



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология строительного производства»

И.Н. Громов  
В.В. Павлович  
Г.С. Ратушный

**ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ  
И УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНЫХ  
ФУНДАМЕНТОВ**

*Учебно-методическое пособие*

Минск 2005

УДК [624.134 + 624.153] (075.8)  
ББК 38.623я73 + 38.626.1я73  
Г 87

Рецензенты:

М.И. Никитенко, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедры  
«Геотехника и экология в строительстве» БНТУ;

И.Н. Кедич, канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Железобетонные и каменные конструкции» БНТУ

**Громов, И.Н.**

Г 87 Производство земляных работ и устройство монолитных фунда-  
ментов; учебно-метод. пособие по выполнению курсового проекта  
по дисц. «Технология строит. производства» для студ. спец.1 – 70 02 01.

«Промышленное и гражданское строительство» заочной формы  
обучения / И.Н. Громов, В.В. Павлович, Г.С. Ратушный. – Мн.:  
БНТУ, 2005. – 45 с.  
ISBN 985 -479-235-8.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с  
учебным планом подготовки студентов специальности «Промышленное и  
гражданское строительство», программой дисциплины «Технология строи-  
тельного производства» и СТП БНТУ 3.01-2003 «Курсовое проектирование».

Приведены варианты заданий на проектирование и методические  
рекомендации по выполнению курсового проекта «Производство земляных  
работ и устройство монолитных фундаментов».

Изложена последовательность выполнения проекта, основные по-  
ложения технологии производства земляных, опалубочных и бетонных работ.

Приведены справочные материалы, необходимые при выполне-  
нии курсового проекта.

УДК [624.134 + 624.153] (075.8)  
ББК 38.623я73 + 38.626.1я73

ISBN 985 -479-235-8

© Громов И.Н., Павлович В.В.,  
Ратушный Г.С., 2005  
© БНТУ, 2005

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение курсового проекта по производству земляных работ и устройству монолитных фундаментов имеет целью углубление знаний студентов в области технологии возведения подземной части зданий и приобретение ими навыков самостоятельной работы при решении конкретных инженерных задач.

Содержание курсового проекта предусматривает решение следующих задач: определение объемов разработки грунта для устройства монолитных фундаментов в соответствии с конструктивным решением здания; выбор комплекта машин и механизмов для производства земляных работ; разработку технологической схемы производства земляных работ; разработку технологии производства опалубочных, арматурных и бетонных работ при устройстве монолитных фундаментов; расчет потребности в материальных и трудовых ресурсах для выполнения работ; календарное планирование выполнения комплекса работ с учетом разработанных технологических решений; расчет технологических параметров режима производства бетонных работ в зимних условиях; разработку графической части проектного задания.

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Темой курсового проекта является разработка технологии производства земляных работ и устройство монолитных фундаментов при возведении одноэтажных и многоэтажных зданий.

Исходные данные для проектирования принимаются по рис. 1 и табл. 1, 2, 3.

По табл. 1 номер варианта определяется последней цифрой номера зачетной книжки студента, по таблице 2 – предпоследней цифрой зачетной книжки.

В таблицах вариантов приняты следующие обозначения:

- L – длина здания в осях, м;
- $\ell$  – ширина одного пролета, м;
- n – количество пролетов;
- a – шаг колонн, м;
- вхс – размеры 1-ой ступени фундамента, м;
- в<sub>1</sub>хс<sub>1</sub> – размеры подколонника, м;
- h – высота 1-ой и 2-ой ступени фундамента, м;
- d – ширина 1-ой и 2-ой ступени фундамента, м;
- H<sub>ф</sub> – глубина заложения фундамента, м;
- Г<sub>р</sub> – грунт на площадке;
- S<sub>гр</sub> – расстояние транспортирования разработанного грунта, км;
- 1:m – крутизна откоса, принимаемая согласно прил. 2.

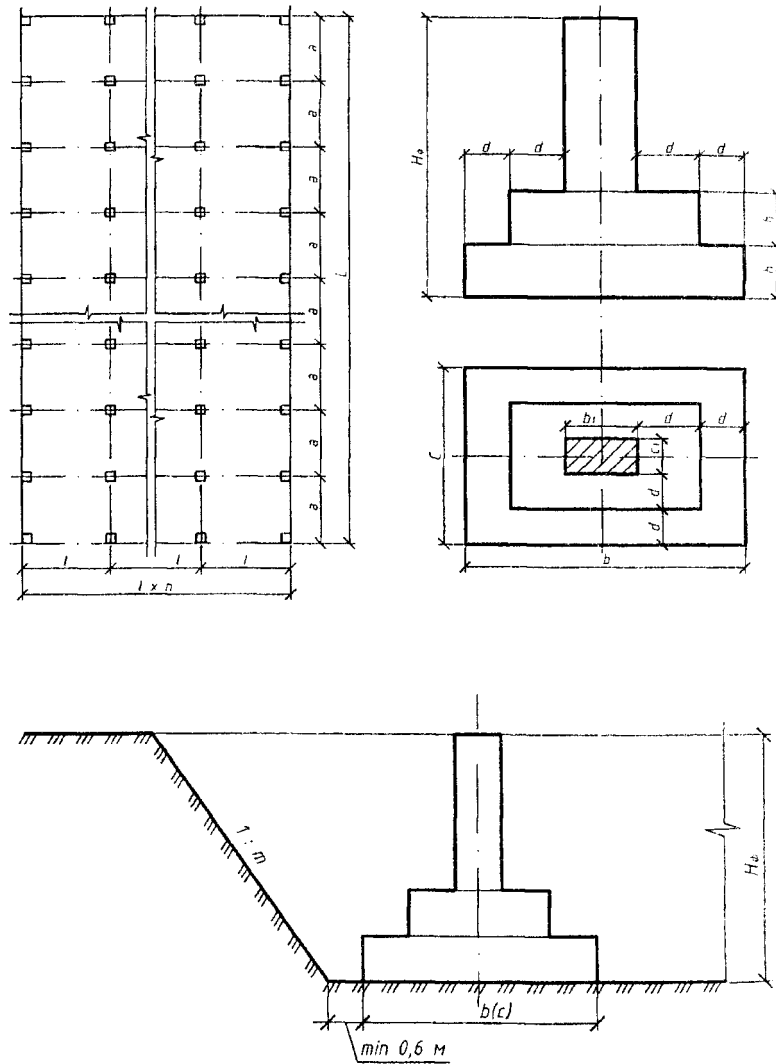


Рис. 1. План и габаритные размеры фундаментов здания

Таблица 1

*Варианты задания на проектирование*

Вариант	L, м	ℓ, м	n	a, м
0	60	6	4	6
1	66	9	4	6
2	72	6	3	6
3	72	24	2	12
4	78	6	4	6
5	78	12	3	6
6	84	18	3	12
7	84	24	3	12
8	90	24	3	6
9	96	30	2	12

Таблица 2

*Варианты задания на проектирование*

Вариант	bxc, м	b <sub>1</sub> xc <sub>1</sub> , м	h, м	H <sub>ф</sub> , м	Гр	S <sub>тр</sub> , км
0	2,45x2,7	0,85x1,1	0,4	1,8	1	4
1	2,9x3,15	0,9x1,15	0,5	2,0	2	6
2	2,5x2,85	0,9x1,25	0,4	2,2	3	8
3	2,9x3,35	0,9x1,35	0,5	2,4	4	5
4	2,5x3,0	0,9x1,40	0,4	2,6	5	7
5	2,85x3,10	0,85x1,1	0,5	2,4	1	9
6	2,5x2,75	0,9x1,15	0,4	2,2	2	4
7	2,9x3,25	0,9x1,25	0,5	2,0	3	5
8	2,5x2,95	0,9x1,35	0,4	1,8	4	6
9	2,9x3,40	0,9x1,40	0,5	2,0	5	7

Таблица 3

*Характеристики грунта*

Гр	Наименование и характеристика грунта
1	Песок с примесью щебня, гравия, гальки до 10% по объему
2	Супесь с примесью гравия, гальки, щебня свыше 10% по объему
3	Суглинок с примесью щебня, гальки до 10% по объему
4	Суглинок с примесью щебня, гальки свыше 10% по объему
5	Глина с примесью щебня, гравия, гальки свыше 10% по объему

При разработке проекта необходимо учесть следующее:

1. Производство земляных и бетонных работ ведется в летних условиях.
2. Уровень грунтовых вод находится ниже отметки заложения фундаментов.
3. Армирование каждого фундамента – 4 арматурные сетки массой по 50 кг и одна – 100 кг.
4. Опалубка фундамента – деревянные щиты из доски толщиной 40 мм.
5. Земляные работы и работы по устройству монолитных фундаментов должны быть запроектированы как единый комплексный процесс в соответствии с требованиями нормативных документов (СНБ 5.01.01-99, П16-03 к СНБ 5.01.01-99).
6. Особенности производства земляных и бетонных работ в зимних условиях излагаются в пояснительной записке в отдельных разделах.  
В курсовом проекте требуется разработать технологию производства земляных работ в зимних условиях при глубине промерзания грунта – 70 см.
7. Для расчета технологических параметров режима выдерживания бетона способом термоса (вариант производства бетонных работ в зимних условиях) принимаются следующие исходные данные:
  - расчетная температура наружного воздуха – минус 15°C;
  - расчетная скорость ветра – 5 м/с;
  - бетон фундаментов класса С20/25;
  - цемент марки ПЦ М400, расход – 370 кг/м<sup>3</sup>;
  - расчетная температура бетонной смеси в транспортном средстве после окончания загрузки +25°C;
  - расстояние транспортирования бетонной смеси – 8 км; вид транспорта – автобетоносмеситель (прил. 23);
  - объемная масса бетонной смеси – 2400 кг/м<sup>3</sup>.

## **2. СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку с необходимыми расчетами, схемами, чертежами и таблицами, и графическую часть.

### **2.1. Состав пояснительной записки**

Пояснительная записка должна содержать следующие материалы:

- титульный лист стандартного образца;
- содержание с указанием страниц каждого раздела записки;
- введение;
- задание на проектирование (исходные данные);
- схемы расположения фундаментов в плане и разрезе и схему запроектированного котлована (траншей);

- выбор способа разработки грунта, комплекта машин и механизмов, необходимых для производства земляных работ;
  - описание технологии и организации производства земляных работ;
  - определение объемов работ (опалубочных, арматурных, бетонных) по устройству монолитных фундаментов;
  - выбор машин и механизмов для производства работ по устройству фундаментов;
  - описание технологии и организации комплекса работ по устройству монолитных фундаментов во взаимосвязке с производством земляных работ;
  - калькуляцию трудовых затрат при производстве земляных работ и работ по устройству монолитных фундаментов;
  - указания по производству земляных работ и работ по устройству фундаментов в зимних условиях;
  - расчет параметров режима выдерживания бетона при отрицательных температурах способом термоса (как возможный вариант);
  - указания по контролю качества земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ;
  - перечень мероприятий по охране труда и технике безопасности при производстве работ;
  - список использованной литературы, в том числе нормативных, проектных и справочных материалов.
- Все расчеты и принятые решения должны основываться на действующих нормативных документах.

## **2.2. Состав графической части проекта**

В графической части проекта должны быть представлены следующие материалы:

- схема разбивки котлована, устройство и расположение обноски, способ закрепления главных осей;
- план и разрез котлована с фундаментами с привязкой конструкций к осям, указанием всех размеров и коэффициента откоса;
- конструктивное решение монолитного фундамента (габаритные размеры, армирование и конструкция опалубки);
- технологическая схема разработки котлована (траншей) с указанием всех проходок, путей движения автотранспорта, мест складирования грунта и размеров отвала для грунта обратной засыпки;
- технологические схемы возведения монолитных фундаментов с указанием захваток, последовательности производства опалубочных, арматурных и бетонных работ на объекте в целом, путей движения и стоянок машин и механизмов;
- технологические схемы обратной засыпки и уплотнения грунта;

- календарный график производства земляных работ и устройства монолитных фундаментов;
- ведомость потребности в машинах, механизмах и приспособлениях для производства земляных и бетонных работ;
- технические характеристики применяемых машин;
- технико-экономические показатели проекта (продолжительность и трудоемкость работ);
- краткие указания по выполнению работ и охране труда.

### **2.3. Оформление курсового проекта**

Пояснительная записка выполняется на листах писчей бумаги формата А4 с полями: правое – не менее 5 мм, левое – не менее 20 мм. Листы пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию.

Формулы выносятся в отдельную строку и нумеруются цифрами в круглых скобках, размещаемых справа от формулы.

Эскизы, схемы и графики должны быть выполнены с применением чертежных инструментов.

Пояснительная записка должна быть сброшюрована и иметь титульный лист в соответствии с приложением 1.

Графическая часть проекта выполняется на листе ватмана формата А1. Чертежи выполняются в соответствии с действующими нормативными документами.

Планы и разрезы котлованов (траншей) и фундаментов выполняются в масштабе, величина которого определяется габаритами сооружения и конструкции.

На чертежах планов, разрезов и технологических схем должны быть указаны все плановые, осевые и высотные отметки.

## **3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

### **3.1. Определение размеров котлована и объемов земляных работ**

В зависимости от габаритных размеров фундаментов, глубины их заложения, расположения в плане и вида грунта котлованы проектируются под отдельные фундаменты, под ряд фундаментов, расположенных на одной оси, или под все здание.

Размеры котлована в плане определяются с учетом угла естественного откоса грунта (прил. 2) и обеспечения возможности передвижения рабочих в выемке при возведении монолитных фундаментов. Расстояние между поверхностью откоса внизу котлована и боковой поверхностью фундамента (нижняя ступень) должно быть в свету не менее 0,6 м. В случае необходимости должны быть запроектированы въездные и выездные траншеи. Съезд в



котлован должен иметь уклон не более 30% и ширину 3,5...4,0 м при одностороннем движении машин.

При подсчете объемов земляных работ необходимо определить:

- полный объем грунта (в плотном состоянии), разрабатываемый экскаватором;
- объем грунта, подлежащий вывозу с погрузкой в автотранспорт;
- объем грунта для обратной засыпки;
- объем грунта недобора;
- объем грунта, разрабатываемого вручную.

Объем грунта, подлежащий разработке экскаватором, определяется исходя из габаритов котлована (рис. 1) по формуле

$$V_{\text{э}} = \frac{H}{6} [(2L + L_1) \cdot B_1 + (2L_1 + L) \cdot B], \text{ м}^3,$$

где:  $H$  – глубина котлована, с учетом недобора, м;

$L, L_1, B, B_1$  – размеры котлована в плане, м.

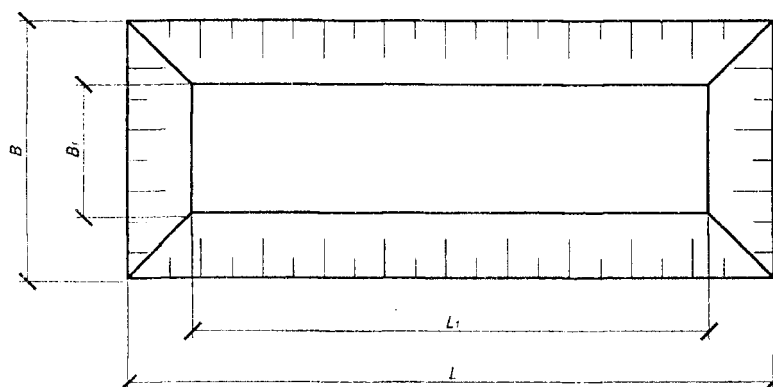


Рис. 2. План котлована

Недобор грунта при разработке котлована экскаватором обусловлен требованием сохранения его естественной структуры в местах устройства фундаментов, где грунт дорабатывается вручную. Величина допустимых недоборов приведена в прил. 3.

Объем грунта для обратной засыпки и подлежащий вывозке необходимо определять с учетом коэффициентов первоначального увеличения объема грунта после разработки и остаточного разрыхления грунта (прил. 4).

Исходя из этих требований фактический объем грунта для обратной засыпки будет равен

$$V_{\text{обр.з.}}^{\text{ф}} = V_{\text{обр.з.}}^{\text{пл.}} \left( 1 - \frac{K_{\text{о.р.}}}{100} \right), \text{ м}^3,$$

где  $V_{обр.з.}^{пл.}$  – объем грунта для обратной засыпки в плотном состоянии, м<sup>3</sup>;  
 $K_{о.р.}$  – коэффициент остаточного разрыхления грунта.  
 Фактический объем грунта, подлежащего вывозу, определяется по формуле

$$V_{выв.}^ф = V_{выв.}^{пл.} \left( 1 + \frac{K_{п.р.}}{100} \right) + V_{обр.з.}^{пл.} \cdot \frac{K_{о.р.}}{100}, \text{ м}^3,$$

где  $V_{выв.}^{пл.}$  – объем грунта подлежащего вывозке в плотном состоянии, м<sup>3</sup>;  
 $K_{п.р.}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта после переработки.

Полученные результаты подсчета объемов работ сводятся в таблицу (табл. 3.1).

Таблица 3.1

*Объем земляных работ (в плотном состоянии)*

Полный объем земляных работ, м <sup>3</sup>	Объем грунта на вывоз, м <sup>3</sup>	Объем грунта для обратной засыпки, м <sup>3</sup>	Объем грунта недобора, м <sup>3</sup>	Объем ручной доработки грунта, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5

### 3.2. Выбор способов производства земляных работ и средств механизации

Выбор способов разработки грунта, машин и механизмов для производства земляных работ зависит от объема земляных работ, размеров котлована, вида грунта, условий выполнения процессов (разработка в отвал или на транспорт), характера разработки (разработка котлована, обратная засыпка, уплотнение грунта и т.д.).

Ведущей машиной при разработке котлованов является экскаватор. Выбор типа экскаватора, его рабочего оборудования и емкости ковша зависит от категории грунта, объема котлована, требуемой глубины разработки грунта.

Для разработки грунта в отвал и транспортные средства при устройстве котлованов в грунтах I–IV групп глубиной до 5,0 м наиболее целесообразно применять экскаваторы с гидравлическим приводом, оборудованные обратной лопатой (рис. 3).

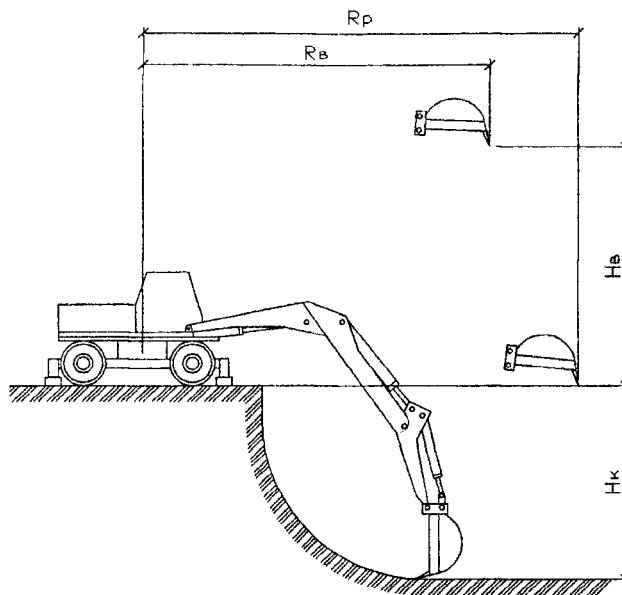


Рис. 3. Экскаватор с гидравлическим приводом, оборудованный обратной лопатой:

- $R_p$  – наибольший радиус копания;
- $R_b$  – радиус выгрузки;
- $H_b$  – высота выгрузки;
- $H_k$  – глубина копания.

Марки и технические характеристики экскаваторов приведены в прил. 5.

Экскаваторы с обратной лопатой разрабатывают котлованы (выемки) торцевыми и боковыми проходками (рис. 4).

Ширина торцевой проходки зависит от места укладки грунта (в отвал или транспортные средства).

В случае, если грунт разрабатывается только в отвал (рис. 4а), ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле

$$\beta_1 = \left( R_b - \frac{b_0}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_p^2 - L_n^2}, \text{ м.}$$

При выгрузке грунта в транспортные средства ширина торцевой проходки поверху (рис. 4б) определяется по формуле

$$\beta_2 = \left( R_b - \frac{b_1}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_p^2 - L_n^2}, \text{ м.}$$

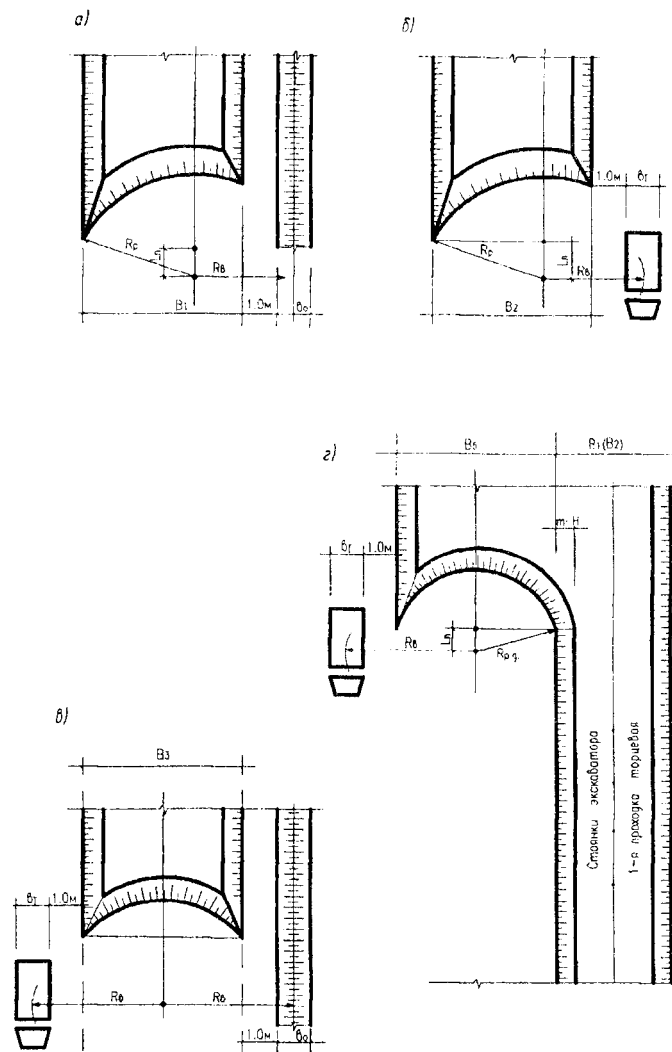


Рис. 4. Схемы разработки котлована экскаватором с обратной лопатой:

- а) – при разработке грунта в отвал; б) – при разработке грунта в транспортное средство; в) – при разработке грунта в отвал и транспортное средство; г) – при разработке грунта боковыми проходками

В случае выгрузки грунта в обе стороны (в отвал и транспортное средство) (рис. 4а), ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле

$$\beta_3 = \left( R_v - \frac{b_0}{2} - 1 \right) + \left( R_v - \frac{b_T}{2} - 1 \right), \text{ м,}$$

где  $R_v$  – радиус выгрузки грунта, м;

$$R_v = \sqrt{R_p^2 - H_v^2}, \text{ м}$$

$b_0$  – ширина отвала, м;

$R_p$  – наибольший радиус конания (прил. 5), м;

$b_T$  – ширина колеи транспортного средства (прил. 6), м;

$L_n$  – длина рабочей передвижки экскаватора, м (для экскаваторов с емкостью ковша 0,4–0,65 м<sup>3</sup> может быть принята 1,5 м);

$H_v$  – наибольшая высота выгрузки, м.

Боковыми проходками разрабатывают широкие выемки. При этом первая проходка является торцевой, а каждая последующая боковой.

Ширина боковой проходки (рис. 4а) определяется по формуле

$$\beta_6 = \left( R_v - \frac{b_T}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_{p.d}^2 - L_n^2}, \text{ м,}$$

где  $R_{p.d}$  – радиус копания на уровне дна котлована, величину которого можно принять равной  $R_p - m \times H$ , м;

$m$  – коэффициент откоса;

$H$  – глубина котлована, м.

При разработке грунта в отвал, его ширина определяется исходя из требуемого объема грунта для обратной засыпки и длины отвала. Коэффициент откоса насыпи принимается равным 1.

Окончательный выбор марки экскаватора производится с учетом требуемой минимальной глубины забоя (котлована) в соответствии с прил. 7.

Для транспортирования грунта за пределы строительной площадки применяют автомобили-самосвалы. С целью эффективного использования экскаватора и автосамосвалов целесообразно принимать емкость кузова автосамосвала равной 4...10 объемам ковша экскаватора. Технические характеристики автосамосвалов приведены в прил. 6.

Требуемое количество автосамосвалов при условии обеспечения непрерывной работы экскаватора определяется по формуле

$$N = \frac{t_n + t_m + \frac{120L_{tp}}{V_{cp}} + t_p + t_m}{t_n + t_m},$$

где  $t_n$  – время погрузки, мин;

$t_m$  – время маневра машины при погрузке и разгрузке, мин (можно принять для расчета равным 1 мин);

$t_p$  – время разгрузки, мин (принимается равным 2 мин);

$V_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения машины, км/час (принимается по прил. 8);

$L_{\text{тр}}$  – расстояние транспортирования грунта, км.

Время погрузки  $t_n$  одного самосвала определяется по формуле

$$t_n = \frac{n \cdot V_3 \cdot K_n}{\Pi_3} \cdot 60, \text{ мин,}$$

где  $n$  – количество ковшей, необходимое для погрузки одного самосвала;

$V_3$  – емкость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом ( $K_n = 0,87$  для легких грунтов,  $K_n = 0,83$  для средних грунтов и  $K_n = 0,80$  для тяжелых грунтов);

$\Pi_3$  – производительность экскаватора,  $\text{м}^3/\text{час}$  (определяется по нормам времени на разработку грунта (прил. 9)).

Требуемое количество ковшей ( $n$ ) для погрузки одного самосвала определяется по формуле:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot V_3 \cdot K_n},$$

где  $Q$  – грузоподъемность автосамосвала, т (прил. 6);

$\gamma$  – объемная масса грунта в плотном теле,  $\text{т}/\text{м}^3$  (прил. 15).

Полученная величина  $n$  округляется до целого числа.

Количество автотранспортных средств должно удовлетворять следующим условиям: простой экскаватора при работе только на вывоз грунта не допускается; время простоя машины не должно превышать 5% времени ее рабочего цикла.

### 3.3. Технология производства земляных работ

До начала разработки котлована должны быть выполнены следующие работы:

- разбивка котлована;
- срезка растительного слоя грунта;
- планировка территории для отвода поверхностных вод;
- устройство временных подъездных путей к котловану.

Котлованы, как правило, следует разрабатывать участками, не превышающими  $1000 \text{ м}^2$  в летних условиях и  $300 \text{ м}^2$  – в зимних.

Грунт из котлована допускается складировать на бровке с обеспечением устойчивости стенок котлована.

Перебор грунта при механизированной разработке котлована или ручной доработке не допускается.

На технологической схеме разработки котлована необходимо указать проходки экскаватора, их габаритные размеры, места стоянок машин, распо-

ложение отвалов. При этом следует обосновать принятую разбивку котлована на проходки (захватки), указать последовательность разработки грунта в отвал и с погрузкой в транспортные средства, ручной доработки грунта, обратной засыпки и уплотнения грунта.

Ручная доработка грунта выполняется непосредственно перед устройством фундаментов.

Обратная засыпка грунта выполняется, как правило, механизированным способом. Грунт обратной засыпки не должен содержать твердых включений размером более 30 см. Отвалы грунта не должны создавать затруднений для выполнения последующих строительных работ.

Уплотнение грунта обратной засыпки производится послойно. Толщина уплотняемого слоя принимается в зависимости от технических характеристик уплотняющих машин и механизмов (прил. 16). Коэффициент уплотнения грунта обратной засыпки в случаях, не оговоренных проектным решением, принимается равным  $K_{com} \geq 0,95$ .

Для определения трудоемкости земляных работ составляется калькуляция трудовых затрат (табл. 3.2).

При составлении калькуляции наименование работ следует записывать в той же последовательности, как это предусмотрено разработанной технологией производства земляных работ.

Основанием для определения норм времени на производство земляных работ являются сборники единичных расценок на строительные конструкции и работы для строительства в Республике Беларусь или ЕНиР (сборник Е2 вып. 1) (прил. 9 – 14).

Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом приведено в прил. 15.

Таблица 3.2

Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Шифр норм	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел.-ч	Норма машинного времени, маш.-ч	Затраты машинного времени на весь объем работ, маш.-смен	Затраты труда на весь объем работ, чел.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Процесс возведения монолитных фундаментов включает: устройство опалубки, установку арматуры, подачу, укладку и уплотнение бетонной смеси, выдерживание бетона до получения распалубочной прочности, распалубку фундаментов.

При возведении монолитных ступенчатых фундаментов наиболее широко применяется разборно-переставная щитовая опалубка из мелких и крупных щитов. Она может быть деревянной, металлической или комбинированной.

Опалубка должна обеспечивать проектную форму, геометрические размеры и качество монолитной конструкции.

При изложении технологии производства опалубочных работ необходимо: привести характеристики применяемой опалубки (материал, конструкцию и габариты отдельных щитов), указать последовательность сборки отдельных элементов опалубки, способы крепления опалубки для обеспечения геометрической неизменяемости под воздействием технологических нагрузок (подкосами, схватками, болтовыми стяжками и т.п.).

Армирование фундаментов производится отдельными сетками заводского изготовления. При этом арматурный каркас подколонника может быть смонтирован как до установки опалубки, так и после.

В проекте должен быть изложен порядок монтажа арматурных сеток, способ монтажа (механизированный или вручную), способ обеспечения требуемой величины защитного слоя бетона.

При производстве бетонных работ ведущим процессом является подача и укладка бетонной смеси в опалубку.

Подача бетонной смеси может осуществляться строительными кранами в бадьях, бетононасосами, ленточными конвейерами, пневмонагнетателями и др.

При возведении отдельно стоящих монолитных фундаментов для подачи бетонной смеси и выполнения сопутствующих операций наиболее широко применяют стреловые краны, которые имеют высокую степень маневренности, возможность работать как с подошвы, так и с бровки котлована.

Проектирование технологии подачи бетонной смеси в опалубку с помощью стреловых кранов включает решение следующих вопросов:

- выбор крана, обеспечивающего возможность подачи бадей с бетонной смесью в любую точку рабочего горизонта;
- определение мест стоянок крана, средств доставки бетонной смеси и площадок для приема смеси при бетонировании монолитных конструкций;
- обеспечение совместимости полезной емкости транспортных средств с емкостью бетоноприемного оборудования (бадей, пакета бадей);
- обеспечение интенсивности доставки бетонной смеси на строительную площадку заданному темпу бетонирования.



Самоходный стреловой кран для подачи бетонной смеси в опалубку выбирают по следующим техническим параметрам: грузоподъемности  $Q_{кр}$ , высоте подъема  $H_{кр}$  и вылету крюка  $L_{кр}$ .

Необходимая грузоподъемность крана  $Q_{кр}$  определяется по формуле

$$Q_{кр} = (Q_б + Q_{бл} + Q_{стр}) \cdot K_{гр}, \text{ т,}$$

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

$Q_{бл}$  – масса бадьи (прил. 17);

$Q$  – масса строповочного приспособления (в расчетах можно принять  $Q_{стр} = 0,1$  т);

$K_{гр}$  – коэффициент перегрузки, равный 1,2.

Требуемая высота подъема и вылет крюка крана определяются с расчетом, чтобы груз (бадья с бетонной смесью) свободно перемещался над выступающими частями опалубки фундаментов, подмостями и ограждениями с зазором не менее 0,5 м, а стрела крана при работе находилась на расстоянии не менее 1 м по горизонтали от этих конструкций.

Расчетная схема для определения требуемого вылета крюка  $L_{кр}$  при его стоянке на бровке котлована (траншее) приведена на рис. 5.

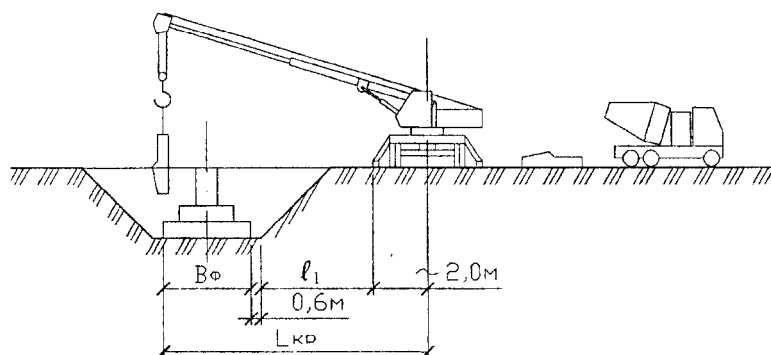


Рис. 5. Расчетная схема для определения требуемого вылета крюка крана

Расстояние  $l_1$  по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины можно принять по данным прил. 18.

Толщина укладываемого слоя бетонной смеси должна быть установлена в зависимости от степени армирования конструкций и применяемых средств уплотнения. При этом в проекте должны быть определены следующие технологические параметры: предельно допустимая высота свободного сбрасывания смеси в опалубку фундаментов; тип применяемых вибраторов для уплотнения бетонной смеси, глубина их погружения в бетонную смесь и

шаг перестановки; допустимая продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси.

Процесс выдерживания бетона в опалубке должен обеспечивать достижение в заданные сроки распалубочной прочности. Минимальная прочность бетона монолитных конструкций при распалубке вертикальных поверхностей – 0,2 – 0,3 МПа. Мероприятия по уходу за бетоном в процессе твердения излагаются в пояснительной записке.

На основании исходных данных для проектирования технологии производства работ определяются объемы работ по устройству фундаментов и их трудоемкость (табл. 4.1; 4.2).

Таблица 4.1  
*Объемы работ по устройству монолитных фундаментов*

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ на один фундамент	Общий объем работ
1	2	3	4	5

Таблица 4.2  
*Калькуляция трудовых затрат на устройство монолитных фундаментов*

№ п/п	Шифр норм	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Норма времени на ед. измерения, чел.-ч	Норма машинного времени на ед. измерения, маш.-ч	Затраты машинного времени на весь объем работ, маш.-смен	Затраты труда рабочих на весь объем работ, чел.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

В наименовании работ их следует записывать в том порядке, в каком они должны выполняться при устройстве монолитных фундаментов. Нормы времени определяются по сборникам ЕР на строительные работы в Республике Беларусь или по ЕНиР (сборник Е4 вып. 1) (прил. 19 – 21).

## 5. КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Земляные работы и работы по устройству монолитных фундаментов должны быть увязаны в единый технологический процесс графиком производства работ.

В соответствии с требованиями нормативных документов (СНБ 5.01.01-99) перерыв между окончанием разработки грунта и устройством фундамента (более 24 ч.), как правило, не допускается. При вынужденных перерывах должны быть приняты меры к сохранению природных свойств грунта, которые включают:

- защиту котлована от попадания поверхностных вод;
- исключение притока воды в котлован через дно;
- защиту грунта основания от промерзания в зимнее время.

До начала работ по устройству фундаментов подготовленное основание должно быть принято по акту комиссией с участием заказчика и генподрядчика.

При разработке календарного графика производства земляных работ и работ по устройству монолитных фундаментов (табл. 5.1) необходимо обеспечить максимальное сокращение сроков производства работ путем разбивки общего объема работ на отдельные захватки (участки) и совмещения выполнения отдельных работ во времени на различных захватках, исключения простоев машин и механизмов.

Таблица 5.1

*График производства работ*

№ п/п	Наименование строительных процессов	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел.-дн.	Состав звена, (проф., разряд, кол-во)	Продолжительность работы в сменах	Сменность работы	Рабочие дни					
								1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8						

Количество рабочих в звене определяется из условия, что процесс производства работ по устройству монолитных фундаментов выполняется комплексной бригадой. При определении состава комплексной бригады должны соблюдаться следующие требования: соответствие квалификации каждого исполнителя выполняемой работе, возможность совмещения профессий; полное использование рабочего времени каждого члена бригады.

В качестве ведущего звена в комплексной бригаде при возведении фундаментов принимается звено бетонщиков, непосредственно выполняющих укладку бетонной смеси в опалубку.

Рекомендации по количественному и квалификационному составу звеньев рабочих при устройстве монолитных фундаментов приведены в прил. 22.

Потребность в материально-технических ресурсах для выполнения комплексного процесса производства земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ определяется исходя из разработанной технологии и календарного графика производства работ (табл. 5.2).

Таблица 5.2

*Машины, механизмы, оборудование, приспособления и технологическая оснастка для производства земляных работ и устройства монолитных фундаментов*

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Назначение	Техническая характеристика	Количество на звено (бригаду), шт.
1	2	3	4	6	5

В таблице приводятся все машины, механизмы, оборудование и приспособления для производства работ. При этом необходимо учитывать обрачиваемость инвентарных приспособлений и численный состав бригады.

## **6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ**

### **6.1. Контроль качества земляных работ**

Мероприятия по контролю качества земляных работ должны включать проверку выполнения требований СНБ 5.01.01-99 «Основания и фундаменты зданий и сооружений» и СТБ 1164.0-99 «Основания и фундаменты зданий и сооружений. Контроль качества и приемка работ. Параметры контроля и состав контролируемых показателей».

При производстве земляных работ особое внимание следует обращать на:

- соблюдение необходимых недоборов грунта, недопущения переборов или выполнение восстановления нарушенного грунтового основания;
- недопущение нарушения структуры грунта при срезке недоборов, в том числе вручную;
- достижение достаточного и однородного уплотнения обратных засыпок.

В пояснительной записке должны быть изложены мероприятия по контролю качества земляных работ в привязке к конкретным условиям произ-

водства работ (в соответствии с заданием на проектирование и разработанной технологией).

## **6.2. Контроль качества работ при устройстве монолитных фундаментов**

Мероприятия по контролю качества работ при устройстве монолитных фундаментов включают: входной контроль качества материалов, пооперационный контроль качества выполняемых работ и приемочный контроль.

В проекте должны быть разработаны и изложены мероприятия, включающие:

- контроль качества устройства опалубки;
- контроль качества монтажа арматуры;
- контроль качества бетонной смеси при ее приемке на объекте;
- пооперационный контроль качества укладки и уплотнения бетонной смеси;
- контроль прочности бетона;
- приемочный контроль выполненных работ.

Требования к качеству монолитных конструкций изложены в СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

Разработанные мероприятия целесообразно изложить в пояснительной записке в табличной форме (табл. 6.1).

Таблица 6.1

### *Контроль качества работ при устройстве монолитных фундаментов*

№ п/п	Операции, подлежащие контролю	Состав контроля (что проверяется) и объем контроля	Способ контроля (как проверяется) и средства контроля	Исполнитель и сроки контроля
1	2	3	4	5

## **7. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ И БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ**

### **7.1. Производство земляных работ в зимних условиях**

Способы производства земляных работ в зимних условиях можно разделить на четыре группы: с предохранением грунта от промерзания; с рыхлением мерзлого грунта; с оттаиванием мерзлого грунта; разработка грунта в мерзлом состоянии.

Выбор способа разработки зависит от вида и размеров земляного сооружения, вида грунта и его состояния, сроков производства работ.

В курсовом проекте необходимо разработать технологию производства земляных работ в зимних условиях при глубине промерзания грунта – 70 см. При этом должны быть изложены следующие основные положения:

- принятый способ разработки мерзлого грунта (исходя из задания на проектирование);
- машины и механизмы для разработки грунта;
- последовательность выполнения работ, учитывая возможность замерзания грунта в забое;
- особенности производства работ при обратной засыпке и уплотнении грунта.

Необходимые технологические схемы, расчеты, текстовый материал приводятся в пояснительной записке.

## **7.2. Производство бетонных работ в зимних условиях**

При возведении монолитных железобетонных конструкций в зимних условиях применяют следующие способы выдерживания бетона: термос, термос с применением ускорителей твердения и противоморозных добавок, электродный прогрев конструкций, обогрев в греющей опалубке, предварительный разогрев бетонной смеси, обогрев греющими проводами и термоактивными гибкими покрытиями (ТАГП), индукционный прогрев.

Выбор способа зимнего бетонирования зависит, главным образом от вида конструкций, их модуля поверхности ( $M_n$ ) и температуры наружного воздуха (прил. 24). Технические требования при производстве бетонных работ в зимних условиях приведены в прил. 25.

При устройстве монолитных фундаментов состояние основания, на которое укладывается бетонная смесь, а также температура основания и способ укладки должны исключать возможность замерзания смеси в зоне контакта с основанием. При выдерживании бетона в конструкции методом термоса, а также при применении бетона с противоморозными добавками допускается укладывать смесь на неотогретое непучинистое основание (подготовку), если по расчету в зоне контакта на протяжении расчетного периода выдерживания бетона не произойдет его замерзания.

При невозможности соблюдения данного условия основание должно быть отогрето на глубину промерзания, либо на глубину 300 мм, если она более 300 мм. Пучинистые грунты основания отогревают во всех случаях на глубину промерзания, либо на 500 мм, если она более 500 мм.

Перед укладкой бетонной смеси поверхности арматуры и закладных деталей должны быть очищены от снега и наледи.

Неопалубленные поверхности конструкций следует укрывать паро- и теплоизоляционными материалами непосредственно по окончании бетонирования.

Температурный режим твердения бетона, а также конечную температуру бетона (к началу снятия опалубки) определяют в контрольной точке, расположенной на глубине 50 мм от поверхности бетона в среднем сечении по отношению к наибольшему размеру бетонируемой конструкции.

### 7.3. Расчет параметров режима выдерживания бетона монолитных фундаментов способом термоса

Бетонирование с применением способа термоса базируется на принципе использования тепла, введенного в бетон на стадии приготовления бетонной смеси и теплоты, выделяемой в процессе гидратации цемента (экзотермии цемента). При этом должны быть обеспечены условия твердения бетона при положительной температуре в его объеме в течении времени, достаточного для достижения им критической прочности.

Критической прочностью называют прочность, при которой замораживание бетона уже не может нарушить его структуру и повлиять на конечную прочность.

Способ термоса рекомендуется применять при возведении массивных железобетонных фундаментов с модулем поверхности ( $M_n$ ) до 6 и минимальной температуре наружного воздуха до минус 15°C (прил. 24).

Расчет параметров режима выдерживания бетона способом термоса выполняется в следующей последовательности.

1. Определяется модуль поверхности бетонируемой конструкции

$$M_n = \frac{F_{\text{охл}}}{V_b},$$

где  $F_{\text{охл}}$  — сумма площадей охлаждаемых поверхностей конструкции, м<sup>2</sup>;  
 $V_b$  — объем бетона в конструкции, м<sup>3</sup>.

При определении  $F_{\text{охл}}$  ориентировочно принять, что коэффициент теплопередачи в грунт и опалубку равны, т.е. площадь соприкосновения конструкции с грунтом учитывается при вычислении  $F_{\text{охл}}$ .

2. Определяется начальная средняя температура бетона ( $t_{б,н}$ ) после укладки бетонной смеси в опалубку, ее уплотнения, заглаживания и теплоизоляции охлаждаемых поверхностей.

$$t_{б,н} = t_3 - \sum_{i=1}^n \Delta t_{\text{тп}i} (t_3 - t_{н,в}), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $t_3$  — расчетная температура бетонной смеси после окончания загрузки в автобетоносмеситель, °C;  
 $t_{н,в}$  — расчетная температура наружного воздуха, °C (со знаком минус);  
 $\Delta t_{\text{тп}i}$  — относительные величины снижения температуры на отдельной операции технологического цикла (транспортирование, укладка, уплотнение, теплоизоляция поверхности), дол. ед.;

$$\Delta t_{\text{тp}_i} = \Delta t'_{\text{тp}_i} \cdot \tau_{\text{тp}_i}, \text{ дол. ед.},$$

где  $t'_{\text{тp}}$  – относительное снижение температуры бетонной смеси в процессе выполнения отдельной операции за 1 минуту при разнице температур смеси и наружного воздуха в  $1^\circ\text{C}$  ( $1^\circ\text{C}/^\circ\text{C}\cdot\text{мин}$ ) (прил. 26);

$\tau_{\text{тp}}$  – продолжительность операции, мин.

Время транспортирования бетонной смеси:

$$\tau_{\text{тp}} = \frac{L_{\text{тp}}}{V_{\text{сp}}} \cdot 60, \text{ мин},$$

где  $L_{\text{тp}}$  – расстояние транспортирования, км;

$V_{\text{сp}}$  – средняя скорость транспортирования, принимаемая равной 30 и 15 км/ч для дорог с жестким и мягким покрытием соответственно.

Относительное снижение температуры бетонной смеси в процессе транспортирования

$$\Delta t_{\text{тp}} = \Delta t'_{\text{тp}} \cdot \tau_{\text{тp}}, \text{ дол. ед.}$$

Время выгрузки бетонной смеси в приемное устройство (бадью, бункер):

$$\tau_{\text{выгр}} = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{выгр}}}, \text{ мин},$$

где  $V_{\text{б}}$  – объем бетона в автобетоносмесителе,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{выгр}}$  – скорость выгрузки,  $\text{м}^3/\text{мин}$  (для автобетоносмесителей принимается равной 1,0 – 2,0  $\text{м}^3/\text{мин}$ ).

Относительное снижение температуры бетонной смеси в процессе выгрузки:

$$\Delta t_{\text{выгр}} = \Delta t'_{\text{выгр}} \cdot \tau_{\text{выгр}}, \text{ дол. ед.}$$

Время укладки и уплотнения бетона определяют по формуле

$$\tau_{\text{y}} = \frac{V_{\text{б}}}{\Pi}, \text{ мин},$$

где  $V_{\text{б}}$  – объем укладываемого бетона,  $\text{м}^3$ ;

$\Pi$  – производительность укладки бетонной смеси,  $\text{м}^3/\text{мин}$ .

При укладке и уплотнении бетонной смеси с использованием глубоких вибраторов производительность определяется по формуле



$$\Pi = 2K_n \cdot v \cdot R \cdot h \cdot \frac{60}{\tau_v + \tau_{пер}}, \text{ м}^3/\text{мин},$$

- где  $K_n$  – коэффициент использования вибратора, принимаемый равным 0,85;
- $v$  – ширина слоя уплотняемой смеси в опалубке, м (при  $v > R$ , принимают равным  $R$ );
- $R$  – радиус действия вибратора, м (в расчетах допускается принимать  $R \sim 0,3 \dots 0,5$  м);
- $h$  – высота слоя уплотняемого бетона, м (в расчетах принимается 0,25 – 0,3 м);
- $\tau_v$  – минимально необходимое время вибрирования (можно принять равным 25 с);
- $\tau_{пер}$  – время перестановки вибратора (5...10 с).

Относительное снижение температуры бетонной смеси в процессе укладки и уплотнения:

$$\Delta t_{у} = \Delta t'_{укл} \cdot \tau_{укл} + \Delta t'_{упл} \cdot \tau_{упл}, \text{ дол. ед.}$$

Относительное снижение температуры бетонной смеси на финишных работах (заглаживание и теплоизоляция поверхности)  $\Delta t_{\phi}$  определяется из условия

$$\Delta t_{\phi} = 0,001 \cdot F_n, \text{ дол. ед.},$$

где  $F_n$  – площадь отделяемой (теплоизолируемой) поверхности, м<sup>2</sup>.

3. Определяется средняя температура бетона  $t_{б,ср}$  за период твердения по формуле

$$t_{б,ср} = t_{б,к} + \frac{t_{б,н} - t_{б,к}}{1,03 + 0,18M_n + 0,006(t_{б,н} - t_{б,к})}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $t_{б,к}$  – расчетная температура бетона к моменту окончания выдерживания (для способа термоса  $t_{б,к} = +5^\circ\text{C}$ )

4. Определяется время, необходимое для набора бетоном требуемой прочности к моменту замерзания,  $\tau_{пр}$ , ч (прил. 27).

5. Определяется расчетное время остывания бетона, с учетом экзотермии цемента по формуле

$$\tau_{ост} = \frac{C_b \cdot \gamma_b (t_{б,н} - t_{б,к}) + \Pi \mathcal{E}}{3,6 \cdot M_n \cdot (t_{б,ср} - t_{н,в}) K_o}, \text{ ч},$$

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

$\gamma_b$  – средняя плотность бетона (2400 кг/м<sup>3</sup>);

$\mathcal{E}$  – тепловыделение 1 кг цемента при твердении бетона, кДж/кг (прил. 28);

$K_0$  – коэффициент теплопередачи опалубки, Вт/м<sup>2</sup>·°С (прил. 29);  
 $t_{н,в}$  – температура наружного воздуха, °С.

В случае, если время остывания бетона  $\tau_{ост} \geq \tau_{пр}$ , то утепления опалубки не требуется. В противном случае определяется требуемый коэффициент теплопередачи опалубки  $K_0^{тр}$  по формуле:

$$K_0^{тр} = \frac{C_б \cdot \gamma_б \cdot (t_{б,н} - t_{б,к}) + ЦЭ}{3,6 \cdot M_н \cdot \tau_{ост} \cdot (t_{б,ср} - t_{н,в})}$$

Необходимая толщина утеплителя  $\delta_{ут}$  определяется по формуле:

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} \left[ \frac{1}{K_0^{тр}} - \left( \frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right], \text{ м,}$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплопередачи у наружной поверхности опалубки, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) (прил. 30);

$\delta_i$  – толщина слоя опалубки, м;

$\lambda_{ут}$  – коэффициент теплопроводности материала утеплителя и слоя опалубки, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимается по прил. 31.

Данные о коэффициентах теплопередачи опалубок различной конструкции в зависимости от скорости ветра приведены в прил. 29.

На основании выполненных расчетов окончательно определяется конструкция опалубки и способы утепления открытых поверхностей фундамента.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ**

При производстве земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ необходимо предусматривать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда. Они разрабатываются на основании СНиП Ш.4-80\* «Техника безопасности в строительстве» и излагаются в виде конкретных указаний.

При разработке технологии производства земляных работ должны быть учтены требования техники безопасности, обусловленные возможным наличием в зоне производства работ подземных коммуникаций, а также возможного движения людей и транспорта вблизи разрабатываемых выемок. Особое внимание должно быть уделено мероприятиям по обеспечению устойчивости откосов земляных сооружений.

При проектировании технологии устройства монолитных фундаментов необходимо разработать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда рабочих при:

- монтаже и демонтаже опалубки;
- монтаже арматуры;
- подаче и уплотнении бетонной смеси;

– работе и перебазировке строительных кранов.

Все разработанные мероприятия подробно излагаются в пояснительной записке, а основные их положения в графической части проекта совместно с технологическими схемами производства работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология, механизация и автоматизация строительства / Под ред. С.С. Атаева, С.Я. Луцкого. –М., Высшая школа, 1990. –590 с.
2. Технология строительных процессов / Под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. –М., «Высшая школа», 2001. –463 с.
3. Штоль Т.М., Теличенко В.И., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. М., Стройиздат, 1990. –286 с.
4. П2–2000 к СНиП 3.03.01-87. Производство бетонных работ на строительной площадке. Мн., 2001. –50 с.
5. П16–03 к СНБ 5.01.01-99. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ. Мн.
6. Руководство по производству бетонных работ. –М., Стройиздат, 1975. – 320 с.
7. Сборники ЕР на строительные конструкции и работы для строительства в Республике Беларусь (сборник 1 «Земляные работы», сборник 6 «Бетонные и железобетонные работы»), Мн. 1992.
8. ЕНиР (сборник Е2 вып. 1 «Механизированные и ручные земляные работы», сборник Е4 вып. 1 «Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций), М. 1987. –88 с.
9. СНиП III-4-80\* «Техника безопасности в строительстве». М., Стройиздат, 1981. –255 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

*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  
монолитных фундаментов»**

Исполнитель \_\_\_\_\_ /Фамилия, инициалы/  
подпись

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

Руководитель \_\_\_\_\_ /Фамилия, инициалы/  
подпись

Минск 2005

Приложение 2

*Крутизна естественных откосов выемок*

Грунты	Наибольшая крутизна откоса (1 : m) при глубине выемки, м, до		
	1,5	3,0	5,0
Песчаные и гравийные	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1
Супесь	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
Суглинок	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75
Глина	1 : 0	1 : 0,25	1 : 0,5

*Примечание:* 1 : m – отношение высоты к заложению.

Приложение 3

*Допустимые недоборы грунта в основании, см, при разработке одноковшовыми экскаваторами*

Рабочее оборудование экскаватора	Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	
	0,25 – 0,4	0,5 – 0,65
Обратная лопата	10	15
Драглайн	15	20

Приложение 4

*Показатели разрыхления грунтов*

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина мягкая жирная	24 – 30	4 – 7
Гравийно-песчаные грунты	16 – 20	5 – 8
Растительный грунт	20 – 25	3 – 4
Песок	10 – 15	2 – 5
Суглинок легкий	18 – 24	3 – 6
Суглинок тяжелый	24 – 30	5 – 8
Супесь	12 – 17	3 – 5

Приложение 5

*Техническая характеристика экскаваторов с гидравлическим приводом, оборудованных обратной лопатой*

Показатель	Ед. измерения	ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В			ЭО-5015А, ЭО-3121Б, Э5015Б		ЭО-4321		ЭО-4121А
Вместимость ковша	м <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,63	0,5	0,4	0,65	0,65	
Наибольшая глубина копания	м	5	4,2	4,3	4,5	6,7	5,5	5,8	
Наибольший радиус копания	м	8,2	7,5	7,6	7,3	10,16	8,95	9	
Наибольшая высота выгрузки	м	5,2	4,8	4,7	3,9	6,18	5,6	5	

Приложение 6

*Технические характеристики автосамосвалов*

Наименование показателей	Ед. измерения	Марка автосамосвала					
		МАЗ-551	МАЗ 503Б	КАМАЗ 5511	КАМАЗ 55102	КрАЗ 222	КрАЗ 256Б
Грузоподъемность	т	8,0	7,0	9,0	10,0	10	11
Емкость кузова	м <sup>3</sup>	5,1	5,0	6,6	7,9	7,5	6,5
Ширина колеи	мм	2600	2600	2600	2600	2650	2650
Погрузочная высота	мм	2780	2100	2760	2900	2790	2640

Приложение 7

*Минимальная глубина забоя для экскаваторов, оборудованных обратной лопатой*

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Глубина забоя в грунтах, м	
	несвязных	связных
0,25	1,2	1,8
0,5	1,5	2,0
0,65	2,0	2,5

Приложение 8

*Средняя скорость движения автомобилей-самосвалов, км/час, при перевозке грунта*

Характеристика дороги	Грузоподъемность автосамосвала, т		
	3,5	6	10
Дороги усовершенствованные, щебеночные и грунтовые накатанные	30	25	20
Дороги грунтовые ненакатанные	25	20	18

Приложение 9

*Разработка грунта в котлованах и траншеях экскаваторами с обратной лопатой. Нормы времени на 100 м<sup>3</sup> грунта, маш.-час. (§ E2-1-11)*

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта					
	С погрузкой в транспортные средства			В отвал		
	Группа грунта					
	I	II	III	I	II	III
0,25	4,5	5,9	7,8	3,8	5,0	6,7
0,4	3,2	4,1	5,2	2,5	3,3	4,2
0,5	2,8	3,4	4,2	2,2	2,7	3,3
0,63 – 0,65	2,1	2,6	3,2	1,8	2,1	2,8

Приложение 10

*Срезка растительного слоя бульдозерами. Нормы времени на 1000 м<sup>3</sup> очищенной поверхности, маш.-час. (§ E2-1-5)*

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунтов	
		I	II
Т-100	ДЗ-8	0,84	1,8
	Д-159, ДЗ-18	0,69	1,5
Т-13	ДЗ-28	0,66	1,4
Т-180	ДЗ-24А ДЗ-35С ДЗ-9	0,6	1,3

Приложение 11

*Засыпка траншей и котлованов бульдозерами. Нормы времени на 100 м<sup>3</sup> грунта, маш.-час. (§ E2-1-34)*

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта					
		до 5 м			добавлять на каждые следующие 5 м		
		Группа грунта					
		I	II	III	I	II	III
Т-74	ДЗ-29	0,66	0,77	0,9	0,37	0,38	0,39
Т-100	ДЗ-8	0,35	0,43	0,49	0,18	0,19	0,2
	Д-259 ДЗ-18	0,31	0,38	0,43	0,16	0,17	0,18
	ДЗ-9	0,25	0,28	0,32	0,11	0,12	0,13

Приложение 12

*Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной.  
Нормы времени на 100 м<sup>3</sup> уплотненного грунта за один проход,  
маш.-час. (§ E2-1-33)*

Толщина уплотняемого слоя, м	Заданная скорость перемещения машины, м/ч	
	100	150
До 0,5	1,7	1,2
Св. 0,5 до 0,6	1,5	0,99
До 0,7	1,3	0,85
До 0,8	1,1	0,75
До 0,9	0,98	0,66
До 1,0	0,88	0,59

Приложение 13

*Трамбование грунта.  
Нормы времени на 100 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности (слоя), чел.-час.  
(§ E2-1-59)*

Трамбование		Группа грунта	
		I, II	III, IV
Электрической трамбовкой с башмаками: (толщина уплотняемого слоя 20...40 см)	круглым	2,3	2,8
	квадратным	1,9	2,2

Приложение 14

*Разработка грунта вручную.  
Нормы времени на 1 м<sup>3</sup> грунта, чел.-час. (§ E2-1-47)*

Глубина разработки слоя, м	Группа грунта		
	I	II	III
До 1,0	0,85	1,3	1,9



*Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом*

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залежании, кг/м <sup>3</sup>	Разработка грунта	
		экскаваторами одноковшовыми	бульдозерами
<b>1. Глина:</b>			
жирная мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II
то же с примесью щебня, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1750	II	III
жирная мягкая с примесью щебня, гальки или строительного мусора св. 10%	1900	III	II
<b>2. Грунт растительного слоя:</b>			
без корней и примесей	1200	I	I
с корнями кустарника и деревьев	1200	I	II
<b>3. Песок:</b>			
без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1600	I	II
то же, с примесью св. 10% по объему	1700	I	II
<b>4. Суглинок:</b>			
легкий, лессовидный без примесей	1700	I	I
легкий и лессовидный с примесью щебня, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1700	I	I
то же св. 10% по объему	1750	II	II
тяжелый без примесей и с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1750	II	II
то же с примесью св. 10% по объему	1950	III	II
<b>5. Супесь:</b>			
без примесей, а также с примесью гравия, гальки, щебня или строительного мусора до 10% по объему	1650	I	II
то же св. 10% по объему	1850	I	II

*Оборудование для механизированного уплотнения грунтов  
обратных засыток*

Тип и марка уплотняющих машин и механизмов	Вид уплотняемого грунта	Толщина уплотняемого грунта, $h_y$ , мм	Число проходов (ударов) при значениях коэффициента уплотнения $K_{с\text{от}}$	
			от 0,98 до 0,97	от 0,96 до 0,95
Трамбовки (свободно падающие подвесные к экскаватору, высота сбрасывания 6 м) диаметром, м:				
1,2 (масса 2500 кг)	<u>Песчаный</u> Глинистый	<u>1400</u> 1200	16	12
1,4 (масса 3500 кг)	То же	<u>1600</u> 1400	16	12
1,2 (масса 2500 кг)	- " -	<u>1800</u> 1600	16	12
Виброплиты самопередвигающиеся:				
SVP-12,5	Песчаный	200	4	3
SVP-25	- " -	300	4	3
SVP-31,5	- " -	400	4	3
SVP-63,1	- " -	500	4	3
BSD-31,5	- " -	700	4	3
BSD-63	- " -	800	4	3
GSD-22	- " -	300	4	3
Трамбовки электрические:				
ИЭ-4504	<u>Песчаный</u> Глинистый	<u>350</u> 250	4	3
ИЭ-4502	То же	<u>250</u> 200	4	3
ИЭ-4505	- " -	<u>100</u> 50	4	3
Вибротрамбовки самопередвигающиеся:				
ВУТ-5	Песчаный	200	4	3
ВУТ-4	- " -	300	4	3
ВУТ-3	- " -	400	4	3
СВТ-3МП	- " -	300	4	3
Виброплиты (подвесные к крану или экскаватору):				
ВПП-2	Песчаный	800	30	25
ВПП-3	- " -	600	30	25
ВПП-5	- " -	600	30	25
ВПП-6	- " -	500	30	25
Вибротрамбовка ПВТ-3 (подвесная к крану или экскаватору)	<u>Песчаный</u> Глинистый	<u>800</u> 600	30	25

Приложение 17

*Технические характеристики поворотных бадей конструкции ЦНИИОМТП  
(унифицированный ряд)*

Наименование показателей	Единица измерения	Номинальная емкость бадей, м <sup>3</sup>			
		0,5	1,0	1,5	2,0
Габаритные размеры					
длина	мм	3260	3512	4014	3600
ширина	мм	750	1232	1232	2250
высота	мм	1040	1040	1040	1040
Масса	кг	315	490	617	880
Допустимая перегрузка по емкости для бетонной смеси	% номинальной емкости	30	25	15	25

Приложение 18

*Расстояние от основания откоса выемки до ближайшей опоры машин*

Глубина выемки, м	Вид грунта			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины (крана), м			
1	1,5	1,25	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5
3	4,0	3,6	3,25	1,75
4	5,0	4,4	4,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5

Приложение 19

*Установка и разборка опалубки фундаментов.  
Нормы времени на 1 м<sup>2</sup> поверхности опалубки,  
соприкасающейся с бетоном, чел.-час. (§ Е-4-1-34)*

Площадь щитов, м <sup>2</sup>		Установка опалубки	Разборка опалубки	
		Щитовой	Щитовой	Из досок
Деревянные щиты	до 1	0,62	0,15	0,19
	до 2	0,51	0,13	0,16
	св. 2	0,4	0,1	0,12

Приложение 20

*Установка арматурных сеток и каркасов вручную.  
Нормы времени на 1 сетку или каркас, чел.-час. (§ Е-4-1-44)*

Состав работы	Масса сеток, кг до		
	20	50	100
Подноска сеток. Установка сеток или каркасов в опалубку. Выверка установленных сеток или каркасов.	0,17	0,24	0,36

Укладка бетонной смеси в конструкции (массивы и отдельные фундаменты).  
 Нормы времени на 1 м<sup>3</sup> бетона или железобетона в деле, чел.-час.  
 (§ E-4-1-49)

Способ подачи бетонной смеси	Норма времени, чел.-час.	
1. Краном в бадьях в конструкции объемом, м <sup>3</sup>	до 3,0	0,42
	до 5,0	0,34
	до 10	0,33
	до 25	0,26
	до 30	0,23
св. 30	0,22	

Приложение 22

Рекомендуемый состав звена рабочих при производстве опалубочных, арматурных и бетонных работ

Наименование работ	Состав звена	
	Профессия и разряд	
1. Опалубочные работы		
устройство опалубки	Плотник 4 р. – 1 чел.	
	Плотник 2 р. – 1 чел.	
разборка опалубки	Плотник 3 р. – 1 чел.	
	Плотник 2 р. – 1 чел.	
2. Установка арматурных сеток	Арматурщик 3 р. – 1 чел.	
	Арматурщик 2 р. – 1 чел.	
3. Укладка и уплотнение бетонной смеси.	Бетонщик 4 р. – 1 чел.	
	Бетонщик 2 р. – 1 чел.	

Приложение 23

Технические характеристики автобетоносмесителей, выпускаемых предприятиями стран СНГ

Показатель	Марка автобетоносмесителя							
	СБ-69Б	СБ-92-1А	СБ-159	СБ-127	АМ-6 (АС-6ЕН)	42184-03	СБ-130 (СБ-132)	АМ-9НА
Вместимость смесительного барабана по готовому замесу, м <sup>3</sup>	2,5	4	5	6	6	6	8	9
Геометрический объем смесительного барабана, м <sup>3</sup>	6	6,1	8	10	10	11,6	12	15
Шасси	МАЗ-503	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КрАЗ-250	Седельный тягач	КамАЗ-5412	КрАЗ-258
Габаритные размеры, мм:								
длина	6630	7280	7380	7380	9930	2630	11200	11870
ширина	2630	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2630
высота	3420	3350	3520	3480	3640	3500	3650	3800

*Способы выдерживания бетона при бетонировании конструкций  
в зимних условиях*

Вид конструкций	Минимальная температура воздуха, °С до	Способ бетонирования
Массивные бетонные и железобетонные фундаменты, блоки, массивные стены и т.п. с модулем поверхности до 6	– 15	Термос, в том числе с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения
То же	– 25	Термос с применением ускорителя твердения бетона Термос с применением противоморозных добавок Обогрев в греющей опалубке Предварительный разогрев бетонной смеси Периферийный электропрогрев
Колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, свайные ростверки, стены и перекрытия с модулем поверхности 6...10	– 15	Термос с применением противоморозных добавок, обогрев в греющей опалубке, греющими проводами с применением ускорителей твердения Предварительный разогрев бетонной смеси, индукционный прогрев
То же	– 25	Обогрев в греющей опалубке, греющими проводами и термоактивными гибкими покрытиями (ТАГП) с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения

*Технические требования при выполнении бетонных работ  
в зимних условиях*

Технические требования	Величина показателя
1. Прочность бетона монолитных и сборно-монолитных конструкций к моменту замерзания (критическая прочность):	
для бетона без противоморозных добавок:	
– конструкций, эксплуатирующихся внутри зданий, фундаментов под оборудование, не подвергающихся динамическим воздействиям;	Не менее 5 МПа
– конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям в процессе эксплуатации, для класса:	Не менее, % проектной прочности:
С 8/10	50
С 12/15...С 20/25	40
С 25/30 и выше	30
– в преднапряженных конструкциях	80
для бетона с противоморозными добавками	К моменту охлаждения бетона до температуры, на которую рассчитано количество добавок, не менее 20% проектной прочности
2. Загружение конструкций расчетной нагрузкой допускается после достижения бетоном прочности	Не менее 100% проектной
3. Температура воды и бетонной смеси на выходе из смесителя, приготовленной:	
на портландцементе, шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе марок ниже М600	Воды не более 70°C Смеси не более 35°C
на быстротвердеющем портландцементе и портландцементе марки М600 и выше	Воды не более 60°C Смеси не более 30°C
на глиноземном портландцементе	Воды не более 40°C Смеси не более 25°C
4. Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, к началу выдерживания или термообработки:	
при методе термоса	Устанавливается расчетом, но не ниже 5°C
с противоморозными добавками	Не менее чем на 5°C выше температуры замерзания раствора затворения
при тепловой обработке	Не ниже 0°C

Относительное снижение температуры  $\Delta t'_{тр}$  в процессе выполнения отдельных операций за 1 минуту при разнице температур смеси и наружного воздуха в 1 °С

№ п/п	Наименование и условия выполнения операций	$\Delta t'_{тр}$ °С/°С мин
1	2	3
1	Загрузка (погрузка или перегрузка) смеси 1 раз	0,032
2	Транспортирование смеси:	
	самосвалами:	
	до 2 м <sup>3</sup>	0,003
	до 3,2 м <sup>3</sup>	0,0025
	автобетоновозом с теплоизоляцией кузова (до 3,2 м <sup>3</sup> )	0,00022
	автобетоносмесителями:	
	до 2,5 м <sup>3</sup>	0,0024
	до 3,5 м <sup>3</sup>	0,0019
	до 5 м <sup>3</sup>	0,0014
	более 5 м <sup>3</sup>	0,001
	то же в зимнем исполнении	0,0004
3	Подача смеси к месту укладки в опалубку:	
	– нагнетательные методы, по бетоноводу на 1 м длины без утепления	0,003
	– с утеплением	0,001
	– в поворотных (неповоротных) бункерах (бадьях) краном на высоту Н, м, на каждый метр	0,0022
4	Укладка и уплотнение бетона в конструкции с минимальным размером (толщиной) слоя бетона, м:	
	0,06	0,03
	0,10	0,018
	0,15	0,012
	0,2	0,009
	0,3	0,007
	0,4	0,006
	0,5	0,004
	≥0,6	0,003
5	Отделка (заглаживание) и гидротеплоизоляция поверхности, на 1 м <sup>2</sup>	0,001

Приложение 27

*Изменение прочности бетона (% от проектной прочности)  
в процессе твердения в зависимости  
от средней температуры и возраста бетона*

Бетон	Возраст, сут	Средняя температура бетона, °С					
		0	5	10	20	30	40
i	2	3	4	5	6	7	8
Класс С12/15...С20/25 на ПЦ М400	1	5	9	12	23	35	45
	2	12	19	25	40	55	65
	3	18	27	37	50	65	77
	5	28	38	50	65	80	90
	7	35	48	58	75	90	100
	14	50	62	72	90	100	—
	28	65	77	85	100	—	—
Класс С25/30 на ПЦ М500	1	8	12	18	28	40	55
	2	16	22	32	50	63	75
	3	22	32	45	60	74	85
	5	32	45	58	74	85	96
	7	40	55	66	82	92	100
	14	57	70	80	92	100	—
	28	70	80	90	100	—	—
Класс С30/37; С35/45 на ПЦ М600	1	8	13	21	32	45	59
	2	17	25	36	52	65	75
	3	23	35	45	62	75	85
	5	34	47	58	75	83	90
	7	42	57	68	85	90	100
	14	58	73	82	95	100	—
	28	71	83	92	100	—	—
Класс С12/15...С20/25 на ПЦ М400	1	3	6	10	16	30	40
	2	8	12	18	30	40	60
	3	13	18	25	40	55	70
	5	20	27	35	55	65	85
	7	25	34	43	65	70	100
	14	35	50	60	80	96	—
	28	45	65	80	100	—	—
Аглопоритобетон класса С12/15 на ПЦ М400	1	3	6	10	24	48	61
	2	11	13	26	50	65	76
	3	20	24	40	62	75	86
	7	37	45	53	80	91	97
	28	67	73	82	100	—	—
Керамзитобетон класса С12/15 на ПЦ М400	1	3	5	10	25	50	61
	2	9	14	24	50	63	75
	3	18	23	37	63	73	85
	7	35	48	58	80	91	97
	28	65	79	63	100	—	—



Приложение 28

*Тепловыделение цемента в зависимости от температуры и времени твердения*

Вид и марка	Температура, °С	Тепловыделение цемента, кДж/кг, за время твердения, сут.:							
		0,25	0,5	1	2	3	7	14	28
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	–	–
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	161	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	–	–

Приложение 29

*Коэффициенты теплопередачи опалубок различной конструкции*

Тип опалубки	Материал слоев опалубки	Толщина слоя, мм	Коэффициент К, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) при скорости ветра, м/с		
			0	5	15
1	Доска	25	2,44	5,2	5,98
2	Доска	40	2,03	3,6	3,94
3	Доска	25	1,8	3	3,25
	Толь	–			
	Доска	25			
4	Доска	25	0,67	0,8	0,82
	Пенопласт	30			
	Фанера	4			
5	Доска	25	0,87	1,07	1,1
	Толь	–			
	Вата минеральная	50			
	Фанера	4			
6	Металл	3	1,02	1,27	1,33
	Вата минеральная	50			
	Фанера	4			
7	Толь	–	0,74	0,89	0,9
	Опилки	100			
8	Толь	–	1,27	1,77	1,87
	Шлак	150			
9	Толь	–	1,01	1,31	1,37
	Вата минеральная	50			

Приложение 30

Коэффициент теплопередачи  $\alpha$  у наружной поверхности опалубки

Скорость ветра м/с	0	5	10	15	20
Значение $\alpha$	3,77	26,56	33,18	43,15	52,5

Приложение 31

Теплофизические характеристики строительных и теплоизоляционных материалов

№ п/п	Материал	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии $\lambda_0$ , Вт/(м·°С)	Расчетная величина коэффициента теплопроводности $\lambda_0$ , Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость в сухом состоянии $C_0$ , кДж/(кг·°С)
1	2	3	4	5	6
1	Железобетон ( $W_m = 3\%$ )	2500	1,68	2,03	0,84
2	Бетон на гравии или щебне из природного камня ( $W_m = 3\%$ )	2400	1,56	1,86	0,84
3	Керамзитобетон ( $W_m = 10\%$ )	1600	0,52	0,75	0,84
4	То же	600	0,16	0,23	0,84
5	Шлак	600	0,14	0,29	—
6	Вата минеральная ( $W_m = 5\%$ )	100	0,04	0,49	0,76
7	То же	150	0,049	0,055	0,76
8	Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом связующем ( $W_m = 5\%$ )	100	0,046	0,052	0,76
9	То же	175	0,051	0,06	0,76
10	Плиты мягкие и полужесткие минераловатные на битумном связующем ( $W_m = 5\%$ )	100	0,046	0,052	0,92
11	То же	200	0,058	0,067	0,92
12	То же	300	0,069	0,081	0,92
13	Маты минераловатные прошивные, МРТУ 7-19-68	100	0,044	0,048	0,76
14	То же	200	0,53	0,06	0,76
15	Маты минераловатные, рулонированные, на синтетическом связующем, ТУ 36-917-67 ММСС СССР ( $W_m = 5\%$ )	50	0,039	0,46	0,75
16	То же	75	0,043	0,049	0,76

Продолжение приложения 31

1	2	3	4	5	6
17	Маглы и полосы из стек- лянного волокна ( $W_m = 5\%$ )	175	0,049	0,56	0,84
18	Хвойные породы (попе- рек волокон) ( $W_m = 20\%$ )	500	0,093	0,17	2,52
19	Лиственные породы (по- перек волокон)	700	0,104	0,23	2,52
20	Фанера клеевая ( $W_m = 5\%$ )	600	0,116	0,17	2,52
21	Плиты древесноволокни- стые и древесностружеч- ные ( $W_m = 12\%$ )	1000	0,15	0,29	2,1
22	То же	600	0,104	0,16	2,1
23	То же	400	0,081	0,14	2,1
24	То же	200	0,058	0,08	2,1
25	Опилки	250	0,069	0,24	2,5
26	Пенопласт плиточный ( $W_m = 10\%$ )	74	0,041	0,043	1,34
27	Пенопласт плиточный ( $W_m = 10\%$ )	100	0,041	0,043	1,34
28	То же ( $W_m = 5\%$ )	150	0,46	0,49	1,34
29	То же	200	0,58	0,6	1,34
30	Пенопласт плиточный ПХВ-1 ( $W_m = 10\%$ )	100	0,046	0,05	1,26
31	То же	125	0,058	0,62	1,26
32	Пенопласт плиточный ( $W_m = 10\%$ )	75	0,041	0,044	1,26
33	То же	125	0,046	0,05	1,26
34	Картон строительный многослойный «Энсонит»	650	0,12	0,17	1,34
35	Рубероид, пергамин кро- вельный, толь кровель- ный	600	0,17	0,17	1,47
36	Сталь	7800	58	-	0,48

Учебное издание

Громов Игорь Николаевич  
Павлович Виктор Викторович  
Ратушный Георгий Степанович

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ  
И УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

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

---

Технический редактор М.И. Гриневич

Подписано в печать 22.02.2005.  
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,09. Тираж 225. Заказ 78.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.  
ЛИ № 02330/0056957 от 01.04.2004.  
220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.