_1$	40–45	40–45	30–35	20–30

Группа грунта устанавливается по ЕНиР [4] (на этом этапе выбора вместимости ковша экскаватора рассматривать немерзлые грунты).

Технические характеристики экскаваторов приведены в ЕНиР [4].

Выбор экскаватора из двух сравниваемых в курсовой работе осуществляется по наименьшей стоимости выполнения единицы объема земляных работ  $C_{ед}$  по формуле

$$C_{ед} = \frac{C_z + C_{см}}{П_{см}} + \frac{\sum_{ед}}{V},$$

где  $C_2$  – приведенная к одной смене работы доля затрат, образующихся от годовых отчислений (амортизационные отчисления и др.);

$C_{см}$  – сменные затраты на содержание обслуживающего персонала, текущий ремонт и износ сменной оснастки, энергетические, смазочные и прочие материалы;

$\Sigma_{ед}$  – суммарные единовременные затраты на перебазирование машины и специальные устройства, руб.;

$V$  – объем разрабатываемого грунта, м<sup>3</sup>;

$$П_{см} = \frac{E \cdot T_{см}}{H_{вр}}$$

$E$  – единица измерения по ЕНиР [4];

$H_{вр}$  – норма времени (маш.-час) на выполнение работ по ЕНиР [4]. К  $H_{вр}$  необходимо применять соответствующий коэффициент [5, приложение 2];

$C_2$ ,  $C_{см}$  и  $\Sigma_{ед}$  – при разработке курсовой работы принимаются усредненные по приложению 1.5 или соответствующим справочникам.

## 2.4. Разработка котлованов и траншей одноковшовыми экскаваторами

**Виды проходок.** Одноковшовые экскаваторы разрабатывают котлованы и траншеи торцевыми и боковыми проходками, расположенными в один и более ярусов. Количество и размер проходок зависят от размера земляного сооружения, принятого способа производства работ и параметров экскаватора. Каждая проходка разрабатывается отдельными участками-забоями.

**Забоем** называется рабочая зона экскаватора, ограниченная радиусом его действия и включающая площадку для размещения экскаватора, часть проходки, разрабатываемую с одной стоянки, и площадку для размещения транспортных средств или отвала грунта. Размеры и взаиморасположение проходок и забоев должны обеспечивать минимальную продолжительность цикла и максимальное наполнение ковша за один прием.

Вынутый из котлована или траншеи грунт, не используемый в дальнейшем для обратной засыпки или подсыпки, необходимо сразу перемещать к месту укладки, не допуская временных отвалов. Грунт для обратной засыпки следует размещать на свободных площадках. Эти резервы не должны стеснять производство последующих работ.

Разработку котлованов и траншей в целях сохранения естественной структуры грунта в их основании следует вести с недобором. Для прямой лопаты емкостью 0,25–3 м<sup>3</sup> величина недобора составляет 5–20 см; для обратной лопаты емкостью 0,25–0,65 м<sup>3</sup> – 10–20 см; для драглайна емкостью 0,253 м<sup>3</sup> – 15–30 см.

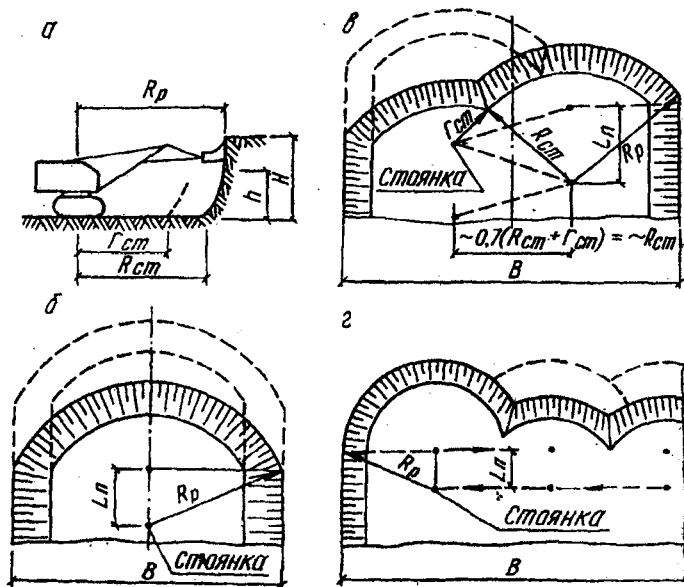


Рис. 4. Разработка выемок экскаватором, оборудованным прямой лопатой, торцевыми проходками:

а – основные параметры экскаватора; б – прямолинейная проходка; в – зигзагообразная проходка; г – поперечная проходка

Разработку недобора следует вести бульдозерами или экскаваторами-планировщиками, оставляя повторный недобор 5–7 см, который в местах установки фундаментов дорабатывается вручную.



Переборы грунта не допускаются. В отдельных местах (например, под валунами) переборы засыпают грунтом такого же состава и уплотняют до естественного состояния.

### 2.4.1. Прямая лопата

Экскаватор с прямой лопатой может разрабатывать котлованы и другие широкие выемки торцевыми и боковыми проходками. Разработка грунта ведется выше уровня стоянки экскаватора.

*Торцевая проходка* разрабатывается сразу на всю ширину и не имеет сквозного проезда. Она может быть прямолинейной, зигзагообразной и поперечной (рис. 4). Разрабатываемый грунт укладывают на транспортные средства, размещаемые в забое и реже наверху (при узких и неглубоких проходках).

Для спуска экскаватора и транспортных средств в котлован устраивают съезды с уклоном  $10-15^\circ$  и шириной  $3,5-4$  м при одностороннем движении и  $7-8$  м при двустороннем.

Если грунт выдают наверх, максимальная ширина прямолинейной проходки не превышает  $1,5 R_p$  и определяется по формуле

$$B_{m.n.} = \sqrt{R_h^2 - L_n^2} + \left( R_g^H - \frac{b}{2} - 1 \right),$$

где  $R_p$  – наибольший радиус резания, м;

$L_n$  – длина рабочей передвижки, принимаемая равной не более  $0,75$  длины рукояти, м;

$R_g^H$  – радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м;

$b$  – ширина колеи транспортных средств, м.

При этом глубина проходки не может превышать величины

$$h = H_g - h_m - 0,8,$$

где  $H_g$  – наибольшая высота выгрузки, м;

$h_m$  – высота автосамосвала, м;

$0,8$  – запас на возможную нагрузку грунта выше бортов, м.

При размещении транспортных средств в забое максимальная ширина прямолинейной проходки по верху составляет  $1,5-1,9 R_p$  и определяется по формуле

$$B'_{m.n.} = 2\sqrt{R_p^2 - L_n^2}.$$

Максимальная ширина зигзагообразной торцевой проходки составляет около  $2,5 R_p$  и определяется по формуле

$$B_{m.з.} = 2\sqrt{R_p^2 - L_n^2} + R_{cm},$$

где  $R_{cm}$  — максимальный радиус резания на уровне стоянки, м.

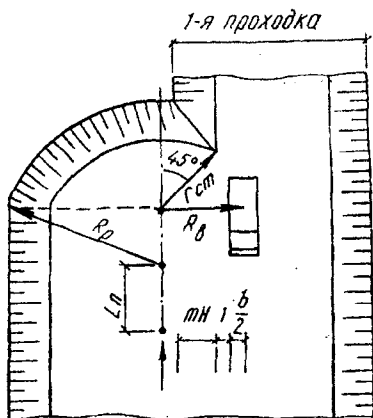


Рис. 5. Разработка выемки экскаватором, оборудованным прямой лопатой, боковыми проходками

Ширина поперечной торцевой проходки, когда экскаватор перемещается поперек выемки, может теоретически быть любой. Однако, когда ее ширина превышает  $3,5 R_p$ , разработку выемки более целесообразно вести боковыми проходками.

Боковыми проходками разрабатывают широкие выемки, когда выполняют не менее двух проходок (рис. 5). Первая проходка является торцевой, а каждая последующая — боковой. Вдоль открытой стороны боковой проходки организуется движение автотранспорта. Ширина боковой проходки определяется по формуле:

$$B_б = 2\sqrt{R_p^2 - L_n^2} + (R_в - \frac{b}{2} - 1).$$

Минимальная высота забоя для прямой лопаты (табл. 4) устанавливается с таким расчетом, чтобы ковш наполнялся за один прием. Максимальная высота забоя не должна превышать наибольшей высоты резания, иначе будут образовываться козырьки.

### 2.4.2. Обратная лопата

Экскаваторами с обратной лопатой можно разрабатывать выемки любой ширины – одну торцевую или одну торцевую и несколько боковых проходов.

Торцевыми проходками разрабатывают траншеи и другие узкие выемки с погрузкой грунта в транспортные средства или отвал. При выгрузке грунта на одну сторону ширина проходки по верху (рис. 6)

$$B_t = b_1 + b_2 = \sqrt{R_p^2 - L_n^2} + (R_{в.м} - \frac{b}{2} - 1),$$

где  $R_p$  – наибольший радиус резания на уровне стоянки, м;  
 $L_n$  – длина рабочей передвижки, м;  
 $R_{в.м}$  – радиус выгрузки в транспортные средства, м;  
 $b$  – ширина отвала или колеи транспортных средств, м.

При двусторонней выгрузке грунта ширина проходки будет равна  $2b_2$ .

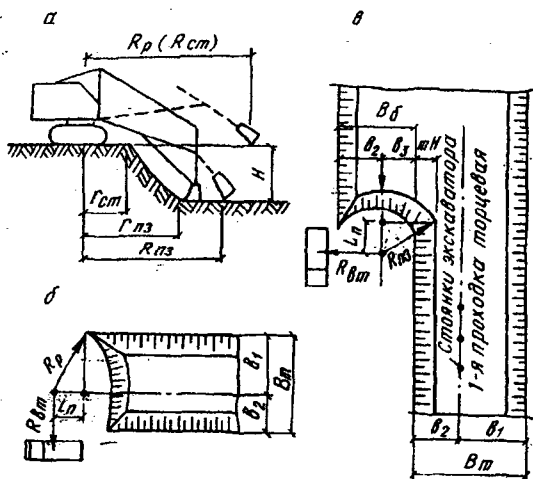


Рис. 6. Разработка выемок экскаватором, оборудованным обратной лопатой:  
 а – основные параметры экскаватора; б – прямолинейная торцевая проходка;  
 в – боковая проходка

Боковыми проходками разрабатывают широкие выемки. Первая проходка является торцевой. Грунт от разработки первой проходки грузят на транспортные средства или укладывают в отвал с последующим использованием его для обратной засыпки.

Каждая последующая проходка – боковая. Ее ширину определяют по формуле

$$B_6 = b_2 + b_3 = \left( R_{с.м} - \frac{b}{2} - 1 \right) + \left( \sqrt{R_{н.з}^2 - L_n^2} - mH \right),$$

где  $R_{н.з}$  – наибольший радиус резания на уровне подошвы забоя, величину которого можно принять равной  $R_p - mH$ , м.

Минимальная высота забоя для обратной лопаты приведена в табл. 5. Гидравлическая обратная лопата с поворотным ковшом может разрабатывать более мелкие выемки, так как наполнение ковша осуществляется за счет его поворота. Схемы работы такого экскаватора показаны на рис. 7.

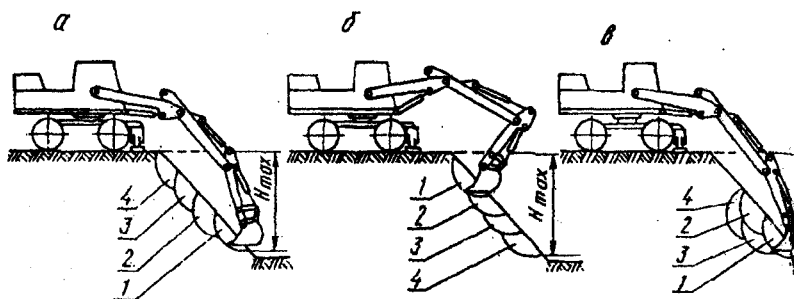


Рис. 7. Схемы разработки забоя гидравлическим экскаватором: а – начало копания снизу; б – начало копания сверху; в – копание на разной глубине; 1–4 – последовательность копания

### 2.4.3. Драглайн

Как и обратной лопатой, драглайном можно разрабатывать выемки любой ширины торцевыми боковыми проходками. Размеры проходок определяют по формулам обратной лопаты.

Большие радиусы резания и выгрузки грунта драглайном позволяют применять в дополнение к обычным поперечно-челночную и

продольно-челночную схемы работы, когда погрузка грунта ведется в транспортные средства, расположенные на дне выемки.

Все серийно выпускаемые одноковшовые экскаваторы являются универсальными и могут иметь несколько видов сменного оборудования; прямую и обратную лопаты, драглайн, грейфер, ковш-погрузчик, планировочное устройство (ковш или отвал на стреле), бульдозерное и крановое оборудование, оборудование для рыхления мерзлых грунтов и др.

В этом разделе указать —

Обоснование принятой разбивки на проходки (захватки) и последовательности выполнения работ, подробное описание технологии и организации работ с указанием расстановки машин и увязка их взаимодействия.

Описание технологии и организации работ должно быть увязано с календарным графиком работы и учетом зимних условий производства работ.

## 2.5. Транспортирование грунта

Для транспортирования разрабатываемого одноковшовыми экскаваторами грунта чаще всего используют автосамосвалы. Автосамосвалы выбирают с таким расчетом, чтобы их вместимость в 5–10 раз превышала вместимость ковша экскаватора.

Рациональная область применения автосамосвалов приведена в табл. 8.

Требуемое число автосамосвалов или других транспортных единиц на один экскаватор определяется по формуле

$$n = \frac{t_n + \frac{2L}{V_{cp}} + t_p}{t_n},$$

где  $t_n$  — время погрузки одной транспортной единицы, включая продолжительность маневров, мин.;

$L$  — дальность транспортирования грунта, км;

$V_{cp}$  — средняя скорость движения, км/мин;

$t_p$  — время разгрузки, включая продолжительность маневров, мин.

Продолжительность погрузки одного автосамосвала определяют по данным руководства ЦНИИОМТП или по формуле

$$t_n = \frac{H_e 60}{E_u} V,$$

где  $H_e$  – норма времени экскаватора по ЕНиР, маш.-час;  
 $E_u$  – единица измерения по ЕНиР (1 или 100 м<sup>3</sup>);  
 $V$  – объем грунта, загруженного в автосамосвал, м<sup>3</sup>.

Средняя скорость движения и продолжительность разгрузки и технические характеристики автосамосвалов приведены в табл. 9,10,11.

Таблица 8

*Рациональная область применения автосамосвалов*

Расстояние перевозки, км	Грузоподъемность автосамосвалов (т) при емкости ковша экскаватора (м <sup>3</sup> )			
	0,4	0,65	1	1,25
0,5	4,5	4,5	7	7
1,0	7	7	10	10
1,5	7	7	10	10
2	7	10	10	12
3	7	10	12	12
4	10	10	12	18
5	10	10	12	18

Таблица 9

*Средняя скорость движения автосамосвалов*

Дальность перевозки, км	Средняя скорость движения (км/ч) при грузоподъемности самосвала, т			
	3,5	4,5–5	7–10	25
1	2	3	4	5
0,5	12,7	11,8	–	–
0,6	13,6	12,8	–	–
0,7	14,5	13,7	–	–
0,8	15,3	14,5	–	–
0,9	16,1	15,3	–	–

1	2	3	4	5
1,0	16,8	16,0	14,0	12,5
1,2	18,2	17,4	15,4	14,0
1,4	19,5	18,6	16,6	14,5
1,6	20,6	19,7	17,6	16,0
1,8	21,7	20,8	18,5	16,5
2,0	22,7	21,8	19,4	17,5
2,5	25,0	23,7	21,0	19,0
3,0	26,5	25,0	22,0	20,0
3,5	27,6	26,2	22,5	21,0
4,0	28,0	27,0	23,0	22,0

Таблица 10

## Технические характеристики автосамосвалов

Показатель	ЗИЛ-585Л	ЗИЛ-555	МАЗ-205	МАЗ-503Б	КрАЗ-222	КрАЗ-256Б	МАЗ-525	БелАЗ-Г40	МАЗ-530
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Грузоподъемность, $P_{мп}, \text{т}$	3,5	4,5	6	7	10	11	25	27	27
Габаритные размеры кузова:									
длина, м	2,49	2,66	3	3,5	4,58	4,44	4,7	4,16	6,54
ширина, м	2,06	2,27	2	2,28	2,13	2,13	2,85	3,19	3,03
высота, м	0,62	0,65	0,6	0,52	0,8	0,65	1,2	1,58	1,14
Высота от грунта до верха кузова, м	2	2	2,1	2,15	2,8	2,64	3,3	3,3	3,5
Объем кузова, $V_{мп}, \text{м}^3$	2,44	3	3,6	4	8	8	14,3	15,3	22
Габаритные размеры:									
длина, м	5,97	5,55	6,08	5,92	8,19	8,19	8,22	7,18	10,5
ширина, м	2,29	2,39	2,64	2,6	2,65	2,65	3,22	3,49	3,45
высота, м	2,18	2,32	2,43	2,55	2,76	2,76	3,67	3,38	3,67

*Продолжительность установки под разгрузку  
и разгрузки автосамосвалов*

Грузоподъемность самосвала, т	Продолжительность, мин		
	установка под разгрузку	пропуск встреч- ного самосвала	разгрузка
3,5	0,6	1	0,6
4,5-5	0,6	1	1,0
7-10	0,6	1	0,8
25	1,0	1	1,3

### 2.6. Выбор машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта

Уплотнение обратной засыпки следует производить в соответствии с ППР, СНиП, СНБ [2,3].

Вопросы комплексной механизации земляных и в том числе грунтоуплотнительных работ связаны с обоснованным выбором рациональных комплектов машин и оборудования, состоящих из ведущих и вспомогательных средств механизации всего комплекса технологических процессов, выполняемых в конкретных условиях строительной площадки.

После выбора вариантов комплектов машин намечают принципиальные схемы их расстановки для выполнения работ и уточняют объемы основных, подготовительных и вспомогательных работ. Затем приступают к определению марок и количества необходимых средств механизации для выполнения проектных объемов в заданные сроки. Подсчитывают требуемую сменную производительность, после чего подбирают несколько возможных комплектов основных и вспомогательных машин.

Для полного использования производительности ведущей машины производительность комплектующих машин должна быть на 10...15% выше, чем у ведущей.

При определении марки и числа машин для уплотнения грунта следует учитывать: длину и ширину уплотняемой полосы (в т.ч. минимальную ширину, допускаемую по условиям техники безопас-



ности), толщину уплотняемого слоя грунта в зависимости от грунтовых характеристик и применяемых средств механизации, возможность совмещения уплотнения грунта с другими видами работ. Желательно, чтобы число машин в комплекте было наименьшим.

Возможные варианты применения грунтоуплотняющих механизированных средств в табл. 12.

Уплотняемые грунты подразделяются на связные и несвязные. Принимается, что грунты являются однородными по гранулометрическому составу, а их влажность находится в пределах оптимальной влажности.

Ширина уплотняемой полосы определяется габаритами грунтоуплотняющих механизированных средств, схемой их движения (кольцевая или челночная) и условиями безопасного ведения работ.

Длина уплотняемой полосы влияет на выбор механизированных средств только в отношении наименьших размеров, т.к. удлинение полосы облегчает организацию работ и технологически не ограничивает применения любых машин.

Толщина уплотняемого слоя грунта в значительной степени влияет на выбор грунтоуплотняющих механизированных средств. Причем с увеличением слоя грунта упрощается организация и производство работ сокращается объем работ по разравниванию грунта и уменьшается промораживание грунта в зимнее время.

Т а б л и ц а 12

*Показатели, учитываемые при составлении перечня механизированных средств для уплотнения грунтов*

Тип машины	Применение		Примечание
	Грунты	Сооружение	
1	2	3	4
Прицепные кулачковые и решетчатые катки	Связные	Насыпи различного назначения и грунтовые подушки под фундаменты	Целесообразны при наличии комковатых грунтов и производстве работ в зимних условиях

1	2	3	4
Прицепные, полуприцепные и самоходные катки на пневмошинах	Связные и несвязные	То же, а также для грунтовой подсыпки под полы в средней части пролетов промышленных корпусов при большом фронте работ	На несвязных грунтах применять при низком давлении в шинах
Прицепные и самоходные виброкатки	Несвязные и мало-связные	Засыпка пазух фундаментов и засыпка траншей, подушки под фундаменты, грунтовая подсыпка под полы и насыпи различного назначения	Рекомендуется при устройстве верхней части засыпки траншей и пазух фундаментов
Скрепер-каток (опытно-экспериментальный образец)	Связные	Насыпи при наличии большого фронта работ	Заменяют скреперы на разработке, отсыпке и разравнивании грунта и грунтоуплотняющую технику
Трамбовочные машины и подвесные свободно падающие трамбовочные плиты	Связные и несвязные	Засыпка пазух фундаментов, буровых скважин, ростверков и между колоннами; подушки под фундаменты и насыпи различного назначения в стесненных условиях строительной площадки	—
Гидроمولоты навесные на экскаваторах с уплотняющими плитами	Связные и несвязные	Уплотнение грунтов в стесненных местах	—

1	2	3	4
Пневмомолоты навесные на экскаваторах с уплотняющими плитами	То же	То же	Применять при отсутствии гидромолотов
Электрические трамбовки	То же	Засыпка траншей и пазух в местах примыкания к конструкциям различного назначения	—
Вибротрамбовки самопередвигающиеся ВУТ; СВТ-ЗМП	Несвязные	Уплотнение грунтов в стесненных местах	—
Виброплиты самопередвигающиеся	То же	То же	—
Виброплиты подвесные ВПП	То же	То же	—
Гидровибрационные установки	Несвязные	Засыпка траншей, подсыпка под полы и насыпи различного назначения	—
Пневмопройники	Связные	Уплотнение грунтов в стесненных местах, например щели между фундаментами под оборудование или конструкциями и подземными сооружениями	—
Станки ударно-канатного бурения	Связные и несвязные	Уплотнения грунтов в стесненных условиях	—

При выборе грунтоуплотняющих машин необходимо учитывать показатели, приведенные в табл. 13, 14.

*Толщина отсыпаемого слоя грунта оптимальной влажности при различных коэффициентах стандартного уплотнения*

Вид грунта	Толщина уплотненного слоя грунта, см	Толщина отсыпаемого слоя, см, при коэффициенте стандартного уплотнения			
		0,98...0,97	0,96...0,95	0,94...0,93	0,92...0,91
Песчаный	40	60	55	50	45
	60	80	75	70	65
	80	105	100	95	90
	100	130	125	120	115
Супесь	40	60	55	50	45
	60	85	80	75	70
	80	115	110	105	100
	100	140	125	130	125
Суглинок лессовидный	40	65	60	55	50
	60	80	75	70	65
	80	130	125	120	115
	100	165	160	155	150
Суглинок	40	60	55	50	45
	60	80	75	70	65
	80	105	100	95	90
	100	125	120	115	110
Глина	40	60	55	50	45
	60	85	80	75	70
	80	115	110	105	100
	100	140	135	130	125

*Число проходов (ударов) грунтоуплотняющих механизированных средств при различных коэффициентах стандартного уплотнения*

Уплотняющие механизированные средства	Вид уплотняемого грунта	Толщина уплотненного слоя грунта, см	Число проходов (ударов) для достижения коэффициента стандартного уплотнения			
			0,98...0,97	0,96...0,95	0,94...0,93	0,92...0,91
1	2	3	4	5	6	7
Трамбующие свободно падающие плиты Ø1,2...1,6 м массой 2,5...4,5 т	Связный Несвязный	120...160	16	12	8	4
		140...180				
Виброплиты самопередвигающиеся, поставляемые ГДР SVP; BSD; GSD	Несвязный	20...80	4	3	2	1
Трамбовки электрические ИЭ-4505, ИЭ-4504, ИЭ-4502	Связный Несвязный	5...25 10...35	4	3	2	1
Вибротрамбовки самопередвигающиеся ВУТ-5; ВУТ-4; ВУТ-3; СВТ-3МП	Несвязный	20...40	4	3	2	1

Грунт обратной засыпки котлованов и траншей уплотняют электрическими, пневматическими виброуплотняющими плитами или самоходными катками.

Уплотнение грунта следует вести послойно. Уплотнение грунта начинают сразу после его укладки и разравнивания.

Предпочтение при выборе уплотняющих машин и механизмов следует отдавать подвесным вибротрамбовкам (для любых грунтов) или самопередвигающимся виброплитам (несвязные грунты).

Для обеспечения сохранности фундаментов засыпаемый грунт на расстоянии  $b_o$  и  $h_o$  грунт засыпки следует уплотнять ручными электротрамбовками.

При уплотнении грунта минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций  $b_p$  и толщина отсыпанного слоя грунта над конструкциями  $h_o$  принимаются в зависимости от соотношения масс уплотняющих машин и механизмов  $m$  и массы 1 м длины ленточного фундамента или общей массы отдельно стоящего фундамента  $M$  по [9] или рис. 8 и табл. 15.

Для обеспечения сохранности фундаментов засыпаемый вокруг них на расстоянии  $b$  и  $h_o$  грунт засыпки (см. рис. 8) объемом  $V_{из}$  следует уплотнять ручными трамбовками.

Объем работ по разравниванию грунта пазух котлована вручную определяется площадью разравнивания, которая определяется по формуле:

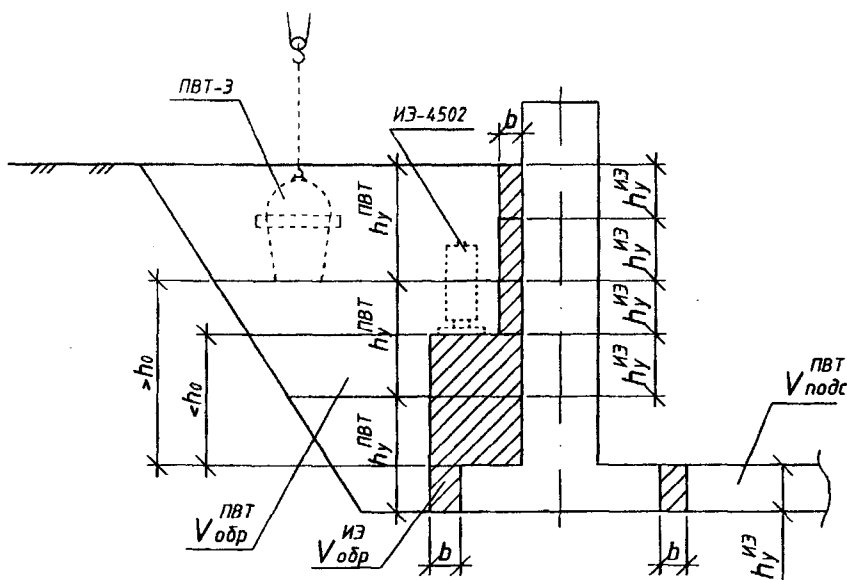


Рис. 8. Схема уплотнения грунта пазух электротрамбовками и подвесной вибротрамбовкой

Таблица 15

Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций  $b$  и толщина отсыпаемого грунта над конструкциями  $h_0$  в см

Тип и марка уплотняющих машин и механизмов	Масса уплотняющих машин и механизмов, $m$ , кг	Соотношение масс строительных конструкций $M$ и уплотняющих машин и механизмов $m$					
		$M \leq m$		$M \leq 5m$		$M \leq 10m$	
		$b$	$h$	$b$	$h$	$b$	$h$
1	2	3	4	5	6	7	8
Трамбовки (свободно падающие подвесные к экскаватору) диаметром:							
1,2 м	2500	120	160	60	150	40	140
1,4 м	3500	140	180	70	170	40	160
1,6 м	4500	160	200	80	190	40	180
Вибротрамбовка ПВТ-3 (подвесная к крану или экскаватору)	2600	50	120	20	100	20	80
Виброплиты самопередвигающиеся:							
SVP-25	270	15	40	10	30	5	30
SVP-31,5	500	20	50	10	40	5	40
SVP-63,1	700	25	60	15	50	5	50
BSD-31,5	1100	30	80	20	70	5	70
BSD-63	1400	35	90	25	80	5	80
Вибротрамбовки самопередвигающиеся СВТ-3МП	350	20	50	5	40	5	40
Трамбовки электрические:							
ИЭ-4504	160	20	50	5	35	5	35
ИЭ-4502	80	10	40	5	25	5	25
ИЭ-4505	28	5	15	5	10	5	10

$$F_{\text{разр.ручн.}} = \frac{V_{\text{зас}}}{h_y} \text{ (м}^2\text{)},$$

где  $V_{зас}$  – объем засыпаемого грунта,  $m^3$ ;  
 $h_y$  – толщина уплотняемого слоя [4].

Каждый последующий проход (удар) уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 0,1–0,2 м.

## **2.7. Основные технологические требования при производстве земляных работ в зимних условиях**

Производство земляных работ в зимних условиях связано с дополнительными затратами материально-технических и энергетических ресурсов, повышением стоимости и трудоемкости работ. Поэтому необходима тщательная разработка этих разделов в проекте производства работ (ППР).

При технологическом проектировании определяются последовательность и объем различных операций по подготовке и разработке грунта на основе комплексной механизации всего процесса. При разработке грунта в зимних условиях могут применяться различные технологические схемы и комплекты машин. Для конкретного объекта и времени производства работ рациональные схемы и комплекты машин выбираются на основе всестороннего анализа технико-экономических показателей. При этом должны выполняться следующие рекомендации:

1) рыхление мерзлого грунта навесными рыхлителями статического, ударного и комбинированного действия целесообразно осуществлять при большой площади разработки (рытье котлованов и выемок шириной более 8 м);

2) при послойной разработке грунта на производительность и эффективность рыхления наибольшее влияние оказывает прочность мерзлого грунта, а не толщина промерзшего слоя, поэтому статические рыхлители эффективнее использовать для разработки мерзлого грунта при температуре не ниже минус  $15^{\circ}C$ ;

3) при глубоком промерзании и более низких температурах, когда резко повышаются плотность и прочность мерзлого грунта, следует применять машины ударного, виброударного действия и взрывной метод рыхления;

4) разработка мерзлого грунта при рытье траншей под инженерные коммуникации (кабели, трубопроводы и т.д.) и ленточные фундаменты наиболее целесообразна многоковшовыми экскавато-



рами, так как эти машины полностью обеспечивают технологический процесс разрушения и выемки мерзлого грунта;

5) для разработки грунта вблизи и внутри зданий и сооружений следует применять оттаивание и другие способы, исключая динамическое воздействие на строительные конструкции и подземные коммуникации. Рациональная схема нарезки щелей в мерзлом грунте определяется требованиями максимальной производительности и минимальной энергоемкости с наименьшим износом рабочего оборудования при оптимальной степени рыхления грунта.

При выборе комплекта машин необходимо, чтобы производительность комплектующих машин была на 10–15% больше производительности ведущей машины.

Технологические схемы разработки грунта при различном сочетании машин в комплекте зависят от вида земляного сооружения, грунта, глубины промерзания, материально-технических ресурсов и др. (рис. 9).

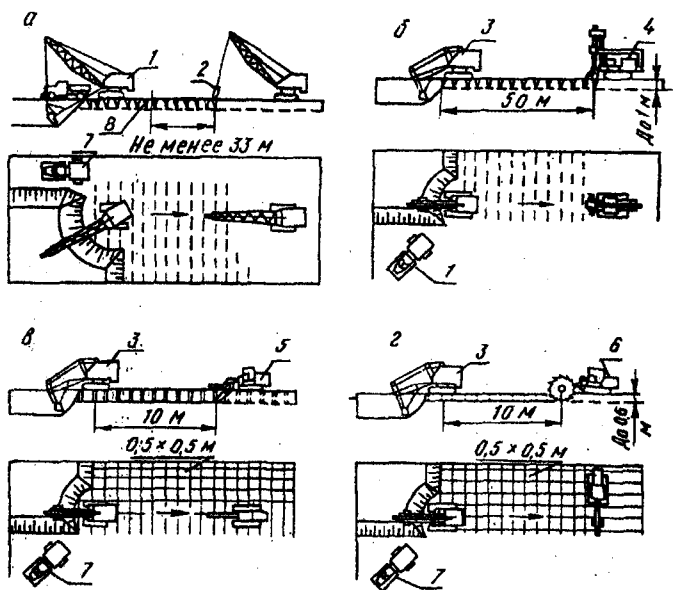


Рис. 9. Технологические схемы рыхления и разработки мерзлого грунта комплектом машин:

а – экскаватором-драглайном 1 и стальным канатом 2; б – экскаватором «обратная лопата» 3 и трехлинным рыхлителем 4; в – экскаватором «обратная лопата» 3 и баровой установкой 5; г – экскаватором «обратная лопата» 2 и дисковой фрезой 6; 7 – автосамосвал; 8 – граница безопасной зоны работ

При составлении ППР и схем следует учитывать особенности производства земляных работ в зимних условиях, приведенные ниже. Во избежание промерзания грунта в забое разработку необходимо вести круглосуточно, узким фронтом и на всю глубину выемки. При вынужденных перерывах следует утеплять талый грунт в забое и основания котлованов и траншей. В связи с тем, что вторичное смерзание грунта наступает через 90, 60, 40 и 20 мин (при минусовой температуре воздуха соответственно 5, 10, 20 и 30°C), общее время, затрачиваемое на его погрузку, транспорт и укладку, должно быть не более приведенных величин. Следовательно, необходимо применять машины высокой производительности и автосамосвалы большой грузоподъемности с обогреваемыми кузовами. Если обогрев осуществить нельзя, для предотвращения примерзания грунта к кузову рекомендуется обрабатывать его внутреннюю поверхность нефтепродуктами. Во избежание смерзания грунта не допускается оставлять транспортные средства неразгруженными.

При разработке грунта, разрыхляемого механическим или взрывным способом, фронт работы для каждого экскаватора необходимо делить на два блока: в пределах одного производится разработка грунта, а в другом – одновременное его рыхление или буровые работы. Максимальные размеры кусков разрыхленного мерзлого грунта не должны превышать величин, устанавливаемых в зависимости от параметров ковша экскаватора, разрабатывающего грунт.

Основания котлованов и траншей, разработанных в зимних условиях, должны предохраняться от промерзания путем недобора или укладкой утеплителя. Непосредственно перед возведением фундаментов и укладкой трубопроводов производится зачистка основания. При устройстве насыпей в зимнее время общее количество мерзлого грунта, которое допускается укладывать в насыпь, зависит от вида и назначения земляного сооружения и не должно превышать величин, установленных СНиП. Наличие снега и льда в земляных сооружениях не допускается. Укладка грунта должна прекращаться во время метелей и сильных снегопадов. В процессе возведения насыпей в зимних условиях на месте работ требуется производить наблюдения и заносить в журнал производства работ данные о температуре воздуха, грунта, количестве мерзлых комьев грунта, укладываемых в насыпь, количестве осадков, направлении и скорости ветра. Выполняя обратную засыпку котлованов и тран-

шей, необходимо соблюдать следующее условие: количество мерзлых комьев в грунте, которым засыпаются пазухи между стенками котлованов (траншей) и возведенных в них конструкций зданий или сооружений, не должно превышать 15% общего объема засыпки, запас на усадку грунта следует увеличить. При засыпке пазух внутри зданий использование мерзлого грунта не допускается.

В зимний период наряду с мероприятиями по технике безопасности, предусмотренными СНБ, СНиП [3,2] для производства земляных работ, необходимо соблюдать требования, учитывающие специфику зимних условий.

Запрещена одновременная работа на одном участке в радиусе 50 м двух экскаваторов, один из которых разрушает, а другой разрабатывает грунт. Кабины средств рыхления должны иметь защитные приспособления. Не разрешается пребывание людей в радиусе 50 м от экскаватора во время рыхления мерзлых грунтов ударным способом. Не разрешается установка базовой машины (трактора или экскаватора), работающей с дизель-молотом или трехклинным рыхлителем, на поверхности, имеющей продольный уклон более  $7^\circ$  и поперечный уклон. Во время работы экскаватора и дизель-молота или рыхлителя запрещается проход и нахождение людей между ними.

Оттаивание мерзлого грунта с использованием электроэнергии следует производить на площадке, огражденной и снабженной предупреждающими знаками. Вход на площадку, где производится оттаивание грунта, разрешается только после выключения средств оттаивания. Выполнение работ по обработке грунтов химическими реагентами, а также оттаивание электроэнергией, горячей водой, паром и газом должно производиться в строгом соответствии с требованиями СНиП, СНБ.

При рыхлении мерзлых грунтов взрывным способом необходимо соблюдать безопасные расстояния, предохраняющие людей, здания, сооружения и механизмы от опасного воздействия взрыва — сейсмического, ударной волны, поражения от разлета кусков грунта.

Производство работ должно осуществляться с соблюдением требований «Единых правил безопасности при взрывных работах».

### 3. ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Перед устройством железобетонных фундаментов готовят котлованы и выполняют их геодезическую разбивку, наносят на предварительно установленную обноску разбивочные оси и контуры сооружаемых фундаментов.

Комплексный процесс устройства монолитных фундаментов состоит из последовательно выполняемых работ: установки опалубки и лесов; установки арматуры и закладных деталей; укладки и уплотнения бетонной смеси; ухода за бетоном летом и интенсификация его твердения зимой; разборки опалубки.

#### 3.1. Опалубка

Временное устройство, предназначенное для формирования монолитных бетонных и железобетонных конструкций заданных геометрических размеров и конфигурации и состоящая собственно из формы, поддерживающих лесов и крепежных устройств.

Деревянная разборно-переставная опалубка фундаментов собирается из щитов или собранных из них опалубочных элементов.

Опалубка фундаментов (рис. 10) прямоугольной и ступенчатой формы собирается из наружных (Б-щит) и внутренних (щит-А) щитов. Наружные щиты на 20-25 см длиннее внутренних. Щиты А ставятся к упорным планкам щитов Б и прижимаются к ним распоркой или крепятся. Боковой распор щитов воспринимается проволочными стяжками, укрепленными на сшивных планках щитов.

Перед установкой опалубки положение проволочной оси, натянутой над котлованом, при помощи отвеса переносятся на грунт. В обе стороны от оси размечаются при помощи мерной ленты положение боковых щитов опалубки.

Короба второй ступени и подколонника устанавливаются на нижние удлиненными концами щитов Б после того, как нижние забетонированы.

Опалубка должна обладать необходимой жесткостью, прочностью под воздействием на нее нагрузок, большой оборачиваемостью, обеспечивать высокое качество бетона.

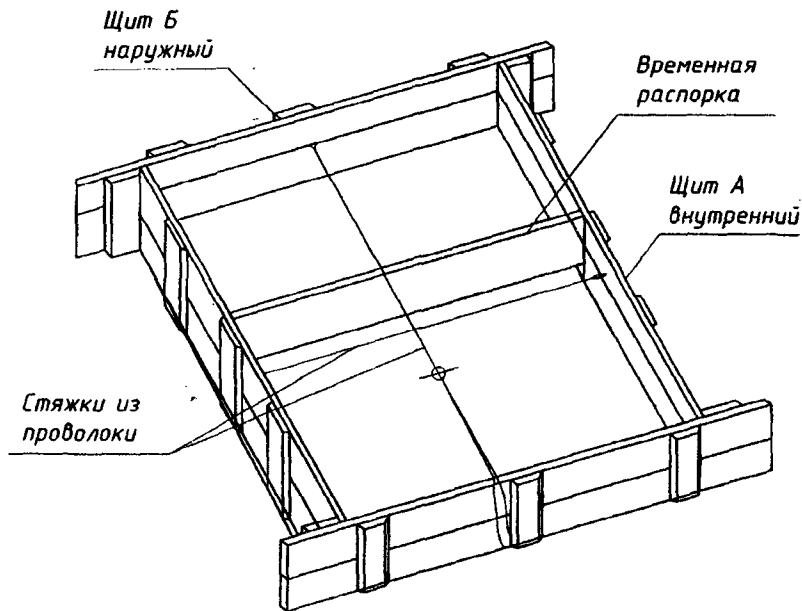


Рис. 10

Исходными документами для разбивки под установку опалубки фундаментов являются план осей фундаментов и план опалубки.

Допуски на установку опалубки приведены в табл. 16; допустимые отклонения монолитных фундаментов в табл. 17.

Таблица 16

*Допустимые отклонения от проекта при устройстве опалубки*

Характер отклонения	Значение допускаемых отклонений, мм
1	2
Отклонения в расстояниях между опорами изгибаемых элементов опалубки и другими связями на:	
1 м длины	±25
на весь пролет, не более	±75

1	2
Отклонения от вертикали или проектного наклона плоскости опалубки и линий их пересечения:	
на 1 м высоты	5
на всю высоту	20
Смещение осей опалубки от проектного положения	15

Таблица 17

*Допустимые отклонения от проекта при установке опалубки*

Отклонения от проекта	Значение допускаемых отклонений, мм
Отклонения плоскостей и линий пересечения от вертикали на всю высоту фундамента	20
Отклонения горизонтальных плоскостей от горизонтали:	
на 1 м плоскости в любом направлении	5
на всю высоту	20
Отклонения по длине элементов	±20
Отклонения в размерах поперечного сечения элементов	±8
Отклонения в отметках поверхностей и закладных частей, служащих опорами для металлических или сборных ж/б элементов	±5
Отклонения при разбивке осей основания фундаментов под металлические конструкции с нефрезерованными торцами	±1,1

Опалубка снимается после достижения бетоном требуемой прочности, которая должна указываться в проекте производства работ. Время распалубливания определяют в зависимости от назначения конструкции, условий твердения бетона и характера работы элементов опалубки.

### 3.2. Монтаж арматурных элементов

Монтаж арматурных элементов фундаментов колонн должен выполняться согласно рабочим чертежам и схемам, разработанным в проектах производства работ с обеспечением правильной последовательности монтажа.

До начала монтажа арматурных элементов фундаментов колонн должны быть выполнены следующие работы: выполнена подготовка под фундаменты согласно проекта; установлена и выверена опалубка нижних ступеней фундаментов; доставлены на объект в зону работы монтажного крана очищенные от грязи и ржавчины арматурные элементы и уложены по маркам в порядке очередности монтажа; количество доставленных арматурных элементов (сеток, каркасов и т.д.) должно обеспечивать бесперебойную работу бригады; очищена от грязи и мусора подготовка под фундаменты; подготовлены к работе монтажный кран, сварочные трансформаторы, инструмент и инвентарь.

К установке арматуры можно приступать только после проверки и принятия опалубки с составлением соответствующего акта. Арматуру устанавливают, как правило, укрупненными элементами в соответствии с проектом производства работ, в котором определена такая последовательность операций, которая обеспечивает простоту монтажа всех элементов арматуры.

Процесс установки арматурных изделий в сооружении состоит из следующих основных операций:

- приемка, разгрузка и подача арматуры непосредственно к сооружению или на приобъектный склад;
- установка арматурных элементов в проектное положение с временным их закреплением;
- выверка арматурных каркасов и окончательное соединение стыков электросваркой;
- контроль выполнения работ и сдача их с составлением акта приемки работ.

*Отклонения, допускаемые при установке арматуры*

Характер отклонений	Допускаемое значение отклонений, мм
Расстояние между отдельными стержнями для фундаментов (каркасных зданий) массивных конструкций	$\pm 20$ $\pm 30$
Расстояние между рядами по высоте: при толщине конструкций более 1 м (фундаменты и др.)	$\pm 20$
Расстояние между распределительными стержнями в одном ряду для: фундаментов под каркасы сооружений массивных сооружений	$\pm 25$ $\pm 40$

Установленную арматуру предохраняют от повреждений и смещений в процессе бетонирования конструкций.

Арматура в конструкции должна быть защищена от внешних воздействий слоем бетона, толщину которого принимают по проекту и обеспечивают ее, используя соответствующие бетонные и стальные прокладки между арматурой и опалубкой или пластмассовые фиксаторы, которые крепят к арматурным стержням. Отдельные сетки стыкуют между собой внахлестку.

Сетки и легкие каркасы массой до 100 кг устанавливают вручную, более тяжелые каркасы – с помощью крана.

Тяжелые каркасы с арматурой диаметром 16 мм и более устанавливают до сборки опалубки. Если каркас собирают из отдельных стержней непосредственно на месте, то работу выполняют при открытой с одной стороны опалубке с переставных подмостей.

Арматурные работы на объекте выполняют специализированные звенья арматурщиков в составе комплексной бригады.

Приемку установленной арматуры оформляют актом на скрытые работы, в котором указывают номера рабочих чертежей, отступления от проекта и основание для этого, оценивают качество выполненных работ и дают заключение о возможности производства бетонирования конструкций.



### 3.3. Бетонные работы

Бетонные работы могут быть укрупненно разбиты на следующие процессы:

- приготовление бетонной смеси;
- транспортирование бетонной смеси от места приготовления на объект;
- выгрузка бетонной смеси с транспортных средств в подающие устройства;
- подача бетонной смеси и метод ее укладки, ее распределение, укладка и уплотнение в опалубке конструкции;
- отделка (затирка, заглаживание) поверхности конструкции;
- термосное выдерживание или обогрев забетонированной конструкции в опалубке.

Укладка бетонной смеси включает процессы приемки, подачи смеси к месту укладки и распределения ее в бетонируемой конструкции.

Перед началом бетонирования определяют:

- способы подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси;
- состав бетонной смеси и показатели ее подвижности;
- толщину и направление укладываемых слоев;
- необходимую интенсивность подачи бетонной смеси с проверкой обеспеченности ее поставки бетонными заводами и транспортными средствами;
- потребность в механизмах и рабочих для подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси, а также для производства необходимых подсобных работ в процессе бетонирования.

Перед укладкой бетонной смеси следует проверить и принять:

- все конструктивные элементы и работы, которые закрываются в процессе укладки бетонной смеси (подготовка основания, гидроизоляции, армирование, закладные детали и т.п.);
- правильность установки и надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих ее конструкций;
- готовность к работе всех средств механизации укладки бетонной смеси.

Непосредственно перед бетонированием опалубку очищают от грязи и мусора, а арматуру от грязи и ржавчины. Деревянную опалубку перед укладкой бетонной смеси обильно смачивают водой, чтобы предотвратить отсасывание воды из бетонной смеси, приводящее к снижению прочности бетона. Смачивание способствует

также уменьшению щелей в досках опалубки, оставшиеся щели законопачивают.

Способ укладки бетонной смеси для конкретных условий определяется проектом производства работ.

Выбор варианта определяют по следующим показателям: количеству бетона, укладываемого в смену или сутки, затратам труда и стоимости укладки смеси.

При подаче бетонной смеси в конструкцию бадьями при помощи кранов автомобильные краны используют при небольших рассредоточенных объемах бетонных и железобетонных работ на строительстве одноэтажных промышленных зданий. Стреловые краны на гусеничном ходу используются для подачи бетонной смеси на объектах любой конфигурации шириной до 30 м и высотой до 20 м. Башенные и портално-стреловые краны грузоподъемностью 5÷25 т применяются для подачи бетонной смеси в гидротехническом строительстве. Мостовые краны применяют для бетонирования фундаментов под оборудование внутри здания, если несущие конструкции возведены.

Переносные бункера по конструкции и принципу действия бывают поворотные и неповоротные.

Переносной бункер должен обеспечивать:

- приемку бетонной смеси из самосвалов, перегрузочных устройств, автобетоновозов, автобетоносмесителей, стационарных и передвижных бетоносмесительных устройств;

- непрерывную порционную выгрузку бетонной смеси до полного опорожнения бадьи;

- возможность транспортирования с помощью кранов;

- герметичность, исключение потерь цементного молока.

Технические характеристики переносных поворотных бункеров табл. 19, переносных неповоротных бункеров табл. 20.

Т а б л и ц а 19

*Переносные поворотные бункера для бетонной смеси*

Показатель	Конструкция ЦНИИОМПИ				С боковой загрузкой	Конструкция Камгэсстрой	
	Объем номинальный, м <sup>3</sup>						
1	0,5	1	1,5	2	1	3,2	6,4
	2	3	4	5	6	7	8
Размеры выгрузочного отверстия, мм	350x600						

1	2	3	4	5	6	7	8
Тип затвора	Челюстной ручной				Секторный ручной	Челюстной ручной	
Допустимая перегрузка, % номинальной емкости	30	25	15	25			
Габаритные размеры, мм:							
длина	3260	3612	4014	3600	3644	3910	4610
ширина	750	1232	1232	2250	1232	3010	3000
высота	1040	1040	1040	1040	1295	1890	1950
Масса, кг	315	490	617	880	530	2200	3300
Число бункеров, устанавливаемых для приемки бетонной смеси при разгрузке одного самосвала:							
ЗИЛ-ММЗ-585	3	2	—	—	—	—	—
ЗИЛ-ММЗ-555	3	2	—	1	—	—	—
МАЗ-205	—	2	2	1	—	—	—
МАЗ-503А	—	—	2	—	—	—	—
<i>Примечание:</i> В бункерах с номинальным объемом 1, 1,5 и 2 м <sup>3</sup> затворы имеют одинаковую конструкцию и взаимозаменяемы.							

Таблица 20

## Переносные неповоротные бункера для бетонной смеси

Показатель	Объем бункера номинальный, м <sup>3</sup>			
	0,5	1	1,6	3,2
Размер выгрузочного отверстия, мм	250х600	350х600	500х640	600х800
Тип затвора	Челюстной ручной		Шторный	Роликовый
Габаритные размеры, мм:				
длина	1200	1600	—	—
ширина	1200	1600	1800	2150
высота	1300	1520	2200	2240
Масса, кг	228	350	994	1697
<i>Примечание:</i> Затворы в бункерах одинаковы по конструкции и взаимозаменяемы.				

Для бетонирования немассивных конструкций (отдельно стоящих фундаментов небольших объемов, обычных колонн, балок, ригелей, перекрытий и т.п.) применяют переносные бункера объемом  $0,5 \dots 1 \text{ м}^3$  преимущественно с боковой разгрузкой. Для конструкций средней массивности (фундаментов под здания и сооружения средних объемов, мощных каркасов, подпорных стен и т.п.) применяют переносные бункера объемом  $1 \dots 2 \text{ м}^3$ .

Ведущим процессом при производстве бетонных работ являются подача и укладка бетонной смеси.

Необходимая грузоподъемность крана  $Q$  определяется по формуле:

$$Q \geq n_1 P_1 + n_2 (P_2 + P_3),$$

где  $P_1$  – масса бетонной смеси в бадье, т;

$P_2$  – масса бункера, т;

$P_3$  – масса стропов и грузозахватных приспособлений, т;

$n_1$  и  $n_2$  – коэффициенты перегрузки, равные соответственно 1,2 и 1,1.

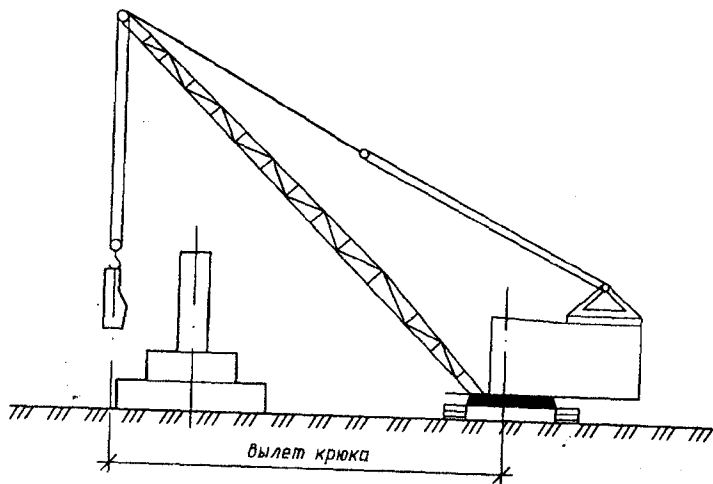
Высота и вылет крюка крана принимаются с таким расчетом, чтобы груз свободно перемещался над выступающими частями опалубки фундаментов, лесов и ограждений с зазором не менее 0,5 м, а стрела крана находилась при работе этих конструкций не ближе, чем на 1 м по горизонтали и 0,5 по вертикали [2].

При этом следует учесть расположение крана – на дне котлована или на его бровке (рис. 11). При работе крана на бровке котлована допустимое расстояние по горизонтали от основания его откоса до ближайших опор машин следует принимать в соответствии с [3п. 3.8] или приложением 1 табл. 1.2.

По найденным требуемым характеристикам по справочникам подбирается кран.

При укладке бетонной смеси следует по возможности избегать перерывов в бетонировании. Если же они неизбежны, следует заранее предусмотреть места образования стыков.

a)



б)

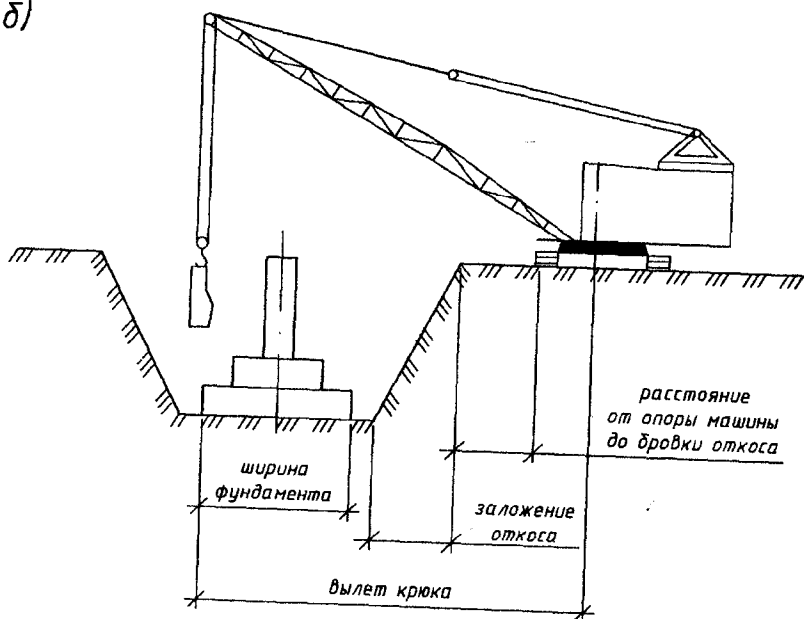


Рис. 11. Размещение кранов при устройстве фундаментов

С целью получения высококачественного бетона с заданными физико-механическими свойствами, а также для улучшения заполнения опалубки бетонной смесью, уложенную в конструкцию бетонную смесь следует уплотнить.

Т а б л и ц а 21

*Допустимые отклонения монолитных фундаментов*

Наименование отклонений	Значение допустимых отклонений, мм
Смещение осей фундаментных блоков и стаканов фундаментов относительно разбивочных осей	±10
Отклонение отметок верхних опорных поверхностей фундаментов	-10
Отклонение отметок дна стаканов	-20

Уход за бетоном необходим для обеспечения оптимальных температурно-влажностных условий твердения во избежание потери воды затворения, больших температурных и влажностных напряжений.

Начальная стадия твердения бетона во многом предопределяет его физико-механические свойства, а создание определенных тепловлажностных режимов позволяет управлять процессом структурообразования.

Открытые поверхности бетона во избежание высыхания покрывают влагоемкими материалами, такими как песок, опилки, мешковина, брезент.

В сухую погоду открытые поверхности и деревянную опалубку постоянно увлажняют, пока бетон не наберет 70% проектной прочности.

Предохранить бетон от потери влаги в процессе твердения можно также путем покрытия его поверхности водонепроницаемыми материалами, предотвращающими испарение влаги с поверхности бетона.

Укрытие поверхности бетона пленками, а также влагоемкими материалами допускается только после набора бетоном прочности, исключая повреждение его поверхности.

### 3.4. Контроль качества бетонных и железобетонных работ

Для обеспечения высокого качества бетонных работ, контроль за их исполнением должен быть организован на всех стадиях технологического процесса и охватывать опалубочные и арматурные работы, приготовление, транспортировку и укладку бетонной смеси, а также уход за свежееуложенным бетоном и распалубку конструкций. Составляются карты операционного контроля качества (см. прил. 2 К.К. 1÷7 и прил. 3 П.П. 1-4).

На выполненные и сдаваемые под монтаж конструкций фундаменты строительная организация представляет исполнительную схему, на которой показываются проектные и фактические: расстояния между осями; отметки верха бетона и анкерных болтов; размеры между разбивочными осями и анкерными болтами. Представленная исполнительная схема проверяется геодезистом монтажной организации. При проверке исполнительной схемы, которая является приложением к акту приемки фундаментов, выполняется полный или частичный контроль размеров и отметок, указанных на схеме.

При наличии значительных и недопустимых отклонений от проекта составляется двусторонний акт и в согласованные сроки строительная организация устраняет допущенные дефекты в устройстве фундаментов, что отмечается в акте и записывается в журнале работ.

### 3.5. Бетонные и железобетонные работы в зимних условиях

По нормативным требованиям условия зимнего периода наступают при установлении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже  $5^{\circ}\text{C}$  и при минимальной суточной температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Подобные климатические условия продолжаются на территории республики в среднем до 5-6 месяцев в году. Зимний период в наибольшей степени оказывает влияние на возведение конструкций зданий и сооружений из монолитного бетона. Прекращение бетонных работ зимой привело бы к увеличению сроков строительства объектов, накладных расходов, сроков оборачиваемости инвестиций. В результате возростала бы себестоимость строительной продукции и сократился объем ее реализации с порождением целого ряда социальных проблем.

Активной составляющей бетона является вяжущее, которое играет основную роль в образовании структуры и получении заданных характеристик бетона.

По теоретическим представлениям образование и твердение цементного камня последовательно проходит через стадии формирования сначала коагуляционной (связной), а затем кристаллической структуры, когда в цементном тесте образуются мельчайшие кристаллы, которые затем превращаются в кристаллическую структуру. Процесс кристаллизации определяет механизм твердения цементного камня, и, следовательно, нарастание прочности бетона.

На процесс твердения и физико-механические свойства цементного камня оказывают влияние: минералогический состав применяемого цемента; соотношение между цементом и водой; вводимые добавки; плотность укладки бетонной смеси; тепловлажностный режим выдерживания. Для твердения цементного камня наиболее благоприятна температура от 15 до 25°C, при которой бетон на 28-е сутки достигает **гарантированной прочности** ( $f_{c.cub}^G$ , МПа) (см. прил. 2 К.6 и прил. 4). Отрицательная температура приводит к замерзанию воды в свежееуложенном бетоне. При замерзании вода, превращаясь в лед, увеличивается в объеме  $\approx$  на 9%.

Силы внутреннего напряжения разрушают кристаллические новообразования между отдельными компонентами бетона, которые в дальнейшем при твердении в благоприятных температурных условиях уже не восстанавливаются полностью, что в итоге снижает конечную прочность бетона, а в отдельных случаях приводит к разрушению конструкций.

Вода начинает замерзать с поверхности забетонированной конструкции, поэтому и разрушение последней под воздействием отрицательной температуры начинается с поверхности, особенно с углов и ребер.

Интенсивность замерзания воды зависит от ряда факторов: температуры наружного воздуха и укладываемой смеси, объема пор. Если в больших порах вода начинает превращаться в лед при 0°C, то в капиллярах она замерзает при более низких температурах. В большинстве случаев наибольшую устойчивость к замораживанию проявляют бетоны с большой плотностью.



Прочностные свойства бетонов ухудшаются тем значительнее, чем раньше после укладки произошло их замерзание. Однако бетон может к моменту замерзания набрать определенную прочность, при которой отрицательное влияние замораживания на его свойства будет невелико, а после оттаивания он может достигнуть проектной прочности. В этом случае силы сцепления в бетоне должны быть значительно больше внутренних напряжений в нем.

Прочность бетона, после достижения которой замораживание уже не вносит необратимых нарушений в структуру цементного камня, а замороженный бетон, оказавшись после оттаивания в нормальных условиях для твердения, набирает проектную прочность, называется **критической прочностью**.

Критическая прочность бетона при сжатии еще не определяет готовность материала к полной распалубке и восприятию расчетной или частичной загрузки. Она указывает лишь на то, что при последующем твердении у бетона не обнаружится существенного недобора прочности по сравнению с проектной. Практически распалубку производят после достижения бетоном критической прочности.

Величина нормируемой критической прочности зависит от класса бетона, вида и условий эксплуатации конструкций и составляет: для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой – 50% проектной прочности для С8/10 (В7,5...В10), 40% для С12/15...С20/25 (В12,5...В25) и 30% для С25/30 (В30) и выше; для конструкций с предварительно напрягаемой арматурой – 80% проектной прочности; для конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, – 70% проектной прочности; для конструкций, нагружаемых расчетной нагрузкой, – 100% проектной прочности.

Замерзание воды в бетоне влияет и на другие процессы, снижающие его прочность. Так, ледяная пленка обволакивает арматуру и заполнитель в бетоне, препятствуя тем самым их необходимому сцеплению с цементным тестом и появлению воздушных прослоек на месте контакта после оттаивания.

К производству бетонных работ в зимний период предъявляется ряд требований, основные из которых:

– выбор и технико-экономическое обоснование способа зимнего бетонирования, разработка технологической карты производства работ;

– необходимость подогрева бетонной смеси на стадии приготовления (в зависимости от вяжущего);

– максимальное сохранение начальной тепловой энергии бетонной смеси при ее доставке на объект и в период укладки в конструкцию;

– удаление снега из заопалубленного пространства и наледи с арматурного каркаса;

– увеличение продолжительности уплотнения бетона на 25% при его укладке в конструкцию;

– обеспечение заданных температурно-влажностных и иных условий выдерживания бетона;

– достижение требуемой прочности бетона по морозостойкости до его замораживания.

При бетонировании в зимних условиях необходимо создать и поддерживать такие температурно-влажностные условия, при которых бетон твердеет до приобретения или критической, или заданной прочности в минимальные сроки с наименьшими трудовыми затратами. Для этого применяют специальные способы приготовления, подачи, укладки и выдерживания бетона.

### 3.5.1. Приготовление бетонной смеси

При приготовлении бетонной смеси в зимних условиях ее температуру повышают до 35...45° путем подогрева заполнителей и воды, см. табл. 22.

Т а б л и ц а 22

*Допустимая температура составляющих при загрузке в смеситель и бетонной смеси*

Цемент	Вода, °С	Заполнитель, °С	Бетонная смесь (при выходе из смесителя), °С
1	2	3	4
Шлакопортландцемент марок 200...300	90	60	45

1	2	3	4
Портландцемент марки 300 и пуццолановый портландцемент марки 200	80	50	40
Портландцемент и шлакопортланд-цемент марок 400 и выше, пуццолановый портландцемент марок 300 и выше	60	40	35

Заполнители подогревают до 60°C паровыми регистрами, во вращающихся барабанах, в установках с продувкой дымовых газов через слой заполнителя, горячей водой. Воду подогревают в бойлерах или водогрейных котлах до 90°C. Подогрев цемента запрещается.

При приготовлении подогретой бетонной смеси применяют иной порядок загрузки составляющих в бетоносмеситель. В летних условиях в барабан смесителя, предварительно заполненного водой, все сухие компоненты загружают одновременно. Зимой во избежание «заваривания» цемента в барабан смесителя сначала заливают воду и загружают крупный заполнитель, а затем после нескольких оборотов барабана – песок и цемент. Общую продолжительность перемешивания в зимних условиях увеличивают в 1,2...1,5 раза.

### **3.5.2. Транспортирование бетонной смеси**

Бетонную смесь транспортируют в закрытой утепленной и прогретой перед началом работы таре (бадья кузова автомашин). Автомашин имеют двойное днище, в полость которого поступают отработанные газы мотора, что предотвращает теплопотери. Бетонную смесь следует транспортировать от места приготовления до места укладки по возможности быстрее и без перегрузок. Места погрузки и выгрузки должны быть защищены от ветра, а средства подачи бетонной смеси утеплены.

В процессе транспортировки нагретой бетонной смеси на объект и укладки в конструкцию происходит снижение температуры свежееуложенной смеси.

Начальная температура бетона после укладки в опалубку, уплотнения и укрытия определяется по формуле:

$$t_{б.н.} = t_{см}(1 - \sum t_{mp}) + t_{н.в.} \cdot \sum t_{mp},$$

где  $t_{н.в.}$  – температура наружного воздуха;

$\sum \Delta t$  – суммарное относительное снижение температуры бетонной смеси при всех операциях от выгрузки из смесителя в транспортное средство до окончания укладки, укрытия и утепления неопалубленной поверхности свежеложенного бетона;

$\Delta t$  – относительное снижение температуры бетонной смеси при конкретной операции при разнице между температурой бетонной смеси и наружного воздуха  $1^\circ\text{C}$ .

Относительное снижение температуры смеси в процессе выполнения операции  $\Delta t = \Delta t' \cdot \tau$ , где  $\Delta t'$  – относительное снижение средней температуры бетонной смеси при конкретной операции в течение 1 мин. при разнице температур смеси и наружного воздуха  $1^\circ\text{C}$ ,  $^\circ\text{C}/(^\circ\text{C}\cdot\text{мин})$  по таблицам 23, 24;  $\tau$  – продолжительность операции, мин.

Т а б л и ц а 23

*Значения относительного снижения температуры бетонной смеси при транспортировании  $\Delta t'$*

Способ транспортирования	Марка или конструкция транспортного устройства	Объем перевозимой бетонной смеси, м <sup>3</sup>	$\Delta t'$ , $^\circ\text{C}/(^\circ\text{C}\cdot\text{мин})$
Автосамосвалами	ГАЗ-93	1,4	0,0037
	ЗИЛ-555-ММЗ	2,0	0,003
	МАЗ-503	3,2	0,0025
Автобетоновозом с теплоизоляцией кузова	АБ-32	3,2	0,00022
Автобетоносмесителями	С-1036	2,5	0,0024

При укладке бетонной смеси в конструкцию и ее уплотнении  $\Delta t'$  зависит от толщины конструкции (табл. 24).

Таблица 24

*Значение относительного снижения температуры бетонной смеси при укладке в конструкции*

Толщина конструкции, м	0,06	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\Delta t'$ , °C/(°C·мин)	0,03	0,018	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003

### 3.5.3. Укладка бетонной смеси

Грунт основания перед укладкой бетонной смеси специально подготавливают. Отогрев промороженного основания производят при пучинистом грунтовом основании на глубину не менее 0,5 м при непучинистом или искусственном основании на глубину не менее 0,3 м, если по теплотехническому расчету для приобретения бетоном заданной прочности не требуется отогрев на большую глубину. До отогрева основание должно быть очищено от снега и наледи.

Состояние оснований, на которые укладывают бетонную смесь, а также способ укладки смеси должны исключать возможность деформации оснований из пучинистых грунтов и замерзания бетонной смеси в месте контакта с основанием.

О готовности основания под укладку бетонной смеси составляется акт.

Опалубку и поддерживающие леса очищают от грязи, наледи и снега, проверяют надежность установки стоек, клиньев, креплений и т.д., отсутствие щелей в опалубке, наличие закладных частей, предусмотренных проектом. Работы по установке и закреплению опалубки и поддерживающих ее конструкций оформляют записью в журнале производства работ.

Для обеспечения надежного сцепления свежееуложенной бетонной смеси с арматурой, ее очищают от грязи, отслаивающейся

ржавчины, наледи с помощью пескоструйного аппарата или проводочными щетками. Кроме того, при морозах ниже  $15^{\circ}\text{C}$  арматуру из стержней диаметром более 25 мм и прокатных профилей при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  отогревают до  $5^{\circ}\text{C}$ .

Установленные арматурные конструкции проверяют, контролируя местоположение, диаметр и число арматурных стержней, сеток и каркасов, а также расстояние между ними, наличие перевязок и сварных прихваток в местах пересечения стержней, наличие поддерживающих устройств: фиксаторов, прокладок и подкладок. Проверяют заданную толщину защитного слоя бетона, указываемую в чертежах бетонируемой конструкции, по расстоянию от арматуры до ближайшей поверхности опалубки.

Перед укладкой бетонной смеси двусторонним актом на скрытые работы оформляют работы по сооружению конструктивных элементов, закрываемых последующим производством работ, – гидроизоляцию, армирование, установку закладных деталей и т.д.

Бетонирование следует вести непрерывно и высокими темпами, при этом ранее уложенный слой бетона должен быть перекрыт до того, как в нем температура будет ниже предусмотренной. Для лучшего сохранения тепла толщину укладываемых слоев принимают максимально допустимой по условиям уплотнения. Высоту свободного падения бетонной смеси сокращают до 1–1,5 м.

Бетонную смесь уплотняют обычными способами.

#### ***3.5.4. Методы выдерживания бетонной смеси***

Методы выдерживания бетона в зимних условиях можно разделить на три группы: метод «термоса» – предусматривающий использование для твердения бетона тепла, внесенного в бетонную смесь при ее приготовлении (до  $45^{\circ}\text{C}$ ) и тепла, выделяемого в процессе гидратации цемента (экзотермия цемента); методы бетонирования с искусственным прогревом бетона конструкций; электротермическую обработку (электропрогрев, индукционный нагрев, обогрев бетона с применением греющих проводов, греющие опалубки), прогрев бетона паром, горячим воздухом в тепляках, обогрев инфракрасными лучами); методы, использующие эффект понижения температуры замерзания жидкой компоненты бетона с помощью специальных противоморозных добавок.

Указанные методы можно комбинировать. Выбор того или иного метода зависит от требований минимальных величин трудоемкости, энергоемкости, стоимости и продолжительности работ (табл. 25) с учетом вида конструкции и ее массивности, требуемых характеристик бетона, условий строительства.

Таблица 25

*Наиболее широко применяемые способы зимнего бетонирования*

Способ	Область применения		Ориентировочные дополнительные затраты на 1 м <sup>3</sup> бетона		Дополнительные сведения
	по модулю поверхности конструкции	по температуре наружного воздуха, °С	энергии, тыс. кДж	труда, чел.-ч	
1	2	3	4	5	6
Термос	До 2 До 6	До -20 До -10	237	1,7...2,14	Наиболее простой способ в производстве работ. Необходимость в эффективном утеплителе
Термос с добавками-ускорителями или с противоморозными добавками	До 5 До 8	До -40 До -20	-	1,6...2,2	Необходимость приготовления бетона с противоморозной добавкой. Простота производства работ на строительной площадке
Противоморозные добавки	Без ограничений	До -20 или -25	88	1,8...2,2	Замедленные темпы твердения бетона. Необходимость приготовления бетона с противоморозными добавками. Простота производства работ на строительной площадке

1	2	3	4	5	6
Предварительный электронагрев бетонной смеси	До 4 До 12	До -25 До -5	188	2,2...2,9	Простота производства работ на строительной площадке. Потребность в больших электрических мощностях
Сквозной электропрогрев с применением стержневых электродов	Без ограничений	Без ограничений	175	7,1...8,6	Наиболее распространенный способ
Периферийный электропрогрев с применением полосовых электродов	Без ограничений	Без ограничений	175	4,8...5,9	Простота производства работ на строительной площадке
Обогрев в термоактивной опалубке	Без ограничений	Без ограничений	175	4...4,8	Наибольшая простота производства работ на строительной площадке по сравнению с другими способами электрообработки бетона в конструкции
<i>Примечание:</i> В таблице приведены данные для конструкций с модулем поверхности 4...6, в опалубке с коэффициентом теплопередачи 3,6 Вт/(м <sup>2</sup> ·°С), при температуре наружного воздуха -15...-20°С, приобретаемая бетоном прочность 70% гарантированной.					

### 3.5.4.1. Метод «Термоса»

Технологическая сущность состоит в том, что предварительно нагретая бетонная смесь укладывается в утепленную опалубку. Таким образом бетон конструкции набирает заданную прочность за счет начальной заданной тепловой энергии и экзотермического тепловыделения цемента за время остывания до 0°С.



Наибольшим экзотермическим тепловыделением обладают высокомарочные и быстротвердеющие портландцементы (табл. 26), поэтому при применении метода «термос» рекомендуется применять бетонную смесь на высокоэкзотермичных портландских и быстротвердеющих цементах, укладывать с повышенной начальной температурой и тщательно утеплять.

Метод тем эффективней, чем массивнее бетонируемая конструкция, что характеризуется модулем поверхности конструкции, представляющим отношение суммы площадей охлаждаемых поверхностей бетонируемой конструкции к ее объему:

$$M_n = \frac{\sum F_{охл}}{V},$$

где  $F_{охл}$  – сумма площадей охлаждаемых поверхностей конструкции, м<sup>2</sup>;

$V$  – объем конструкции, м<sup>3</sup>.

Для колонн, балок и других линейных конструкций  $M_n$  определяют отношением периметра к площади поперечного сечения.

При применении метода «термоса» невозможно регулировать процесс остывания выдерживаемой конструкции. Поэтому производят расчет для конкретной конструкции (ее виде, марке и расходе цемента, опалубке, начальной и конечной температурах бетона, температуре наружного воздуха) на время выдерживания, необходимого для приобретения бетоном заданной прочности. Т.о. считают, что суммарное количество тепла в бетоне должно быть равно теплотерям конструкции при ее остывании до 0. Этому условию соответствует формула теплового баланса, предложенная Б.Г. Скрамтаевым:

$$\tau 3,6 M_n (t_{б.ср.} - t_{н.в.}) K = C_b \rho_b (t_{б.н.} - t_{б.к.}) + ЦЭ,$$

где  $\rho_b$  – плотность бетона, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{б.н.}$  – начальная температура бетона после укладки, °С;

$t_{б.к.}$  – температура бетона к концу остывания, °С, в запас прочности для бетонов без противоморозных добавок принимают +5°С;

$Ц$  – расход цемента, кг/м<sup>3</sup>;

$Э$  – тепловыделение цемента за время твердения бетона, кДж/кг, табл. 26;

$K$  – коэффициент теплопередачи опалубки или укрытия неопалубленных поверхностей, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), по табл. 27 или определяют специальным расчетом;

$M_n$  – модуль поверхности конструкции, м<sup>-1</sup>;

$t_{н.в.}$  – температура наружного воздуха, °С;

$t_{б.ср.}$  – средняя температура за время остывания бетона, °С, определяется эмпирической зависимостью

$$t_{б.ср.} = t_{б.н.} / (1,03 + 0,181M_n + 0,006t_{б.н.}).$$

Коэффициент теплопередачи ограждения для метода «термоса» определяется по формуле:

$$K = \frac{C_b \cdot \gamma_b (t_{б.н.} - t_{б.к.}) + ЦЭ}{3,6 \cdot \tau \cdot M_n \cdot (t_{б.ср.} - t_{н.в.})}$$

где  $C_b$  – удельная теплоемкость бетона, принимается равной 1,05 кДж/(кг·°С);

$\gamma_b$  – плотность бетона кг/м<sup>3</sup>;

$Э$  – тепловыделение цемента, кДж/кг, за время твердения, табл. 26;

$Ц$  – расход цемента в бетоне, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau$  – продолжительность остывания бетона, в часах, по табл. 28, или графикам на рис. 12.

Т а б л и ц а 26

Тепловыделение цементов, кДж/кг

Вид и марка	Температура, °С	Продолжительность твердения, сут							
		0,25	0,5	1	2	3	7	14	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Портландцемент марки 400	5	–	–	29	63	109	188	209	251
	10	12	25	50	105	146	209	251	293
	20	42	67	105	167	209	272	314	335
	40	84	134	188	230	272	314	335	–
	60	130	188	230	272	314	335	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Портландцемент марок 500 и 600	5	12	25	42	125	89	188	230	272
	10	25	42	63	105	167	251	293	314
	20	42	84	125	188	251	292	335	377
	40	105	167	209	272	293	356	377	—
	60	188	230	272	314	356	372	—	—
Шлакопортландцемент марки 300	5	—	12	25	42	63	126	167	188
	10	—	25	33	63	105	167	209	230
	20	—	33	62	125	147	209	251	272
	40	42	75	117	167	209	251	272	—
	60	63	105	147	207	230	272	—	—

Таблица 27

*Коэффициенты теплопередачи опалубки и укрытий неопалубленных поверхностей, Вт/(м<sup>2</sup>·°С)*

Конструкция ограждения, толщина материала	Скорость ветра, м/с				
	0	3	5	10	15
Доска, 25 мм	2,44	4,55	5,22	5,61	5,97
Доска, 40 мм	2,01	3,1	3,6	3,78	3,94
Сталь до 6 мм (или водостойкая фанера до 12 мм)+минераловатные плиты 50 мм + фанера толщиной 4 мм(или кровельная сталь)	1	1,18	1,28	1,31	1,33
Толь+опилки сухие, 100 мм	0,74	0,85	0,89	0,9	0,9
Толь+минеральная вата (минераловатные плиты), 50 мм	1,01	1,2	1,3	1,33	1,35

Таблица 28

*Наращение прочности бетона класса C12/15 (B15) на портландцементе марки 400 (% от гарантированной прочности  $f_{с.с.ив}^G$ ) Белгородского завода*

Возраст бетона т, суток	Температура бетона, $t_{б.ср.}$ °С					
	0	5	10	20	30	40
1/2	2	4	6	10	15	25
1	5	9	12	22	41	53
2	10	18	26	40	53	70
3	16	25	35	50	69	85
5	28	38	50	65	81	98
7	37	48	56	75	91	100
14	51	67	72	87	104	—
28	70	84	93	100	—	—

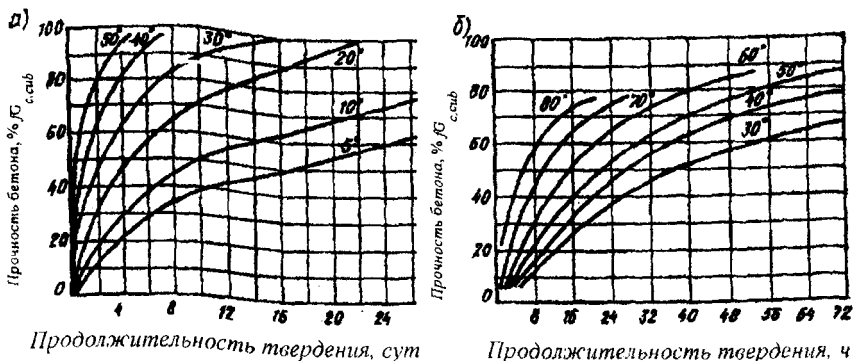


Рис. 12. Кривые набора прочности бетоном классов С12/15...С20/25 (В15...В22,5) на портландцементе марки 400  
 а – при температуре твердения до 50°C; б – то же, до 80°C

Если опалубка состоит из нескольких слоев, то расчетный коэффициент теплопередачи такого ограждения определяют по формуле

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплопередачи у наружной поверхности ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) по табл. 29 или [10];

$\delta_i$  – толщина каждого слоя ограждения, м;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности материала каждого слоя ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимается по табл. 30 или [5].

Таблица 29

Скорость ветра, м/с	0	1	3	5	10	15
$\alpha$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·ч·град)	3,25	6,79	12,9	22,9	28,6	37,2

Величины теплофизических характеристик строительных  
и теплоизоляционных материалов

Материал	Объемная масса в сухом состоянии	Коэффициент теплопроводности в сух. состоянии, Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	Расчетная величина коэф. теплопроводности, $\lambda_0$ , Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость в сухом состоянии, С, кДж/
1	2	3	4	5
Вата минеральная ( $W_6=5\%$ )	100	0,04	0,049	0,76
То же	150	0,049	0,055	0,76
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом связующем ( $W_6=5\%$ )	175	0,51	0,06	0,76
Хвойные породы (поперек волокон) ( $W_6=20\%$ )	50	0,093	0,17	2,52
Лиственные породы (поперек волокон)	700	0,104	0,23	2,52
Фанера клееная ( $W_6=13\%$ )	600	0,116	0,17	2,52
Пенопласт плиточный ( $W_6=5\%$ )	200	0,058	0,06	1,34
Сталь	7600	52	—	—

Коэффициенты теплопередачи опалубок и укрытий неопалубленной поверхности бетона различной конструкции в приложении 1, табл. 1.4.

### *3.5.4.2. Метод выдерживания бетона с применением противоморозных добавок*

Бетон, затворенный водными растворами некоторых химических веществ, твердеет при отрицательной температуре. Эти химические вещества, понижающие температуру замерзания жидкой компоненты бетонной смеси и т.о. увеличивающие время, в течение которого бетон может набрать прочность, называют противоморозными добавками.

Противоморозные добавки по-разному влияют на свойства бетонной смеси и бетона. Например,  $\text{CaCl}_2$  хлорид кальция (ХК) в бетоне быстро связывается, в связи с чем бетонная смесь густеет и схватывается, концентрация  $\text{CaCl}_2$  в жидкой фазе снижается, что может привести к замерзанию бетона. Поэтому  $\text{CaCl}_2$  в качестве самостоятельной добавки не применяют.

Бетон с  $\text{NaCl}$  хлорид натрия (ХН) медленно набирает прочность в раннем возрасте, а при низких температурах требуется вводить большое количество этой противоморозной добавки (при температуре твердения  $-20^\circ\text{C}$  необходимо 15%  $\text{NaCl}$  от массы цемента).

Поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$  карбонат калия (П) – является высокоэффективной противоморозной добавкой, однако при больших добавках поташа прочность бетона снижается вследствие разрушения гидросиликатов кальция.

Нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$  (НН) – слабая противоморозная добавка. Ее вводят в бетонную смесь  $\leq 10\%$  массы цемента, что обеспечивает твердение бетона до  $-15^\circ\text{C}$ .

Рекомендуемые количества противоморозных добавок в табл. 31.

Составы бетонных смесей, твердеющих при отрицательных температурах, подбирают одним из общепринятых способов, при этом удобоукладываемость и жесткость смеси назначают, как и для обычного бетона, а класс бетона – на основе ориентировочных величин прочности бетонов с противоморозными добавками, табл. 31.

*Требуемое содержание противоморозных добавок в зависимости  
от расчетной температуры твердения  
и интенсивность твердения бетонов*

Добавки	Расчетная температура твердения бетона, °С	Количество безводной добавки, % по массе цемента	Прочность бетона, % от проектной, при твердении на морозе			
			7 сут	14 сут	28 сут	90 сут
Нитрит натрия NH (NaNO <sub>2</sub> )	-5	4...6	30	50	70	90
	-10	6...8	20	35	55	70
	-15	8...10	10	25	35	50
Хлористые соли хлористый кальций ХК+хлористый натрий ХН (CaCl <sub>2</sub> + NaCl)	0...-5	(0+3)...(2+3)	35	65	80	100
	-6...-10	(3,5+3,5)...(2,5+4)	25	35	45	70
	-11...-15	(4,5+3)...(5+3,5)	15	25	35	50
	-16...-20	(6+2,5)...(7+3)	10	15	20	40
Поташ П (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	0...-5	5...6	50	65	75	100
	-6...-10	7...8	30	50	70	90
	-11...-15	8...10	25	40	65	80
	-16...-20	10...12	25	40	55	70
	-21...-25	12...15	20	30	50	60

В случае применения для бетонных смесей холодных материалов количество добавок для конкретной расчетной температуры назначается  $V/C \leq 0,5$  меньшим, при  $V/C > 0,5$  – большим из указанных в табл. 31.

При использовании быстротвердеющих портландцементов приведенные величины (% прочности от проектной) умножают на коэффициент 1,2, а смешанных (шлаковых или пуццолановых) – на 0,8. При использовании жидкого нитрита натрия, а также при сочетании противоморозных добавок с поверхностно-активными, приведенные величины прочности умножают на коэффициент 0,8.

Бетоны с противоморозными добавками допускается применять при условии обеспечения набора ими критической прочности до замерзания не менее 5 Мпа, а с добавками хлористых солей не ниже 20% от проектной.

Критическую прочность для бетонов с добавками поташа или нитрита натрия принимают, как для бетонов без добавок.

Бетоны с противоморозными добавками запрещено применять в конструкциях, подверженных динамическим нагрузкам; в предварительно напряженных конструкциях; в частях конструкций, расположенных в зоне переменного уровня воды; в железобетонных конструкциях, находящихся в непосредственной близости от источников тока высокого напряжения (в пределах до 100 м); при возведении монолитных дымовых и вентиляционных труб и др.

Бетоны с добавками хлористых солей можно применять в неармированных конструкциях и в конструкциях, армированных конструктивной арматурой.

Добавки вводят в бетонную смесь в виде водных растворов рабочей концентрации, которые получают смешиванием концентрированных растворов добавок с водой затворения и подают в бетоносмеситель через дозатор воды.

Укладывают и уплотняют бетоны с противоморозными добавками так же, как и обычные бетоны.

При приготовлении бетонной смеси с хлористыми солями (ХН+ХК) или поташом следует исключить наличия наледи и смерзшихся комьев в щебне или гравии, а песок должен быть оттаявшим. В этом случае бетонную смесь с добавками ХН+ХК рекомендуется применять с температурой  $3...5^{\circ}\text{C}$  и при отрицательной температуре, но не ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Бетонную смесь с добавкой НН рекомендуется применять с температурой  $10...15^{\circ}\text{C}$ .

При условии снижения температуры бетона после его укладки ниже расчетной для установленной концентрации противоморозных добавок, уложенный бетон утепляют или искусственно обогревают до достижения требуемой прочности.

#### **4.1. Составление калькуляции затрат труда и заработной платы и построение графика производства работ**

Калькуляция труда и заработной платы составляется с учетом всех видов работ: разработка грунта, его перемещения, укладки, уплотнения, обратной засыпки, рыхания мерзлого грунта или



срезки растительного слоя, зачистки дна котлована, установки и разборки опалубки, установки арматуры, укладки бетонной смеси, уплотнение и выдерживание бетона и т.д.

Объемы работ подсчитывают по основе задания, схем и приводят в табличной форме. Единицы измерения объемов работ должны соответствовать принятым в ЕНиР [4,5,13].

Калькуляция выполняется в форме табл. 32 либо в соответствии с [12].

Таблица 32

№№ п/п	Наименование работ	Обоснование	Ед. измерения	Объем работ	Затраты труда		Затраты труда		Зарплата, руб.		Состав звена	Применяемые механизмы
					на ед. измер., чел-час	на весь объем, чел-см	на ед. измер., маш-час	на весь объем, маш-см	на ед. измер.	на весь объем		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Составление калькуляции производится в следующей последовательности:

1. В графу 2 (табл. 32), желательнo в технологическом порядке выполнения работ, вносят все необходимые для принятого объекта нормируемые процессы.

2. По оглавлению ЕНиР [4,13] устанавливают соответствующий процессу параграф (графа 3).

3. При механизированных работах определяют и фиксируются в графе 13 принятые машина и механизм.

4. Для земляных работ по ЕНиР [4 стр. 6-14] определяется группа грунта.

5. По установленному параграфу ЕНиР уточняется наименование работ (графа 2), единица измерения объема работ (графа 4), норма времени  $H_{вр}$  и расценка  $P$  (графы 6,8,10); состав звена (графа 12).

6. В единицах измерения проставляется объем работ  $V$  (графа 5).

7. Затраты труда на весь объем работ соответствующего процесса  $T$  (графы 7,9) и зарплата (графа 11) определяются:

$$T = \frac{N_{вр} \cdot V}{t_{см}}, \text{ чел-см,}$$

где  $t_{см}$  – продолжительность смены в часах, при 5-ти дневной рабочей неделе принимается 8 час.

$$З = Расц \cdot V \text{ руб.}$$

8. По графам 7,9,11 определяются общие затраты.

При выполнении работ в зимнее время к  $N_{вр}$  необходимо применять соответствующий коэффициент [5].

На основании калькуляции трудовых затрат и заработной платы, а также технологии ведения работ составляется календарный график производства работ в форме табл. 33.

Т а б л и ц а 33

№ № п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Трудоёмкость на весь объем работ, чел-ч (чел-дн)	Состав звена	К-во смен	Продолжительность работ в днях	Рабочие дни				
								1	2	3	4	и т.д.
1	2	3	4	5	6	7	8	9				

Графы 1-6 заполняются на основании калькуляции трудовых затрат (табл. 32).

Нормативную продолжительность определяем по формуле

$$П = \frac{T}{N_p \cdot n_{зв} \cdot K}, \text{ дни,}$$

где  $T$  – затраты труда на выполнение процесса, чел-см;

$N_p$  – кол-во рабочих в звене, чел;

$n_{зв}$  – принятое количество звеньев;

$K$  – принятое количество смен в день.

Количество звеньев на выполнение вспомогательных процессов принимается из условия, чтобы их продолжительность не превышала времени выполнения основного технологического процесса.

Продолжительность выполнения процесса приводим к числу кратному 1 смене.

Для основного и вспомогательного процессов, если они жестко технологически связаны, принимается одинаковое количество смен. Если вспомогательный процесс занимает менее 0,5 продолжительности основного процесса, то его целесообразно выполнять в одну смену, независимо от количества смен основного процесса.

## **4.2. Потребность в машинах, оборудовании, приспособлениях**

Технические характеристики машин и ведомости составляются на основании справочных данных и расчетов, обоснованных в соответствующих разделах проекта. Определяется общая потребность в машинах, механизмах, оборудовании, механизированном инструменте, инвентаре и приспособлениях для выполнения комплексного процесса производства земляных работ и устройству фундаментов.

При использовании новых видов приспособлений, в проекте необходимо дать их чертежи с описанием устройства. Все используемые при выполнении работ машины, устройства, приспособления и т.п. даются в табличной форме (см. Прил. 1, табл. 1.3) или [12].

## **4.3. Основные технико-экономические показатели технологической карты**

1. Продолжительность производства работ принимается по календарному графику производства работ в днях или сменах.

2. Трудоемкость единицы объема работ, чел-см/м<sup>3</sup> определяют делением всей трудоемкости данного вида работ (земляных, железобетонных) на общий объем этого вида работ (земляных, железобетонных) соответственно.

3. Выработка на одну чел-см величина обратная трудоемкости, м<sup>3</sup>/чел-см.

Сравнение вариантов производства технологических процессов см. [20].

#### 4.4. Техника безопасности при ведении земляных и бетонных работ

При производстве земляных, бетонных и железобетонных работ, а также при их проектировании необходимо руководствоваться основными нормами и правилами техники безопасности, изложенными в СНиП [2], стандартами системы стандартов безопасности труда в строительстве [12, п. 5.8].

В курсовом проекте необходимо разработать конкретные мероприятия и решения по безопасному выполнению каждого отдельного вида работы, и на всей строительной площадке в целом, а также специально по работам, выполняемым в зимних условиях.

Должны быть предусмотрены и указаны технологическая последовательность безопасного выполнения операций для всех рабочих мест, в том числе:

- решение по охране труда и технике безопасности;
- схемы безопасной организации рабочих мест с указанием ограждений опасных зон, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования;
- применяемые средства индивидуальной защиты работающих и указания по их использованию;
- правила безопасного выполнения сварочных работ и работ, связанных с использованием открытого пламени.

Состав и содержание решений по технике безопасности должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации [2, 14].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нормоконтроль курсовых и дипломных проектов. Справочно-методическое пособие для студентов строительных специальностей. –Мн.: Ротапринт БГПА, 1995. –162 с.
2. СНиП III-4-80\*. Техника безопасности в строительстве. –М., Стройиздат, 1981. –255 с.
3. СНБ 5.01.01.99 П16-03. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ.

4. ЕНиР. Сборник 2, выпуск 1. Земляные работы.
5. ЕНиР. Общая часть.
6. Бондарик, В.А., Овчинников, Э.В. Производство земляных работ. –Мн.: Высш. школа, 1979. –128 с.
7. Неклюдов, М.К. Механизация уплотнения грунтов. –М.: Стройиздат, 1985. –168 с.
8. Беляков, Ю.И., Левинзон А.Л., Резуник А.В. Земляные работы. – М.: Стройиздат, 1983. –176 с.
9. СН 536-81. Инструкция по устройству обратных засыпок грунта в стесненных условиях. – М.: Стройиздат, 1982. –32 с.
10. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. –М.: Стройиздат, 1982. –213 с.
11. СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции».
12. РДС 1.03.02-2003. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт.
13. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций.
14. СНиП 3.03.01-87. Правила производства и приемки работ. Несущие и ограждающие конструкции. –М.: Стройиздат, 1987.
15. Альбом схем операционного контроля качества выполнения строительно-монтажных работ. Рига, Министерство строительства Латвии, 1988.
16. Рейш, А.К. Основы технологии выполнения земляных работ одноковшовыми экскаваторами. – Мн.: Вышэйшая школа, 1985. –159 с.
17. Евдокимова, В.А. Технология строительного производства в зимних условиях. М.: Стройиздат, 1984. –264 с.
18. Теличесенко, В.И. Технология возведения зданий и сооружений. –М.: Высшая школа, 2001. –320 с.
19. Под редакц. Данилова Н.Н. Технология строительных процессов. –М.: Высшая школа, 2000. –463 с.
20. Методические указания по разработке экономической части дипломных проектов студентов специальности Т.19.01.00 «Промышленное и гражданское строительство» П.П. Иванова. Минск, 2004, БНТУ, каф. «Экономика строительства».

## ПРИЛОЖЕНИЕ

*Приложение 1.1*

СТП БНТУ 3.01-2003

Образец оформления  
титульного листа курсового проекта

**Белорусский национальный технический университет**

**Кафедра «Технология строительного производства»**

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине  
«Технология строительного производства»

Тема: «Производство земляных работ  
и устройство фундаментов»

Исполнитель \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Руководитель \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Минск 200\_\_

Таблица 1.2

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины			
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Таблица 1.3

*Машины, механизмы, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления*

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Количество	Техническая характеристика	Назначение

Таблица 1.5




*Слагаемые стоимости машино-смены одноковшовых экскаваторов*

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Слагаемые стоимости машино-смены, руб.		
	C <sub>г</sub>	C <sub>см</sub>	Σ ед.
0,15	8,9	14,9	13,1
0,25	9,45	19,0	13,1
0,4	9,7	20,2	13,1
0,5	13,4	21,0	25,9
0,65	10,2	31,2	25,9
1,0	11,8	37,8	42,7

Таблица 1.4

№ п/п	Конструкция опалубки	Материал опалубки	Толщина слоя, мм	Коэффициент $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С), при скорости ветра, м/с			
				0	5	15	
				5	6	7	
I		3	4	5	6	7	
II		Доска	25	2,44	5,2	6,0	
III		– “ –	40	2,03	3,6	3,94	
III		– “ –	25	1,8	3	3,25	
		Толь	–				
		Доска	25	0,67	0,8	0,82	
		– “ –	25				
IV			Пенопласт	30			
			Фанера	4			
V			Доска	25	0,87	1,07	1,1
	Толь		–				
	Вата минеральная		50				
	Фанера		4				
VI		Металл	3	1,02	1,27	1,33	
		Вата минеральная	50				
		Фанера	4				
VII		– “ –	10	2,44	5,1	5,8	
		Асбест	4				
		Фанера	10				



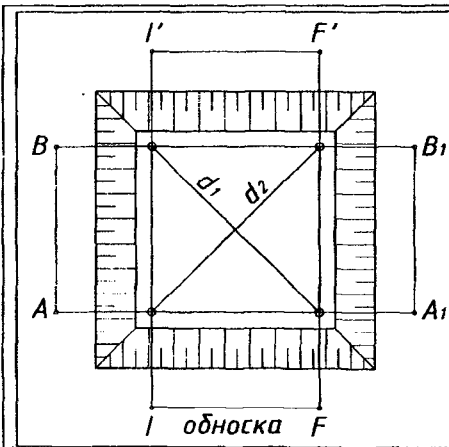
1	2	3	4	5	6	7
VIII		Толь	—	0,74	0,89	0,9
		Опилки	100			
IX		Толь	—	1,01	1,31	1,37
		Вата минеральная	50			
X		Толь	—	1,27	1,77	1,87
		Шлак	150			

## Приложение 2

К.1

## ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

## Геодезическая разбивка котлованов



Допустимые средние квадратические ошибки геодезических измерений при устройстве котлованов по СНиП :

Линейные измерения	1/100
Угловые измерения, 0 угл.с	0
Высотные измерения (отметки)	45 10 мм

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Скрытые работы (+ составляются схемы)
Мастер или прораб	Подготовительные работы	Правильность установки и выполнения проверок теодолита	Визуально	До производства разбивочных работ	Геодезист	+
		Закрепление вынесенных осей на местности временными или постоянными знаками	Визуально, линейными измерениями стальной рулеткой	В период разбивки котлована		
	Разбивка котлована	Проверка разбивки контура котлована и закрепление знаками границы	Визуально, линейными измерениями стальной рулеткой			
		Правильность устройства обноски	Визуально, нивелиром			
		Правильность вынесения главных и вспомогательных осей здания или сооружения на обноску	Визуально, теодолитом, линейными измерениями стальной рулеткой			

До начала производства работ по устройству котлованов на строительной площадке выполняют следующие геодезические работы:

построение и закрепление в натуре пленовой и высотной разбивочной основы. Пленовую разбивочную основу создают в виде: строительной

сетки (с размерами сторон от 50 до 400 м в зависимости от плотности застройки территории), продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности основных зданий и сооружений и их габариты;

красных линий (или других линий регулирования застройки); триангуляции или трилатерации; полигонометрии или теодолитных ходов.

Точность построения геодезической разбивочной основы должна соответствовать требованиям СНиП.

Реперы закрепляются вне зоны земляных работ или на существующих строениях.

При устройстве котлованов выполняется следующий комплекс геодезических работ:

1. Проверка геодезических данных на рабочих чертежах проекта;
2. Разбивка и закрепление в натуре контуров котлована;
3. Нивелирование дневной поверхности в пределах контура котлована;
4. Передача разбивочных осей и отметок на дно котлована;
5. Плановая и высотная исполнительные съемки открытого котлована.

До начала разбивки котлована по проектному чертежу составляется подробная схема с данными привязки котлована к разбивочной основе.

Рабочие чертежи определяют контур котлована по габариту нижнего образа фундамента, то есть дают привязку в плане низа откосов котлована.

Разбивка на местности контура котлованной ведется от осей здания, нанесенных на обноске способом промеров. Обноска устанавливается на высоте 0,4-0,6 м от земли параллельно основным осям, образующим внешний контур здания, на расстоянии, обеспечивающим неизменность ее положения в процессе строительства. На обноску, при помощи теодолита, с закрепленных на местности осевых знаков, переносят оси здания или сооружения.

Разбитый контур котлована закрепляют кольями, между которыми натягивают шнур для указания границы вскрытия котлована.

Все колья или штыри, закрепляющие контурные углы, должны быть отнивелированы. На исполнительном чертеже, передаваемом строителям, дается схема закрепления осей с расстояниями в натуре между ними и абсолютными отметками знаков.

По мере углубления котлована проверяется глубина его визирками от нулевого горизонта. Визирка устанавливается на обноске.

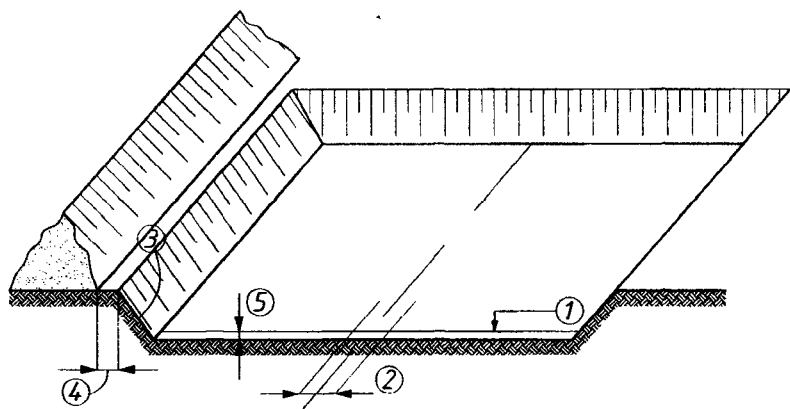
Если выемка грунта производится экскаватором, то геодезический контроль осуществляется имвоактом, обеспечивая недобор грунта на 10-20 см. Оставшийся слой выбирается планировочными машинами или вручную

После зачистки откосов и дна котлована производится исполнительная съёмка как в плане, так и по высоте.

## Приложение 2

К.2

### РАЗРАБОТКА КОТЛОВАНОВ ЭКСКАВАТОРАМИ



Приемка котлованов должна состоять в проверке соответствия проекту их расположения, размеров, отметок, качества грунтов основания.

1. Отклонение отметок дна котлована от проектных допускается после доработки на более чем  $\pm 5$  см.

2. Отклонение отметок бровки или оси земляного сооружения допускается  $\pm 0,05$  м.

3. Наибольшая крутизна откосов котлованов, устраиваемых без крепления, определяется по таблице СНиПа.

4. Временные отвалы грунта, вынутого из котлована и предназначенного для обратной засыпки и других нужд, не должны создавать затруднений при выполнении строительно-монтажных работ.

5. Допускаемые недоборы грунта в основании в см при работе одноковшовыми экскаваторами приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а

Рабочее оборудование экскаватора	Емкость ковша экскаватора в м <sup>3</sup>				
	0,25-0,4	0,5-0,05	0,8-1,25	1,5-2,5	3-5
Лопата: прямая	5	10	10	15	20
обратная	10	15	20	—	—
Драглайн	15	20	25	30	30

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Скрытые работы (+)
Мастер или прораб	Подготовительные работы	Правильность выноса осей и контура котлована	Нивелиром	До механической разработки грунта	Геодезист	
		Вертикальные отметки поверхности и реперные знаки	Геодезические приборы, ст. метр			
		Мероприятия по отводу поверхностных и грунтовых вод	Визуально			
Мастер или прораб	Механизованная разработка грунта	Вертикальные отметки дна котлована с учетом недобора	Нивелир	После механической разработки грунта	Геодезист	
		Размеры котлована в плане по низу и по верху	Визуально стальным метром			

1	2	3	4	5	6	7
		Состояние откосов, крутизна откосов	Визуально шаблоном	В процессе разработки грунта		
		Отклонение оси земляного сооружения	Нивелир			
	Зачистка дна котлована	Наличие недобора (перебора) грунта	Стальной метр	В процессе зачистки дна котлована	Геодезист	
		Вертикальные отметки дна котлована. Составление исполнительной схемы	Нивелир			
		Горизонтальность дна котлована, соответствие грунта проекту	Визуально			
		Состояние дна котлована, соответствие грунта проекту	Лабораторными приборами			

Земляные работы должны производиться после разбивки осей сооружений, определения границ разработки котлована и уточнения трасс на данном участке подводимых коммуникаций.

Ширина котлованов по дну ленточных и отдельно стоящих фундаментов должна назначаться с учетом ширины конструкций, гидроизоляции, опалубки и крепления с добавлением 0,2 м с каждой стороны.

При необходимости спуска людей в котлован наименьшая ширина между боковой поверхностью конструкций и креплением должна составлять не менее 0,6 м. Для котлованов с откосами расстояние между подошвой откоса и сооружением сокращается до 0,3 м.

В скальных грунтах, расположенных выше уровня грунтовых вод, рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками без крепления может выполняться: в песчаных и крупнообломочных грунтах на глубину 1 м; в супесях – 1,25 м; в суглинках и глинах, кроме очень прочных – 1,5 м; в очень прочных суглинках и глинах 2 м.

Необходимость крепления вертикальных стенок котлованов или разработка их с откосами обосновывается проектом. При сильном

притоке грунтовых вод необходимо предусматривать искусственное водопонижение или открытый водоотлив, а при илистых плавучих грунтах или при возможном выносе частиц грунта следует применять грунтовое крепление.

Наибольшую крутизну откосов котлованов, устраиваемых без креплений в однородных материковых связанных грунтах естественной влажности следует принимать в соответствии с табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Грунты	Глубина выемки в м		
	1,5	3,0	5,0
	Отношение высоты откоса к его заложению		
Насыпные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравелистые (влажные)	1:0,5	1:1	1:1
Глинистые : супесь суглинок глина	1:0,25	1:0,07	1:0,85
	1:0	1:0,5	1:0,25
	1:0	1:0,25	1:0,5
Лесовой сухой	1:0	1:0,5	1:0,5
песчаные и супесчаные	1:0,25	1:0,57	1:0,75
Суглинистые	1:0,2	1:0,5	1:0,65

Основания котлованов, подлежащих уплотнению, должны разрабатываться с недобором, величина которого устанавливается в проекте и при необходимости уточняется по результатам опытного уплотнения. Разработку недоборов грунта, как правило, необходимо производить механизированным способом. При зачистке недоборов дна котлованов экскаваторами со специальными зачистными ковшами, оставшийся недобор до проектной отметки не должен превышать 5-7 см, который в местах установки фундаментов дорабатывается вручную.

В котлованах под особо ответственные сооружения места переборов должны заполняться бетоном.

При разработке котлована и обнаружении на дне его грунта, не соответствующего проекту, необходимо вызвать представителей проектной организации.

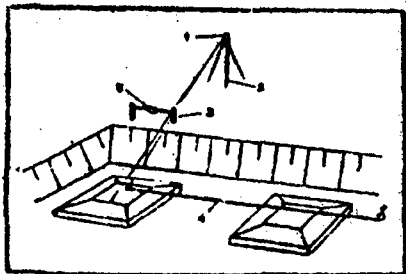
Работы в зимних условиях выполнять по специальному ППР с обоснованием технико-экономического режима. Грунт оснований котлованов и траншей, разработанных в зимних условиях, предохраняет от промерзаний путем недобора или укрытия утеплителем. Зачистку оснований следует производить непосредственно перед возведением фундаментов или укладкой трубопроводов.

Приложение 2

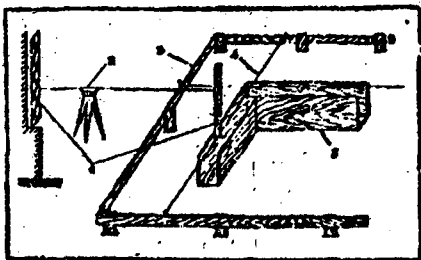
К.3

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВКИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ СБОРНЫХ И МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

СБОРНЫХ ФУНДАМЕНТОВ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ



- 1 теодолит
- 2 геодезический знак
- 3 обноска
- 4 рулетка
- 5 риска осей



- 1 рейка
- 2 нивелир
- 3 обноска
- 4 проволоки, фиксирующие оси
- 5 опалубка



При производстве разбивочных работ по устройству фундаментов должны соблюдаться нормы точности СНиП 3.01.03.04.						
		Линейные измерения	1/5000			
		Угловые измерения, угл. с.	20			
		Высотные измерения	3 мм			
Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля		Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке
Мастер или прораб	Подготовительные работы	Положение строительных реперов и особых знаков, а также осевых знаков на обноске	Визуально, линейными измерениями стальной рулеткой	До разбивки осей фундаментов	До разбивки осей фундаментов	Скрытые работы (+ составляется акт)
		Отметка дна котлована	Нивелир			
Мастер или прораб	Разбивка осей фундаментов (сборных и монолитных)	Закрепление на дне котлована осей сборных фундаментов, положения углов здания, соответствие расстояния между осями проекту	Теодолит, стальная рулетка	В период разбивки	Геодезист	Исполнительная схема после устройства фундаментов
		Закрепление на дне котлована осей монолитных фундаментов, соответствие проекту установочных осей опалубки монолитных фундаментов	Визуально, теодолитом, линейными измерениями стальной рулеткой			

Для детального построения разбивочных осей при возведении фундаментов необходимы: план построения основных пролетных и межсекционных осей здания или сооружения, план фундаментов здания или сооружения, план фундаментов под техническое оборудование.

Перед началом детальной разбивки осей при возведении фундаментов должен выполняться контроль положения строительных реперов и осевых разбивочных знаков путем повторных измерений, а также осевых знаков на обноске.

Детальная разбивка мест положения фундаментов на дне котлована при небольшой глубине его производится с помощью нитяных отвесов, подвешенных на стальной проволоке и фиксирующих положение разбивочных осей в пространстве.

При большой длине здания или сооружения (более 50 м) детальная разбивка осей под фундаменты производится от осевых знаков или с обноски методом непосредственного створа с помощью теодолита и металлической рулетки.

Для возведения монолитных бетонных и железобетонных фундаментов устраивается опалубка, которая должна быть точно установлена как в плане, так и по высоте, на которую выносятся разбивочные оси. На стенки опалубки выносят проектные отметки верхней опорной плоскости фундамента с помощью нивелира от строительных реперов.

После завершения строительно-монтажных работ по устройству фундаментов разбивочные оси переносят на опорную поверхность и закрепляют путем керн на закладных пластинах или отметкой по бетону.

Составляется исполнительная схема фундаментов, как в плане так и по высоте.

## УСТРОЙСТВО ОПАЛУБКИ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО РОСТВЕРКА

1. Смещение нижней грани опалубки от продольной оси  $\pm 15$  мм.

2. Смещение нижней грани опалубки от поперечной оси  $\pm 15$  мм.

3. Отклонение от вертикали или от проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечения  $\pm 5$  мм.

4. Отклонение от горизонтали  $\pm 5$  мм.

5. Отметка верха опалубки должна быть на 50-70 мм выше отметки верха ростверка.

6. Местные неровности плоскостей соприкосновения опалубки с бетоном (при проверке 2-х метровой рейкой) –  $\pm 3$  мм.

7. Отклонения во внутренних размерах поперечных сечений коробок опалубки и в расстояниях между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров  $\pm 15$  мм.

Формующие металлические поверхности опалубки должны быть смазаны антиадгезионной смазкой.

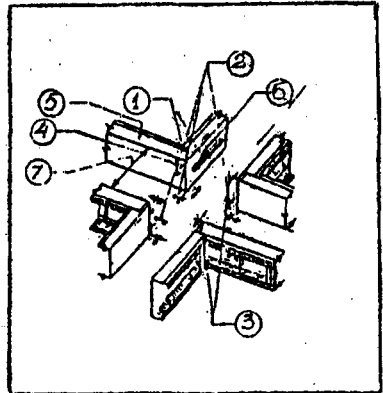
Смонтированная и подготовленная к бетонированию опалубка должна быть принята по акту.

Для устройства опалубки должны применяться блоки инвентарной опалубки заводского изготовления.

Типы опалубок должны применяться в соответствии с ГОСТ 23478-79.

Нагрузки на опалубку должны быть в соответствии с требованиями СНиП.

Древесные, металлические, пластмассовые и другие материалы для опалубки должны отвечать требованиям ГОСТ 23478-79.



Деревянные клееные конструкции по ГОСТ 20850-84 или ТУ на изготовление.

Фанера ламинированная – согласно ТУ 18-649-82.

Заводом-изготовителем опалубки должна производиться контрольная сборка фрагмента на заводе.

Схема фрагмента определяется заказчиком по согласованию с заводом-изготовителем. Прочностные и деформативные испытания элементов опалубки и собранных фрагментов проводятся при изготовлении первых комплектов опалубки, а также замене материалов и профилей. Программу испытаний разрабатывает организация-разработчик опалубки, завод-изготовитель и заказчик.

Установка и приемка опалубки, распалубливание монолитных конструкций, очистка и смазка производятся по проекту производства работ.

Снятие опалубки должно производиться после предварительного отрыва от бето-на, при достижении бетоном минимальной прочности 2-3 кгс/см<sup>2</sup> с учетом отсутствия дополнительных нагрузок.

Т а б л и ц а

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Скрытые работы (+ составляется акт)
1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Подготовительные работы	Правильность хранения элементов опалубки	Визуально	До установки опалубки	Геодезист	
		Соответствие проекту и качество элементов опалубки и креплений				
		Состояние основания				

1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Установка опалубки	Установка опалубки по разбивочным осям, соблюдение верхней отметки, горизонтальность и вертикальность опалубки	Измерительный	В ходе установки опалубки	Геодезист	
		Качество крепления опалубки	Визуально			
		Качество поверхностей соприкосновения с бетоном, очистка от мусора, грязи, ровность поверхностей		Измерительный		
		Соответствие положения опалубки разбивочным осям	После установки опалубки			
Точность установки закладных деталей и их закрепление						

Приложение 2

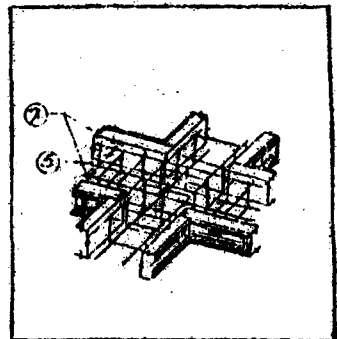
К.5

## АРМИРОВАНИЕ РОСТВЕРКА

1. Арматурная сталь и закладные элементы должны соответствовать проекту и требованиям соответствующих стандартов.

2. Замена предусмотренной проектом арматурной стали должна быть согласована с заказчиком и проектной организацией.

3. Транспортирование и хранение арматурной стали по ГОСТ.



4. Изготовление арматурных изделий следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП.
5. Отклонение в расстоянии между рядами арматуры от проектного не должно превышать  $\pm 20$  мм (табл. 8).
6. Стыковые и крестообразные сварные соединения должны выполняться по проекту в соответствии с ГОСТ.
7. При монтаже сеток и каркасов арматуры должна быть обеспечена фиксация защитного слоя бетона согласно проекта.
8. Отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона не должно превышать  $+15$  мм;  $-5$  мм.
9. Бессварочные соединения стержней следует производить:
  - стыковые – внахлестку или обжимными гильзами и винтовыми муфтами с обеспечением равнопрочности стыка;
  - крестообразные – дуговыми прихватками или вязкой отоженной проволокой.
10. Установка арматуры допускается только после проверки и приемки опалубки. При длительном перерыве между приемкой опалубки и установкой арматуры (более месяца), опалубка должна быть принята повторно и обнаруженные дефекты исправлены.
11. Установленная арматура должна быть предохранена от повреждений и смещений в процессе производства работ.

Т а б л и ц а

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Какие работы относятся к скрытым (+ Акт на скрытые работы)
1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Приемка арматуры	Соответствие арматурных каркасов и сеток проекту и паспорту Выборочно диаметр и расстояние между рабочими стержнями и хомутами в сетках и каркасах	Измеритель, визуально	До установки арматуры		

1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Приемка арматуры	Качество выполнения мест крепления арматуры в каркасах и сетке	Измеритель визуально	До установки арматуры		
	Обеспечение защитного слоя	После монтажа арматуры				
	Правильность закрепления стыков каркасов, сеток (сварка, плавка)			Заказчик		
	Приемка смонтированной арматуры					

Приложение 2

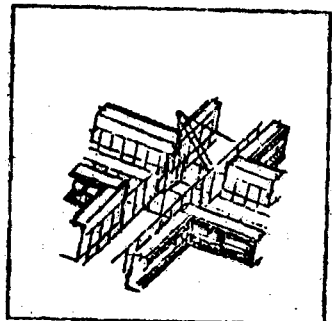
К.6

## БЕТОНИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО РОСТВЕРКА

### Входной контроль.

Класс (марка) бетона по прочности на сжатие должна соответствовать указанной в рабочих чертежах.

Бетон должен соответствовать требованиям ГОСТ.



Транспортирование и подача бетонных смесей должны осуществляться специализированными средствами, обеспечивающими сохранение заданных свойств бетонной смеси. Запрещается добавлять воду на место укладки бетонной смеси для компенсации ее подвижности.

Состав бетонной смеси, приготовление, правила приемки, методы контроля и транспортирование по ГОСТ 7478-85.

### **Производство работ.**

Бетонные смеси должны укладываться горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях.

Укладка следующего слоя бетонной смеси допускается до начала схватывания бетона предыдущего слоя.

Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва устанавливается строительной лабораторией.

Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть на 50-70 мм ниже верха щитов опалубки.

При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и элементы крепления опалубки.

Глубина погружения глубинного вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5-10 см.

Толщина укладываемых слоев бетона не должна быть более 1,25 длины рабочей части глубинного вибратора.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку не более 3,0 м.

Т а б л и ц а

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Какие работы относятся к скрытым
1	2	3	4	5	6	7



1	2	3	4	5	6	7	
Мастер или прораб	Подготовительные работы	Качество выполнения опалубки	Визуально	До бетонирования	Лаборатория		
		Состояние арматуры и закладных частей					+
		Качество основания (очистка от мусора, грязи, наледи, снега)					
	Укладка бетонной смеси	Количество бетонной смеси (подвижность, гарантированная прочность)	Визуально, измерительно	В процессе укладки бетонной смеси			
		Правильность укладки бетонной смеси, в том числе отметка верха роста	Визуально				
		Качество уплотнения (вибрирования)					
		Температура бетонной смеси и наружного воздуха (зимой)	Визуально, измерительно	В процессе твердения бетона			
Уход за бетоном при твердении	Соблюдение влажностного и температурного режима						

Продолжительность вибрирования должна обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси. Бетонирование сопровождается записями в «Журнале бетонных работ».

В начальный период твердения, бетон необходимо защищать от попадания атмосферных осадков или высушивания и в последующем поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.

Оптимальный режим выдерживания бетона: температура  $+18^{\circ}\text{C}$ , влажность 96%.

Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их проведения, контроль за выполнением этих мероприятий и сроки распалубки ростверка должны устанавливаться проектом производства работ.

При производстве работ при отрицательных температурах должны выполняться требования СНиП 3.03.01-87.

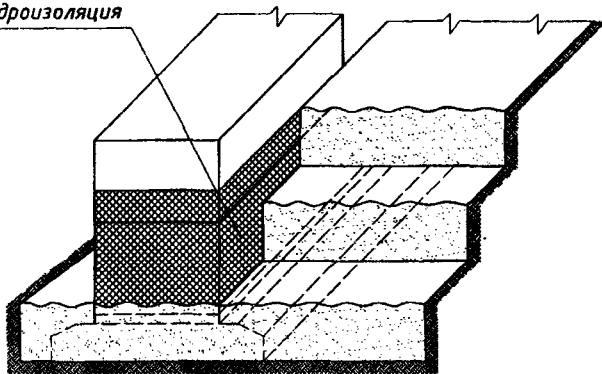
Приемку ростверка следует оформить актом на приемку ответственных конструкций.

Приложение 2

К.7

## ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА И УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТА

Оклеенная  
окрасочная  
гидроизоляция



1. Грунт засыпки пазух котлованов, служащий основанием для фундаментов, под оборудование, полы и отмостки, должен уплотняться. Плотность грунта устанавливается проектом.

2. Уплотнение грунтов обратных засыпок должно выполняться послойно. Толщина уплотняемых слоев назначается проектом.

3. Уплотнение связных грунтов насыпей и обратных засыпок следует выполнять катками на пневматических шинах, кулачковыми и решетчатыми, трамбуемыми и вибротрамбуемыми машинами; несвязных грунтов – вибрационными и вибротрамбуемыми машинами и катками на пневматических шинах. При этом каждый уплотняющий проход должен перекрывать след предыдущего на 0,1–0,2 м.

4. В местах, труднодоступных для качественного механического уплотнения, обратную засыпку следует производить малосжимаемыми грунтами.

5. Обратную засыпку траншей, на которые не передаются дополнительные нагрузки, кроме веса грунта, можно выполнять без уплотнения, но с отсыпкой земляного валика, по объему равного последующей естественной усадке грунта.

6. Обратная засыпка траншей и котлованов на участках пересечения с существующими дорогами, проездами, площадями и др. должна выполняться на всю глубину малосжимаемыми грунтами (песок, галечник, гравий, отсева щебня и пр.), с послойным тщательным уплотнением.

Т а б л и ц а

Кто контролирует	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Способ контроля	Сроки контроля	Кто привлекается к проверке	Какие работы относятся к скрытым
1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Подготовительные работы	1. Контроль очистки засыпаемых пазух от мусора, снега и льда. 2. Контроль физико-механических характеристик засыпаемого грунта.	Визуально, лабораторно	До обратной засыпки	Лаборант	+

1	2	3	4	5	6	7
Мастер или прораб	Подготовительные работы	3. Контроль выполнения изолированных поверхностей конструкций.	Визуально, лабораторно	До обратной засыпки	Лаборант	+
	Производство работ	1. Контроль послойного уплотнения (п.2 схемы).	Визуально	В процессе производства работ		
		2. Контроль однородности засыпаемого грунта.				
Приемка работ	3. Распределение крупных твердых включений (п.8 схемы).	Плотность засыпанного грунта	Лабораторный	После производства работ	Технадзор, лаборатория	+

7. Содержание мерзлых комьев в насыпях (кроме гидротехнических) и обратных засыпках от общего объема отсыпаемого грунта не должно превышать:

- а) для наружных пазух зданий и верхних зон траншей с уложенными коммуникациями 20%
- б) для насыпей, уплотняемых катками 20%
- в) для насыпей, уплотняемых трамбованием 30%
- г) для насыпей, возводимых без уплотнения 50%
- д) для насыпей и подсыпок внутри зданий не допускается
- е) для грунтовых подушек 15%

8. Размер твердых включений, в т.ч. мерзлых комьев, в насыпях и обратных засыпках не должен превышать 2/3 толщины уп-

лотняемого слоя, но не свыше 15 см для грунтовых подушек и 30 см для прочих насыпей и обратных засыпок, последние должны быть равномерно распределены в отсыпаемом грунте и расположены не ближе 0,2 м от изолированных конструкций, а мерзлые комья кроме того, не ближе 1 м от откоса насыпи.

9. Наличие снега и льда в насыпях, обратных засыпках и их основаниях не допускается.

10. Траншеи, разработанные в зимнее время, засыпать немедленно после укладки труб, не допуская повреждения их изоляции.

11. Для уплотнения грунта в зимних условиях применять преимущественно трамбующие машины или плиты тяжелого типа, позволяющие производить работы на коротком фронте работ и при значительной толщине уплотняемых слоев.

12. В проекте должны быть указаны типы и физико-механические характеристики грунтов, предназначенных для возведения насыпей и устройстве обратных засыпок и специальные требования к ним, требуемая степень уплотнения, границы частой насыпи, возводимых из грунтов с разными физико-механическими характеристиками. Содержание мерзлых комьев в насыпях (кроме гидротехнических) и обратных засыпках от общего объема отсыпаемого грунта не должно превышать:

### Приложение 3

#### П. 1

#### Т а б л и ц а

#### *Операционный контроль качества механизированной разработки грунта*

Контролируемая операция	Состав и средства контроля	Документация
1	2	3
Подготовительные работы	<p><i>Проверить:</i></p> <p>1) выполнение вертикальной планировки поверхности котлована (при необходимости);</p> <p>2) работу временных или постоянных устройств по отводу поверхностных и подземных вод (при необходимости)</p>	Общий журнал работ

1	2	3
Механизированная разработка грунта, зачистка дна котлована (траншеи)	<i>Контролировать:</i> 1) отклонение отметок дна выемок от проектных; 2) вид и характеристики вскрытого грунта естественных оснований под фундаменты и земляные сооружения; 3) отклонения от проектного уклона дна траншей и других выемок с уклонами; 4) отклонения уклона спланированной поверхности от проектного; 5) крутизну откосов	То же
Приемка выполненных работ	<i>Проверить:</i> 1) соответствие геометрических размеров котлована (траншеи) требованиям проекта; 2) величину отметки и уклонов дна котлована (траншеи); 3) крутизну откосов котлована (траншеи); 4) качество грунтов основания (при необходимости)	Исполнительная геодезическая схема Акт ОИМК Акт освидетельствования работ
Контрольно-измерительный инструмент	Нивелир (ГОСТ 10528-90); рулетка (ГОСТ 7502-89); теодолит (ГОСТ 10529-86*)	

## Приложение 3

П. 2

Т а б л и ц а

*Операционный контроль качества на уплотнение грунта*

Контролир. операции	Состав и средства контроля	Документация
1	2	3
Подготовительные работы	<i>Проверить:</i> 1) ровность основания котлована, его чистоту; 2) промерзание основания в зимнее время (наличие снега и льда в основании котлована и траншеи не допускается)	Общий журнал работ

1	2	3
Засыпка пазух котлована и траншей	<p style="text-align: center;"><i>Контролировать:</i></p> 1) гранулометрический состав грунта, предназначенного для устройства обратных засыпок (при необходимости); 2) содержание в грунте древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора, растворимых солей в случае применения засоленных грунтов; 3) содержание мерзлых комьев в обратных засыпках от общего объема отсыпаемого грунта; 4) размер твердых включений, в том числе мерзлых комьев; 5) наличие снега и льда в обратных засыпках и их основаниях; 6) температуру грунта, отсыпаемого и уплотняемого при отрицательной температуре воздуха; 7) среднюю по проверяемому участку плотность сухого грунта обратных засыпок	То же
Приемка выполненных работ	<p style="text-align: center;"><i>Проверить:</i></p> 1) соответствие физико-механических характеристик отсыпаемого и уплотненного грунта требованиям проекта;	Акт ОИМК Акт освидетельствования скрытых работ
Контрольно-измерительный инструмент	Нивелир (ГОСТ 10528-90); плотномер (ГРПТ-2, ППГР-1); влажномер (ПННВ-1, ВПГР-1)	

*Операционный контроль качества  
на установку деревянной опалубки из инвентарных щитов*

Контролирующие операции	Состав и средства контроля	Документация
1	2	3
Подготовительные работы	<p align="center"><i>Проверить:</i></p> 1) наличие паспорта с инструкцией по монтажу и эксплуатации опалубки; 2) наличие ППР на установку и приемку опалубки; 3) качество подготовки и отметки несущего основания; 4) наличие и состояние крепежных элементов, средств подмащивания	Паспорт. ППР. Акт освидетельствования скрытых работ
Сборка опалубки	<p align="center"><i>Контролировать:</i></p> 1) соблюдение порядка сборки щитов опалубки, установки крепежных элементов, средств подмащивания, закладных элементов; 2) плотность сопряжения щитов опалубки между собой и с ранее уложенным бетоном; 3) соблюдение геометрических размеров и прокатных наклонов плоскостей опалубки; 4) надежность крепления щитов опалубки	Общий журнал работ
Приемка опалубки	<p align="center"><i>Проверить:</i></p> 1) соответствие геометрических размеров опалубки проектным; 2) положение опалубки относительно разбивочных осей в плане и по вертикали, в том числе обозначение проектных отметок верха бетонизируемой конструкции внутри поверхности опалубки; 3) правильность установки и надежность крепления пробок и закладных деталей, а также всей системы в целом	Общий журнал работ. Акт приемки опалубки
Контрольно-измерительный инструмент	Рулетка (ГОСТ 7502-89); нивелир (ГОСТ 10528-90); теодолит (ГОСТ 10529-86*); линейка металлическая (ГОСТ 427-75*); отвес строительный (ГОСТ 7948-80)	



## Операционный контроль качества армирования

Контролирующие операции	Состав и средства контроля	Документация
1	2	3
Подготовительные работы	<p style="text-align: center;"><i>Проверить:</i></p> 1) наличие паспорта или сертификата на арматурные изделия и требуемых в них данных, наличие бирок; 2) внешним осмотром проверить качество изготовления арматурных изделий, при необходимости провести требуемые замеры и отбор проб на испытания; 3) качество подготовки и отметки несущего основания, отсутствие пыли, снега, мусора и так далее на поверхности основания; 4) правильность установки и закрепления опалубки	Паспорта, сертификаты, бирки. Общий журнал работ. Акты освидетельствования скрытых работ
Установка арматурных изделий	<p style="text-align: center;"><i>Контролировать:</i></p> 1) порядок сборки элементов арматурного каркаса, качество выполнения сварки (вязки) узлов каркаса; 2) точность установки арматурных изделий в плане и по высоте, надежность их фиксации; 3) величину защитного слоя бетона	Общий журнал работ
Приемка установленных арматурных изделий	<p style="text-align: center;"><i>Проверить:</i></p> 1) соответствие положения установленных арматурных изделий проектному; 2) надежность фиксации арматурных изделий в опалубке; 3) величину защитного слоя бетона; 4) качество выполнения сварки (вязки) узлов каркаса	Акт освидетельствования скрытых работ
Контрольно-измерительный инструмент	Линейка металлическая (ГОСТ 427-75*); отвес строительный (ГОСТ 7948-80); рулетка металлическая (ГОСТ 7502-89)	

*Операционный контроль качества  
бетонирования монолитных конструкций*

Контролирующие операции	Состав и средства контроля	Документация
1	2	3
Подготовительные работы	<p align="center"><i>Проверить:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наличие актов на ранее выполненные скрытые работы;</li> <li>2) правильность установки и надежность крепления опалубки, поддерживающих лесов, креплений и подмостей;</li> <li>3) подготовленность всех механизмов и приспособлений, обеспечивающих производство бетонных работ;</li> <li>4) соответствие отметки основания требованиям проекта; чистоту основания или ранее уложенного слоя бетона и внутренней поверхности опалубки; отсутствие мусора, наплывов бетона, грязи, снега;</li> <li>5) наличие на внутренней поверхности опалубки смазки;</li> <li>6) состояние арматуры и закладных деталей (наличие ржавчины, масла и т.д.), соответствие положения установленных арматурных изделий проектному;</li> <li>7) выносу проектной отметки верха бетонирования на внутренней поверхности опалубки.</li> </ol> <p>Принять все конструкции и их элементы, закрываемые в процессе производства работ</p>	Акты освидетельствования скрытых работ
Укладка бетонной смеси, твердение бетона, распалубка	<p align="center"><i>Контролировать:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) качество бетонной смеси;</li> <li>2) состояние опалубки</li> <li>3) высоту сбрасывания бетонной смеси, толщину укладываемых слоев, шаг перестановки глубинных вибраторов, глубину их погружения, продолжительность вибрирования, правильность выполнения рабочих швов;</li> <li>4) температурно-влажностный режим твердения бетона согласно требованиям ППР;</li> <li>5) фактическую прочность бетона и сроки распалубки</li> </ol>	Общий журнал работ

1	2	3
Приемка конструкций	<p style="text-align: center;"><i>Проверить:</i></p> 1) фактическую прочность бетона; 2) качество поверхности конструкции, геометрические ее размеры, соответствие проектному положению всей конструкции, а также отверстий, каналов, проемов, закладных деталей	Общий журнал работ, геодезическая исполнительная схема. Акт промежуточной приемки

*Операционный контроль осуществляют:* мастер (прораб), инженер (лаборант) ОИМК, геодезист – в процессе выполнения работ.

*Приемочный контроль осуществляют:* работники отдела контроля качества СМР, мастер (прораб), работники ОИМК, геодезист, представители технадзора заказчика.

*Контрольно-измерительные инструменты:* отвес строительный, линейка металлическая, рулетка, теодолит, нивелир.

#### *Приложение 4*

**Испытание кубов остается в ближайшем будущем основным способом контроля качества бетона на производстве.** Поэтому, помимо значения нормативного сопротивления  $f_{ск}$ , устанавливаемого при испытаниях цилиндрических и призматических образцов, в обозначении класса бетона под чертой приводится его гарантированная прочность. Как и в случае СНиП 2.03.01-84\* гарантированная прочность на осевое сжатие  $f_{с,cube}^G$  – это прочность, определяемая при осевом сжатии кубов с ребром 150 мм с учетом статистической изменчивости при обеспеченности 0,95, гарантируемая предприятием-изготовителем в соответствии с действующими стандартами. Сравнение классов по прочности на сжатие бетонов согласно СНБ 5.03.01-02 и СНиП 2.03.01-84\* приведено в таблице.

Таблица

Норматив- ный документ	Классы бетона по прочности на сжатие						
	СНБ 5.03.01-02	С8/10	С12/15	С16/20	С20/25	С25/30	С30/37
СНиП 2.03.01-84*	В10	В15	В20	В25	В30	В40	В45
СНБ 5.03.01-02	С40/50	С45/55	С50/60	С60/70	С70/85	С80/95	С90/105
СНиП 2.03.01-84*	В50	В55	В60	—	—	—	—

Приложение 5

Таблица

**СООТВЕТСТВИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ КЛАССОВ АРМАТУРЫ***Ненапрягаемая арматура*

Класс арматуры по СНиП 5.03.01- 02	Обозначение согласно изменению №4 к СНиП 2.03.01-84*	Обозначе- ние согласно СНиП 2.03.01-84*	Документ, регла- ментирующий качество арматуры	Вид армату- ры
1	2	3	4	5
S240	A240	A-I	ГОСТ 5781	Стержневая гладкая
S400	A400	A-III	ГОСТ 5781	Стержневая периодиче- ского кольце- вого профиля
			ГОСТ 10884 ТУ РБ 04778771.001 ТУ РБ 190266671.001	Стержневая периодиче- ского серпо- видного про- филя

Окончание табл.

1	2	3	4	5
S500	A500	—	ГОСТ 10884 ТУ РБ 190266671.001 ТУ РБ 04778771.001	Стержневая периодическо- го серповид- ного профиля
			ТУ РБ 400074854.025	Стержневая периодиче- ского кольце- вого профиля
			ТУ РБ 400074854.047	Стержневая гладкая
	Вр-I B500	Вр-I —	СТБ 1341	Проволока гладкая

Т а б л и ц а

*Напрягаемая арматура*

ё	Обозначение согласно изменению №4 к СНиП 2.03.01-84*	Обозначение согласно СНиП 2.03.01-84*	Документ, рег- ламентирующий качество арматуры	Вид арматуры
S800	A800	A-V	ГОСТ 5781 ТУ РБ 04778771.001	Стержневая периодического кольцевого профиля
			ГОСТ 10884 ТУ РБ 04778771.001 ТУ РБ 400074854.037	Стержневая периодического серповидного профиля
S1200	A1200	A-VII	ГОСТ 10884 ТУ РБ 400074854.037	Стержневая периодического серповидного профиля
			ТУ РБ 04778771.001	Стержневая периодического кольцевого профиля
S1400	Ø3, Ø4, Ø5 B-II	Ø3, Ø4, Ø5 B-II	ГОСТ 7348	Проволока гладкая
	Ø3, Ø4, Ø5 B-II	Ø3, Ø4, Ø5 B-II		Проволока с вмятинами
	K-7	K-7	ГОСТ 13840	Канаты
	K-19	K-19	ТУ 14-4-22	Канаты

## Содержание

1. Содержание курсового проекта. . . . .	3
1.1. Исходные данные. . . . .	3
1.2. Состав проекта. . . . .	4
2. Земляные работы. . . . .	8
2.1. Разбивка сооружений. . . . .	10
2.2. Определение объема земляных. . . . .	12
2.3. Выбор способа, машин и механизмов для разработки и транспортирования грунта. . . . .	16
2.4. Разработка котлованов и траншей одноковшовыми экскаваторами. . . . .	22
2.5. Транспортирование грунта. . . . .	28
2.6. Выбор машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта. . . . .	31
2.7. Основные технологические требования при производст- ве земляных работ в зимних условиях. . . . .	39
3. Возведение монолитных железобетонных фундаментов. . . . .	43
3.1. Опалубка. . . . .	43
3.2. Монтаж арматурных элементов. . . . .	46
3.3. Бетонные работы. . . . .	48
3.4. Контроль качества бетонных и железобетонных работ. . . . .	54
3.5. Бетонные и железобетонные работы в зимних условиях. . . . .	54
4.1. Составление калькуляции затрат труда и заработной платы и построение графика производства работ. . . . .	71
4.2. Потребность в машинах, оборудовании, приспособлениях . . . . .	74
4.3. Основные технико-экономические показатели технологической карты. . . . .	74
4.4. Техника безопасности при ведении земляных и бетонных работ. . . . .	75
Литература. . . . .	75
Приложения. . . . .	77

Учебное издание

ГОРЯЧЕВА Ирина Алексеевна  
МАДАЛИНСКИЙ Георгий Георгиевич

**ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ  
И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ**

Учебно-методическое пособие по выполнению  
курсового проекта по дисциплине  
«Технология строительного производства»  
для студентов специальности 1 70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Технический редактор М.И. Гриневич  
Компьютерная верстка Е.А. Занкевич

---

Подписано в печать 29.06.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 6,4. Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 300. Заказ 506.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0056957 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Независимости, 65.