

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

---

Кафедра Технологии строительного производства

## **Возведение фундаментов из монолитного железобетона с производством земляных работ**

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительных процессов» для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство»

Нижегород – 2011

**УКД 69.05: 693.002**

Возведение фундаментов из монолитного железобетона с производством земляных работ.

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительных процессов» студентами специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство». – Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2011. – 47 стр.

В методических указаниях изложена методика проектирования технологии производства земляных, опалубочных и бетонных работ при возведении фундаментов из монолитного железобетона.

Ил. 14, табл 14, библиогр. 14 назв.

Составители:

Киргизов А.М.,

Серов К.А.,

Хряпченкова И.Н.

Рецензент: Стойчев В.Б.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Технологии строительного производства

© Киргизов А.М., 2011.

© Серов К.А, 2011.

© Хряпченкова И.Н., 2011.

© ННГАСУ, 2011.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ЗАДАНИЕ</b> .....	4
<b>2 СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b> .....	4
<b>3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ</b> .....	5
3.1 Изучение исходных данных .....	5
3.2 Выбор формы земляного сооружения .....	5
3.3 Определение объёмов работ .....	7
3.4 Проектирование производства земляных работ .....	12
3.4.1 Комплект машин для разработки и транспортирования грунта .....	12
3.4.2 Выбор машины для срезки грунта растительного слоя и зачистки дна котлована .....	13
3.4.3 Технологические схемы производства земляных работ .....	14
3.5 Проектирование производства работ по устройству фундаментов .....	18
3.5.1 Опалубочные и арматурные работы .....	18
3.5.2 Транспортирование и подача в блоки бетонирования бетонной смеси .....	23
3.5.3 Выбор комплекта машин, оборудования и приспособлений для производства бетонных работ .....	23
3.5.4 Технологические схемы производства бетонных работ .....	27
3.6 Безопасность труда при производстве земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ .....	27
3.7 Определение трудоемкости работ. Составление графика производства работ .....	27
3.8 Требования к качеству и приёмке работ .....	28
3.9 Потребность в материальных ресурсах и рабочих кадрах .....	29
3.10 Техничко-экономические показатели .....	29
3.11 Оформление курсового проекта .....	29
<b>4 ЗАЩИТА ПРОЕКТА</b> .....	30
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	31
Приложение А .....	32
Приложение Б .....	32
Приложение В .....	33

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения курсового проекта является расширение и углубление знаний, получаемых студентами в ходе теоретического изучения курса «Технология строительных процессов», а также приобретение навыков самостоятельного проектирования производства строительно-монтажных работ.

Выполнение курсового проекта охватывает основные элементы технологических карт на производство работ нулевого цикла при строительстве одноэтажного или многоэтажного каркасного здания: устройство земляных выемок и столбчатых монолитных фундаментов.

### 1 ЗАДАНИЕ

Задание на выполнение курсового проекта содержит следующие исходные данные:

- конструкция и размеры фундаментов каркасного промышленного здания;
- рельеф площадки строительства;
- характеристика грунта;
- дальность отвозки грунта и транспортирования бетонной смеси.

Производство работ проектируется в летних условиях.

### 2 СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта, согласно [10], включает решение следующих вопросов (табл.2.1).

Таблица 2.1 – Состав работ в курсовом проекте

Раздел технологической карты по МДС 12-29.2006	Вопросы, решаемые в курсовом проекте
1	2
Область применения. Общие положения. Организация и технология выполнения работ. Требования к качеству работ. Потребность в материально-технических ресурсах.	Изучение исходных данных. Выбор формы земляного сооружения. Определение объемов работ. Выбор комплекта машин для производства земляных работ. Выполнение технологических схем производства земляных работ. Выбор способов производства опалубочных, арматурных и бетонных работ. Выполнение технологических схем производства опалубочных, арматурных и бетонных работ. Определение контролируемых параметров, составление таблицы операционного контроля технологических процессов. Определение потребности в строительных машинах, оборудовании, технологической оснастке.

1	2
Техника безопасности и охрана труда.  Технико-экономические показатели.	Изучение нормативных положений охраны труда на земляных и бетонных работах.  Определение трудоемкости и составление графика производства работ. Определение технико-экономических показателей на земляных и бетонных работах.

Курсовой проект включает составление расчетно-пояснительной записки и общего чертежа.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### 3.1 Изучение исходных данных

На основании полученного студентом задания на проектирование выполняется следующее:

- вычерчивается план и поперечный разрез фундамента;
- определяются количество и размеры пролётов, шаг фундаментов и общие размеры здания;
- вычерчивается план участка в горизонталях с размещением фундаментов, на котором указываются размеры подошвы фундамента. Горизонтали наносят, используя безмасштабный план, приведенный в задании.

#### 3.2 Выбор формы земляного сооружения

Для устройства столбчатых фундаментов в качестве земляных выемок могут разрабатываться:

- отдельные котлованы под каждый фундамент;
- траншеи по продольным осям здания;
- траншеи по наружным продольным осям и отдельные котлованы по внутренним осям при разном шаге колонн;
- общий котлован.

Выбирая форму земляной выемки, следует стремиться к наименьшим объемам земляных работ, что способствует снижению трудозатрат. Вместе с тем необходимо обеспечить нормальные условия работы строительных машин и движения транспортных средств.

Выбор формы земляных сооружений начинают с варианта с наименьшими объемами земляных работ – разработка отдельных котлованов под каждый фундамент. Для этого вычерчивают разрезы по продольной и поперечной осям на участке двух смежных фундаментов (рис. 3.1).

На разрезе на отметке подошвы фундаментов откладываются размеры нижней ступени фундаментов, затем по обе стороны – запас  $c = 0,6$  м, необходимый для производства работ, который регламентируется СНиП [4]. Размер котлованов по дну составит:

$$\text{по поперечной оси } a = a_1 + 2c, \text{ м} \quad (1)$$

$$\text{по продольной оси } b = b_1 + 2c, \text{ м} \quad (2)$$

где  $a_1, b_1$  – размеры нижней ступени фундамента.

Отметка поверхности земли принимается равной наибольшей отметке горизонталей, уменьшенной на толщину растительного слоя.

Если  $D$  – расстояние между бровками откосов – в одном направлении составляет не менее 6 м (т.е. обеспечивается проезд автотранспорта, установка крана, бетононасоса), а в

другом – не менее 1,0 м (т.е. возможен безопасный проход людей), то проектируется разработка отдельных котлованов под каждый фундамент.

При выполнении первого условия и невыполнении второго выбирается вариант с устройством траншей по продольным осям здания. При невыполнении первого условия разрабатывается общий котлован.

Для одноэтажных зданий с разным шагом колонн по наружным и внутренним продольным осям следует вычертить и проанализировать два продольных разреза, а также поперечный разрез. При проектировании производства работ для однопролетного здания необходимо учитывать возможность проезда и размещения строительных машин с наружных сторон здания.

Принятое решение по выбору формы земляной выемки оформляется в виде плана. Очертания откосов котлована или траншеи на плане получают путем построения заложения откосов ( $a_3$ ), в точках пересечения контура дна выемки с горизонталями и в углах:

$$a_3 = mh, \text{ м} \quad (3)$$

где  $m$  – коэффициент крутизны откоса. Его устанавливают по СНиП [6]. Значения  $m$  приведены в Приложении В.2.

$h$  – рабочая отметка, м, вычисляемая как разность отметки горизонтали (черной отметки) и отметки дна выемки (красной отметки).

Величины  $a_3$  откладывают на перпендикулярах к контуру дна выемки, полученные точки соединяют отрезками прямой линии.

Для общего котлована необходимо предусмотреть и показать на плане съезд на дно котлована. В курсовом проекте принимают прямолинейный съезд шириной 3,5 м с пониженной стороны участка с уклоном 10 – 15 % (1:10 – 1:15).

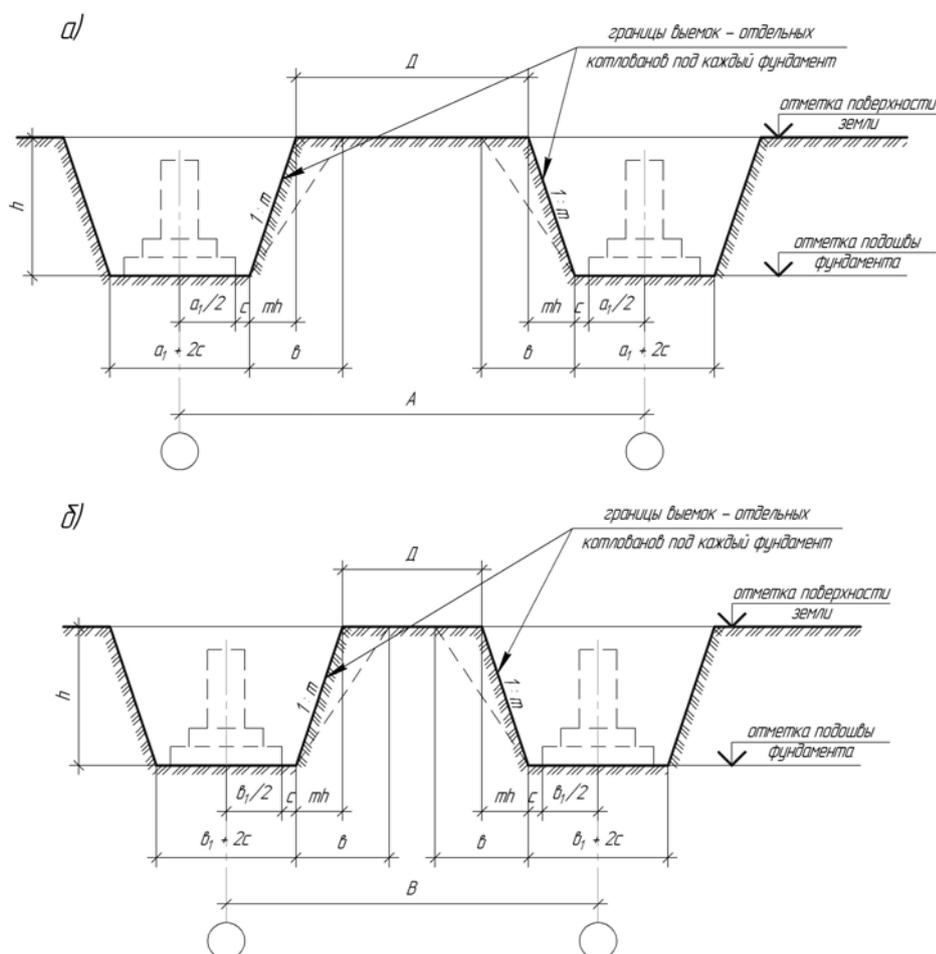


Рисунок 3.1 – Разрезы земляной выемки к выбору формы земляного сооружения: а) - поперечный; б) – продольный.

### 3.3 Определение объемов работ

#### 3.3.1 Состав работ

В пояснительной записке приводится итоговая ведомость объемов работ по форме табл. 3.1 и отдельно расчеты объемов работ с необходимыми схемами, выполняемые по приводимой ниже методике.

**Таблица 3.1 – Ведомость объемов работ**

Наименование процессов	Единицы измерения	Объем работ	
		на один фундамент	всего
1	2	3	4
1. Срезка грунта растительного слоя	м <sup>2</sup>		
2. Разработка грунта в выемках	м <sup>3</sup>		
3. Транспортирование грунта	м <sup>3</sup>		
4. Зачистка недобора грунта выемки	м <sup>2</sup>		
5. Устройство бетонной подготовки под фундамент	м <sup>2</sup>		
6. Сборка и установка опалубки	м <sup>2</sup>		
7. Монтаж арматуры, в т.ч.:			
а) горизонтальных сеток	т		
б) вертикальных каркасов	т		
8. Бетонирование фундаментов	м <sup>3</sup>		
9. Снятие опалубки	м <sup>2</sup>		

#### 3.3.2 Объёмы земляных работ

Объем работ по срезке растительного слоя грунта  $V_{pc}$  составляет:

$$V_{pc} = F_{pc} \times h_{pc}, \text{ м} \quad (4)$$

где  $F_{pc}$  – площадь участка, с поверхности которого снимается растительный слой, м<sup>2</sup>;  
 $h_{pc}$  – толщина растительного слоя, м.

Независимо от формы земляных выемок растительный слой снимается по всей площади будущего здания, а также дополнительно с участков вдоль здания по всему периметру, где будут устроены постоянные и временные дороги, площадки для складирования материалов и конструкций, временные здания и т.д. В курсовом проекте ширина участков принимается по 15 м от наружных осей здания.

$$F_{pc} = (A + 30) \times (B + 30), \text{ м}^2, \quad (5)$$

где  $A$  и  $B$  – размеры здания в осях, м.

Определение объема грунта, разрабатываемого одноковшовыми экскаваторами, - это подсчет объемов котлованов и траншей. Геометрически эти земляные сооружения представляют собой сложные тела, ограниченные плоскостями дна и откосов и криволинейной поверхностью земли. Принцип подсчета объема такого сооружения – расчленение вертикальными плоскостями на участки-тела, у которых поверхность земли (с достаточной для практических целей точностью) можно считать плоской. Объемы отдельных частей земляной выемки определяются по нижеприведенным формулам и суммируются. Отметки

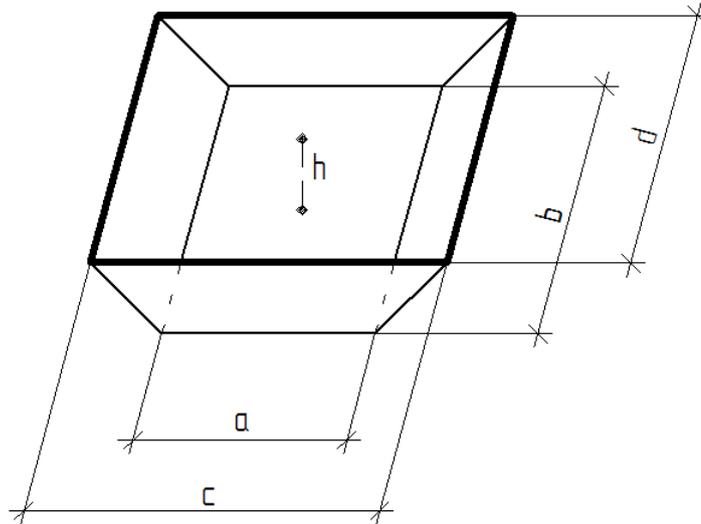
горизонталей при этом следует уменьшать на толщину ранее снимаемого растительного слоя.

При подсчете объема отдельного котлована его следует рассматривать в качестве обелиска (рис. 3.2), объем которого определяется по формуле:

$$V_{об} = h [ ab + cd + (a + c) (b + d) ] / 6, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где  $h$  – высота обелиска, равная средней глубине котлована, м;

$a, b, c, d,$  - размеры обелиска-котлована по дну и по верху.



**Рисунок 3.2 – Схема котлована**

Среднюю глубину каждого котлована (рабочую отметку в его центре) можно определить как разность между отметкой поверхности земли в центре котлована и отметкой дна котлована. Для упрощения расчетов в курсовом проекте допускается разделить здание в плане на 3 – 4 участка с перепадом отметок не более 1,0 м и принять для всех котлованов на участке одинаковую черную отметку – среднюю для этого участка.

Для подсчета объема траншеи на ее план (рис.3.3) наносятся сечения 1-1... n - n, которые делят траншею на участки (рис. 3.4). Объем грунта  $i$ -го участка траншеи можно определить по приближенной формуле:

$$V_i = [(F_1 + F_2) / 2] \times l_i, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади поперечных сечений по краям участка;

$l_i$  – длина участка, м.

Секущие плоскости располагаются в начале, в конце траншеи и в точках пересечения оси траншеи горизонталями. Неучтенными объемами грунта в торцах траншеи разрешается пренебречь.

Метод поперечных сечений можно применить при вычислении объема общего котлована под все фундаменты в том случае, когда горизонтالي пересекают ось котлована под углом, близким к  $90^\circ$  (рис. 3.5). Секущие вертикальные плоскости 1-1...5-5 располагают в точках пересечения продольной оси котлована с горизонталями, а также в начале и в конце котлована. Объемы грунта на участках между секущими плоскостями определяют по формуле (7), далее объемы суммируют, добавляя к ним объемы грунта в торцах котлована – угловых пирамид  $V_{y1}$  и  $V_{y2}$  и средней части  $V_{ср}$ . Объем средней части вычисляют по формуле:

$$V_i = \frac{h \times a_3}{2} \times B_k, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где  $h$  – рабочая отметка в углу котлована;

$a_3$  – заложение откоса;

$B_k$  – ширина котлована по низу, м,

Объемы угловых пирамид вычисляются по формуле:

$$V_{y1,2} = m^2 h^3 / 3, \text{ м}^3 \quad (9)$$

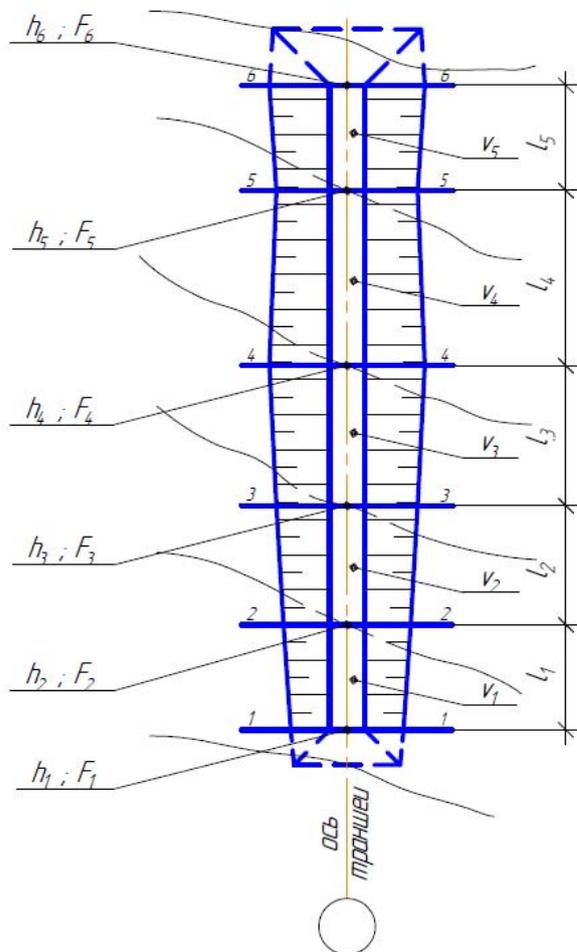


Рисунок 3.3 – План траншеи

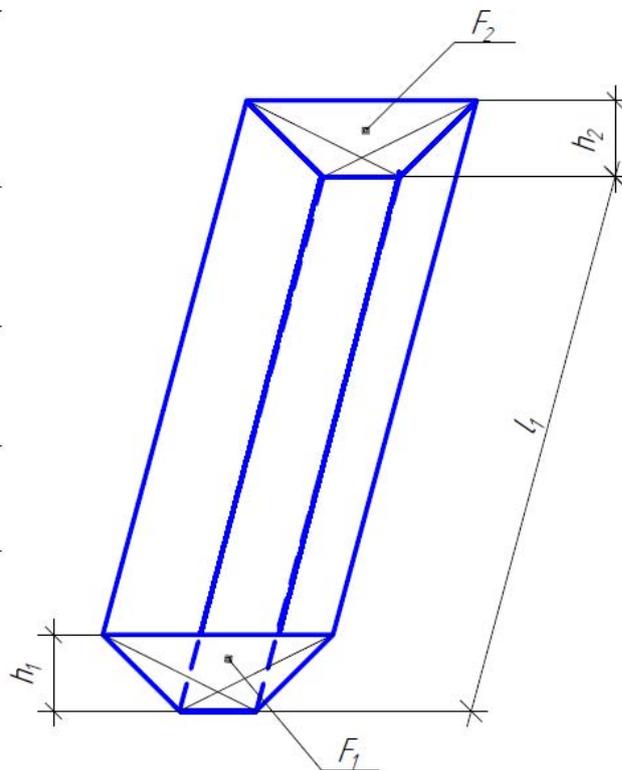


Рисунок 3.4 – Схема участка траншеи

При определении объема котлована на участке со сложным рельефом, целесообразно применять универсальный метод квадратов (рис. 3.6). Котлован делят по дну на квадраты (прямоугольники). В курсовом проекте размер стороны квадрата назначают 20 – 50 м из тех соображений, чтобы сторону одного квадрата пересекали не более двух горизонталей.

Вертикальные плоскости, проведенные по всем сторонам квадратов, делят котлован на участки-призмы, объемы которых определяют по формуле:

$$V_{ki} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} F, \text{ м}^3 \quad (10)$$

где  $F$  – площадь основания призмы – квадрата или прямоугольника;

$h_1, h_2, h_3, h_4$  – рабочие отметки вершин квадрата или прямоугольника.

Черные отметки вершин квадратов (прямоугольников) находят на плане методом интерполяции.

У откосов котлована необходимо подсчитать объемы грунта вдоль сторон квадратов –  $V_{oi}$  – по формуле 8 и угловых пирамид – по формуле 9.

Объем земляных работ при устройстве съезда в котлован составляет:

$$h \quad m_1 - m$$

$$V = \frac{3v + 2 \times m \times h}{6} (m_1 - m), \text{ м}^3 \quad (11)$$

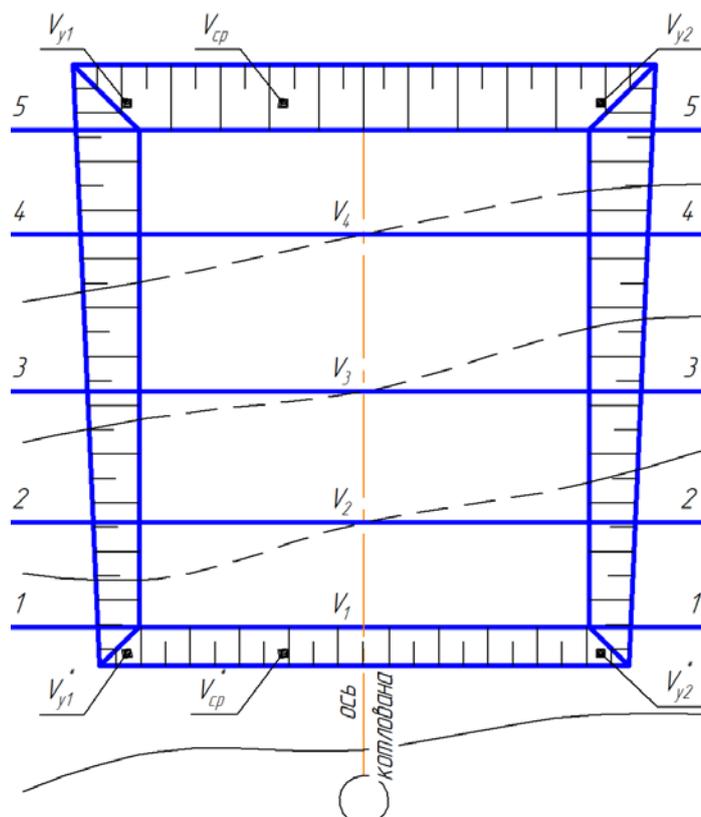
где  $h$  – глубина котлована, м;

$v$  – ширина съезда по дну, м;

$m_1$  – коэффициент заложения дна съездной траншеи (рекомендуется принять уклон съезда 10%, тогда  $m_1 = 10$ )

$m$  – коэффициент заложения откосов съезда, принимаемый равным коэффициенту заложения откосов котлована.

Подсчёт объёмов грунта в выемке возможно выполнять с использованием САПР - системы трёхмерного твердотельного моделирования, чертежно-графического редактора. Для этого земляное сооружение вычерчивается в графическом редакторе (КОМПАС, All plan, и др.). Затем через использование команды «измерение» выполняется определение физического объёма работ.



**Рисунок 3.5 – План котлована при определении его объема методом поперечных сечений**

Объем недобора грунта после разработки грунта экскаватором определяется по формуле:

$$V_3 = F_3 \times d, \text{ м} \quad (12)$$

где  $F_3$  – площадь дна выемок, м<sup>2</sup>;

$d$  – толщина слоя недобора грунта, м, для экскаваторов с гидравлическим приводом принимается в соответствии с требованиями СНиП [6] в зависимости от вида рабочего оборудования экскаватора и вместимости его ковша. В курсовом проекте можно принять  $d = 10$  см.

Зачистка дна отдельных котлованов и траншей производится вручную, в общем котловане грунт зачищают механизированным способом.

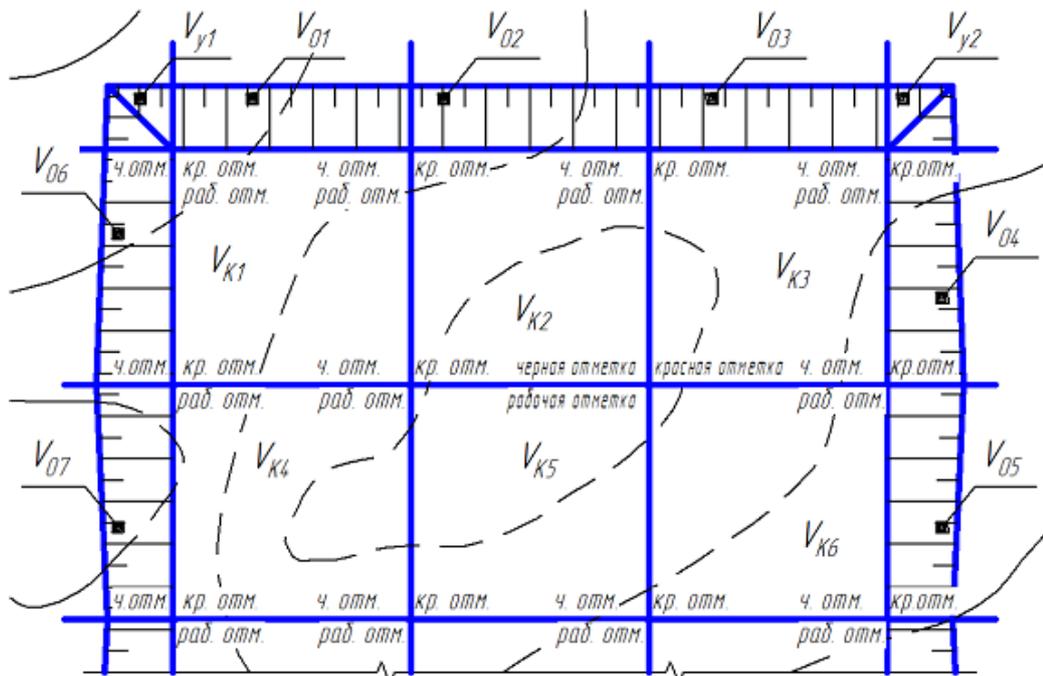


Рисунок 3.6 – План котлована при определении его объема методом квадратов

### 3.3.3. Объемы опалубочных, арматурных и бетонных работ

Объем опалубочных работ равен площади боковых поверхностей фундаментов: подсчитываются площади прямоугольных боковых поверхностей фундамента и трапециевидных внутренних поверхностей стакана.

Схемы армирования фундаментов, вид арматурных изделий и спецификация арматуры в реальных условиях приводятся в рабочих чертежах. В курсовом проекте объем арматурных работ определяется следующим образом. Армирование фундамента принимается в виде горизонтальных сеток, укладываемых по основанию на бетонные подкладки, и вертикального пространственного каркаса на всю высоту фундамента до верха подколонника. Расход арматуры на один фундамент,  $G_1$ ,

$$G_1 = g \cdot W, \text{ кг}, \quad (13)$$

где  $g$  – расход арматуры на  $1 \text{ м}^3$  бетона,  $\text{кг/м}^3$ , приводится в задании.

$W$  – объем фундамента,  $\text{м}^3$ .

Объемы арматурных работ определяются в килограммах (тоннах) и штуках монтируемых арматурных элементов – сеток и каркасов. Армокаркас фундамента монтируется одним элементом. Сетка по основанию нижней ступени монтируется одним элементом при площади подошвы до  $9 \text{ м}^2$ . При большей площади укладываются одна на другую две сетки с рабочими стержнями в разных направлениях, при этом каждая сетка состоит из двух элементов. Таким образом, если площадь нижней ступени фундамента больше  $9 \text{ м}^2$ , укладываются 4 сетки.

На горизонтальное армирование фундамента (сетки) условно принимается  $0,7G_1$ , на вертикальное (каркасы) –  $0,3G_1$ .

Под монолитные фундаменты (в случае нескальных грунтов) устраивается бетонная подготовка, объем которой под один фундамент составляет:

$$W_{\text{п}} = (a_1 + 0,2) (b_1 + 0,2) \times h_{\text{п}}, \text{ м}^2 \quad (14)$$

где  $a_1$  и  $b_1$  – размеры подошвы фундамента;

$h_{\text{п}} = 0,1 \text{ м}$  – толщина бетонной подготовки.

### 3.4 Проектирование производства земляных работ

#### 3.4.1 Комплект машин для разработки и транспортирования грунта

Разработка котлованов и траншей при значительной дальности перемещения грунта ведется одноковшовыми экскаваторами с транспортированием грунта автосамосвалами. Для этой цели подбирается комплект машин, в котором назначается ведущая машина – экскаватор, затем выбираются автосамосвалы и рассчитывается их количество.

При выборе одноковшового экскаватора учитываются характеристики земляного сооружения - форма, объем, глубина и вид грунта. Так, разработка общих котлованов может производиться экскаваторами с рабочим оборудованием прямая лопата, обратная лопата или драглайн, разработка траншей – экскаваторами с рабочим оборудованием обратная лопата или драглайн, разработка отдельных котлованов – экскаваторами с рабочим оборудованием обратная лопата.

Ввиду универсальности и широкого распространения в современном строительном производстве гидравлических одноковшовых экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата в курсовом проекте в качестве основной машины комплекта рекомендуется принять именно эту машину.

Вместимость ковша экскаватора принимается пропорционально объему работ по табл. 3.2.

**Таблица 3.2 – Рекомендуемая вместимость ковша экскаватора при сосредоточенных объемах работ**

Объем земляных работ, м <sup>3</sup>	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>
500 ... 5000	0,4 ... 0,65
5000 ... 10000	0,65 ... 0,8
10000 ... 20000	0,8 ... 1,0
20000 ... 30000	1,0 ... 1,25
30000 ... 50000	1,25 ... 2,5

Грузоподъемность автосамосвалов, используемых для транспортирования грунта, принимается в соответствии с вместимостью ковша экскаватора с учетом рекомендаций, приведенных в табл.3.3.

**Таблица 3.3 – Рекомендуемая минимальная грузоподъемность автомобилей-самосвалов**

Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	0,25 -0,4	0,5– 0,65	0,8 – 1,0	1,25 – 1,5
Минимальная грузоподъемность автосамосвала, т	3,5	5,0	8,0	12,0

Технические характеристики экскаваторов и автомобилей-самосвалов приведены в справочных изданиях [12] и **Приложении В.6.**

Расчетом определяется наименьшее количество самосвалов N, обеспечивающее непрерывную работу экскаватора.

$$N = T_{ц} / t_n, \text{ шт} \quad (15)$$

где  $T_{ц}$  – продолжительность цикла автосамосвала, мин;

$t_n$  – продолжительность погрузки грунта в автосамосвал, мин.

$$T_{ц} = t_n + t_{гп} + t_{пп} + t_p + t_m + t_{мк}, \text{ мин} \quad (16)$$

где  $t_{гп}$  и  $t_{пп}$  – время груженого и порожнего пробега автосамосвала, мин;

$t_p$  – продолжительность разгрузки автосамосвала, принимается равной 1-2 мин.;

$t_m$  – время маневрирования, принимается равным 2-3. мин;

$t_{мк}$  – время, необходимое для мойки колёс, 5...10 мин.;

$$t_{гп} = 60 L / V_{гп}, \text{ мин}, \quad (17)$$

$$t_{пп} = 60 L / V_{пп}, \text{ мин}, \quad (18)$$

где  $L$  – расстояние перемещения грунта согласно заданию, км;

$V_{гп}$  – средняя скорость движения груженого автосамосвала,  $V = 20-30$  км/ч;

$V_{пп}$  – средняя скорость движения порожнего автосамосвала,  $V = 35-45$  км/ч.

Продолжительность погрузки грунта в автосамосвал составляет:

$$t_n = V_a 60 / П_{час}, \text{ мин}, \quad (19)$$

где  $V_a$  – погрузочная емкость кузова автосамосвала;

$П_{час}$  – эксплуатационная часовая производительность экскаватора,  $м^3/ч$ .

Погрузочная емкость кузова автосамосвала определяется в плотном теле грунта:

$$V_a = n e k_e, \text{ м}^3, \quad (20)$$

где  $n$  – число ковшей экскаватора, выгружаемых в кузов самосвала;

$e$  – вместимость ковша экскаватора,  $м^3$ ;

$k_e$  – коэффициент использования вместимости ковша экскаватора, учитывающий степень наполнения ковша и разрыхления грунта (можно принять  $k_e = 0,87$ ).

В кузов автосамосвала выгружается целое число ковшей экскаватора, получаемое округлением расчетного числа ковшей  $n_1$ :

$$n_1 = Q / (\gamma_n \cdot e), \text{ шт} \quad (21)$$

где  $Q$  – грузоподъемность автосамосвала, т;

$\gamma_n$  – плотность грунта,  $т/м^3$ .

В расчете продолжительности погрузки грунта в автосамосвал используется нормативная эксплуатационная производительность экскаватора, определяемая по ЕниР [9]:

$$П_{час} = 100 / Н_{вр}, \text{ м}^3/ч. \quad (22)$$

В этой формуле  $Н_{вр}$  – норма времени (в маш-ч) на разработку  $100 \text{ м}^3$  грунта. Полученное при расчете по формуле (15) значение количества автосамосвалов округляется в большую сторону, что обеспечивает некоторое превышение производительности автосамосвалов – вспомогательных машин в комплекте – над производительностью ведущей машины – экскаватора.

### 3.4.2 Выбор машины для срезки грунта растительного слоя и зачистки дна котлована

Срезка грунта растительного слоя предусматривается землеройно-транспортными машинами – бульдозерами или скреперами – в зависимости от дальности перемещения грунта. При дальности транспортирования более 100 м целесообразно использовать скрепер.

Марку бульдозера принимают исходя из рекомендаций, выработанных практикой строительства и технических характеристик машин, которые приведены в **Приложении В.7**.

Наибольшая эффективность работы достигается:

- для бульдозеров на тракторах мощностью двигателя до 59 кВт (80 л.с.) – при дальности перемещения грунта на расстояние 25 – 50 м;
- для бульдозеров на тракторах мощностью двигателя 59 – 79 кВт (80 – 108 л.с.) – при дальности перемещения грунта на расстояние 50 – 70 м;
- для бульдозеров на тракторах мощностью двигателя 79 – 96 кВт (108 – 130 л.с.) – при дальности перемещения грунта на расстояние 70 – 100 м.

Для зачистки дна котлована можно принять тот же бульдозер, что и для срезки грунта растительного слоя.

### 3.4.3 Технологические схемы производства земляных работ

Технология производства земляных работ отражается студентом на общей схеме сооружения земляной выемки и детальных схемах экскаваторных забоев. На схемах экскаваторных забоев задаются размеры проходок, указывается размещение экскаватора и самосвала, оси их движения, радиусы копания и выгрузки, средние углы поворота, шаг передвижки экскаватора.

Основные решения по технологии производства земляных работ и определение параметров экскаваторных забоев принимаются на основании СНиП [4].

Разработка отдельных котлованов под каждый фундамент и траншей производится лобовым забоем, экскаватор при этом перемещается по осям здания.

Отдельный котлован можно разрабатывать с одной (рис. 3.7) или нескольких (рис. 3.8) стоянок экскаватора.

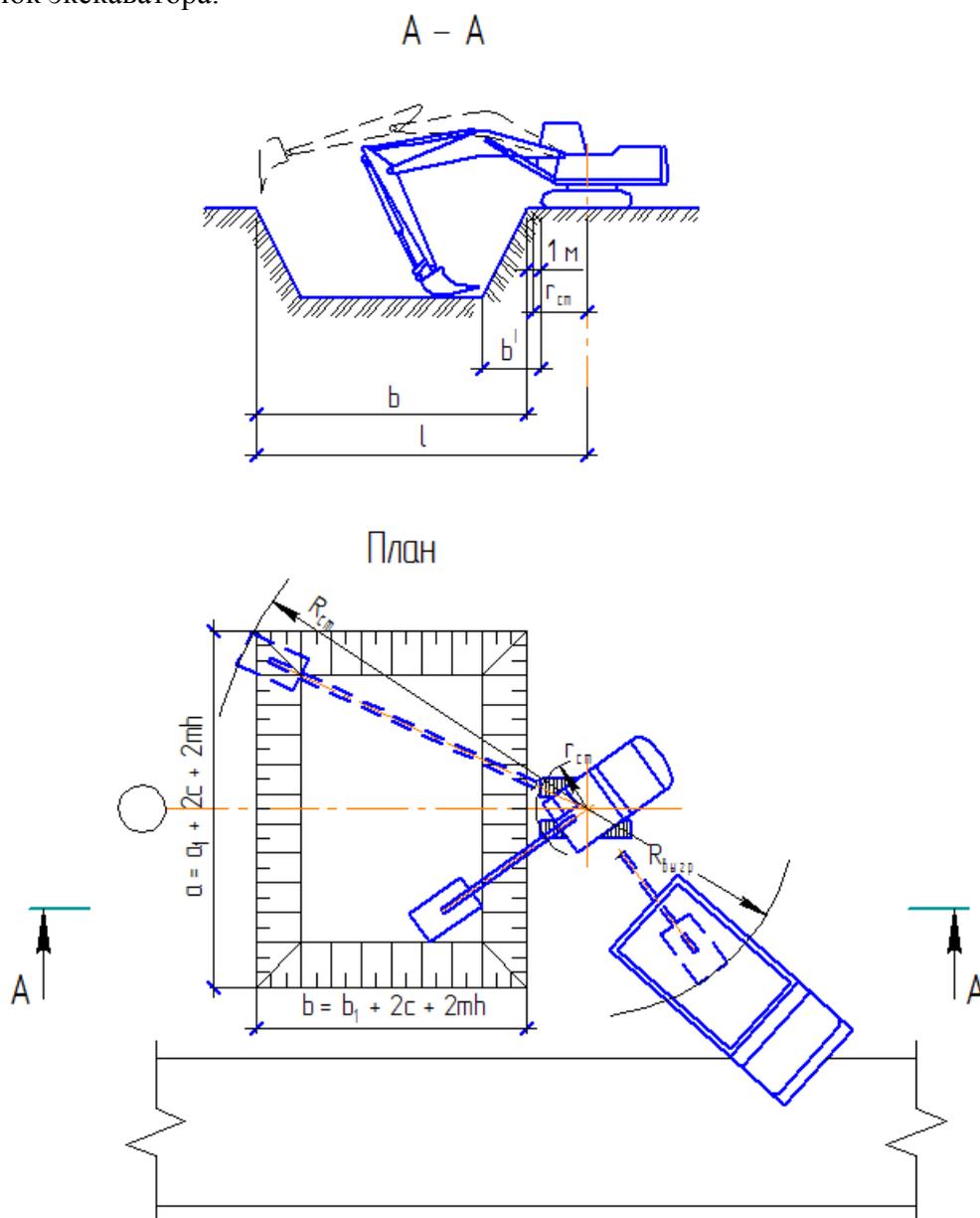


Рисунок 3.7 - Схема разработки котлована под один фундамент с одной стоянки

Начальная стоянка экскаватора имеет наибольшее удаление  $L$  от верхней бровки начального по отрывке откоса котлована:

$$L = \sqrt{R_{ct}^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}, \text{ м, (23)}$$

где  $R_{ct}$  – наибольший радиус копания экскаватором на уровне стоянки, м (принимается  $R_{ct} = (0,8 \dots 0,9) R_{max}$ );

$R_{max}$  – наибольший радиус копания экскаватора, принимаемый по таблице технических характеристик одноковшовых экскаваторов;

$a$  – размер по верху котлована поперек оси движения экскаватора, м.

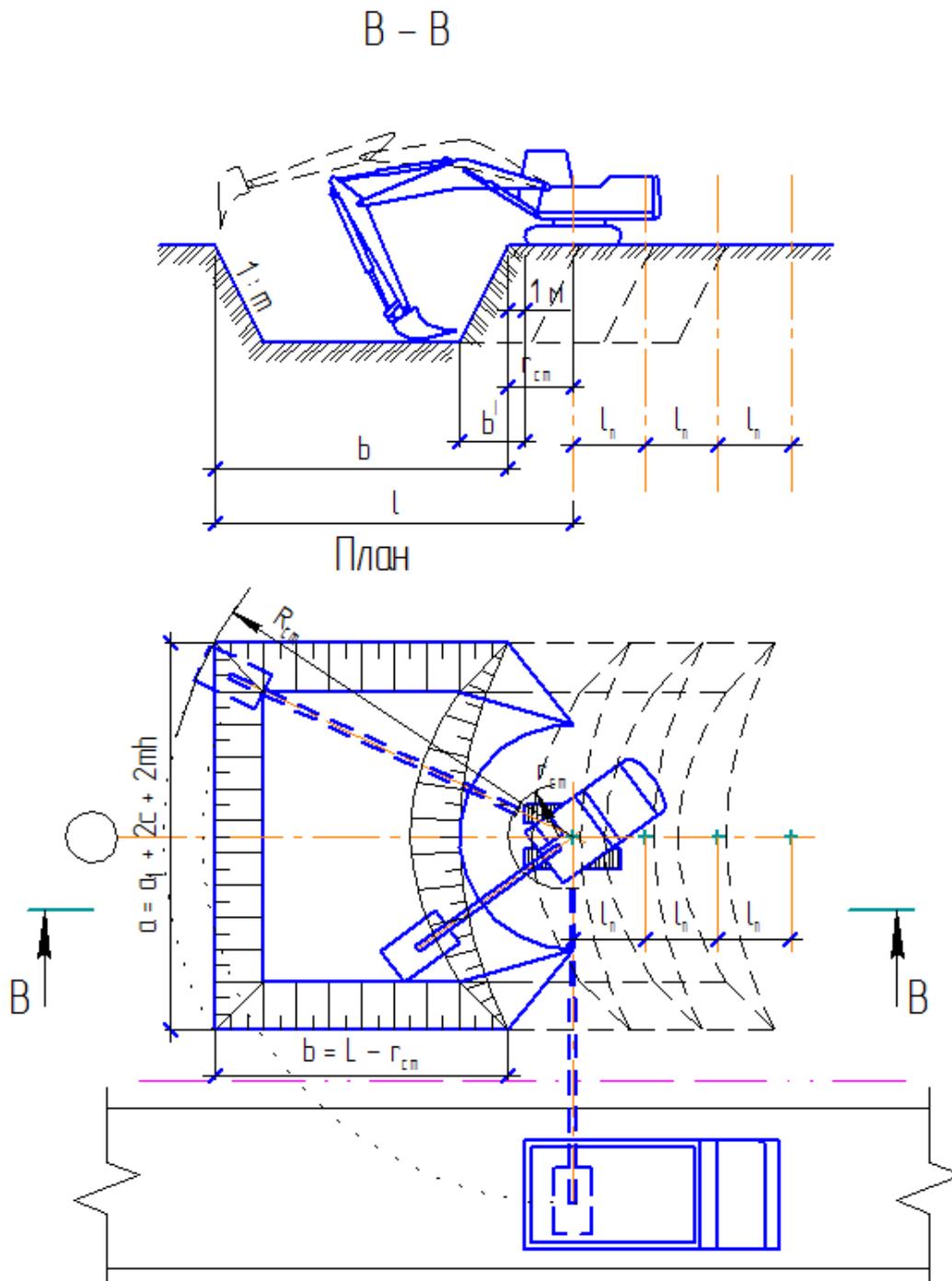


Рисунок 3.8 – Схема разработки котлована под один фундамент с нескольких стоянок

Котлован разрабатывается с одной стоянки, если весь в сечении по оси движения экскаватора размещается в пределах от  $L$  до  $r_{ст}$  - наименьшего радиуса копания экскаватора на уровне стоянки.

Величину  $r_{ст}$  можно принять:

$$r_{ст} = \frac{c}{2} + 1, \text{ м}, \quad (24)$$

где  $c$  – база экскаватора, м.

Если с начальной стоянки можно разработать лишь часть котлована ( $e_k > L - r_{ст}$ ), то разработка котлована производится с нескольких стоянок экскаватора (рис. 3.8). Первая стоянка назначается вычислением по формуле (23). Затем производят перестановки экскаватора с шагом  $l_{п}$ . Усредненные значения шага передвижки экскаватора  $l_{п}$  приведены в табл. 3.4.

**Таблица 3.4 – Ориентировочные значения шага передвижки экскаватора при глубине разработки грунта 2,0 – 5,0 м**

Рабочее оборудование экскаватора	Шаг передвижки $l_{п}$ , м, экскаватора при вместимости ковша, $m^3$					
	0,4	0,65	0,8	1,0	1,25	1,6
Обратная лопата	0,5-3,5	1,0-4,0	-	2,4-4,9	4,3-6,0	-

Разработка общего котлована экскаватором обратной лопата производится последовательными проходками лобовым и боковым забоями. Ширина по верху проходки лобовым забоем при прямолинейном перемещении экскаватора по оси выемки (рис. 3.9) принимается в пределах  $B = (1,3 - 1,5) R_{ст}$ . Ширина такой проходки по дну составит:

$$b = B - 2 mh, \text{ м}, \quad (25)$$

где:  $m$  – коэффициент заложения откосов котлована;

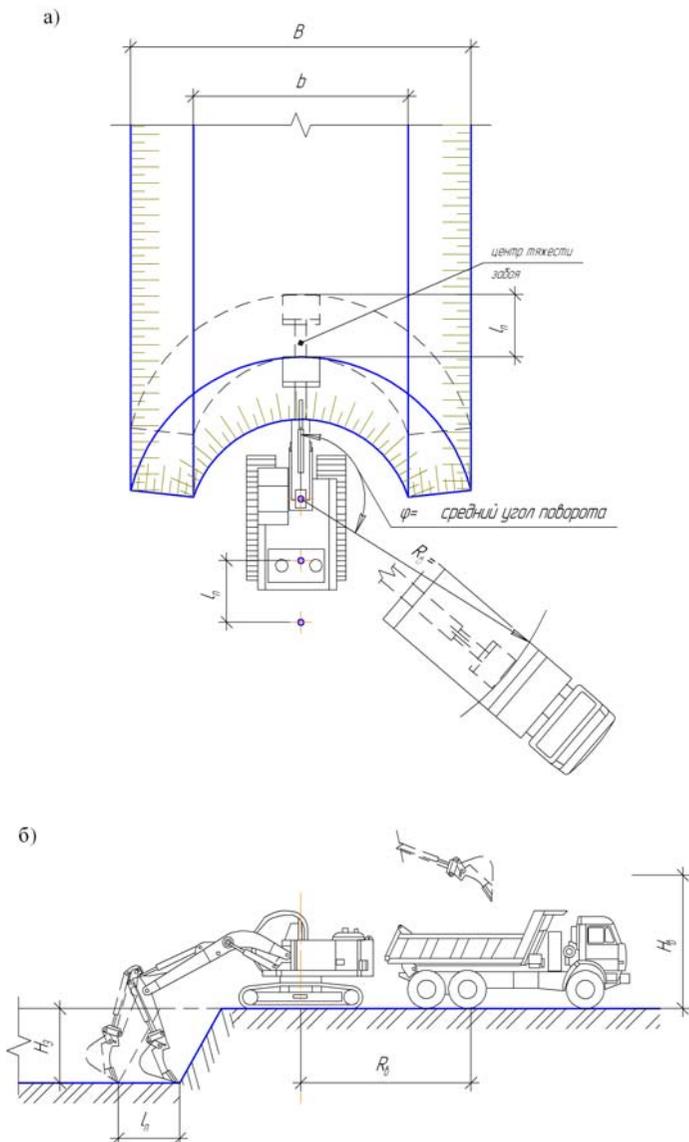
$h$  – глубина выемки, м (можно принять среднюю глубину котлована).

Ось перемещения экскаватора при выполнении обратной лопатой боковой проходки располагают по подошве бокового откоса.

Общая ширина боковой проходки для обратной лопаты может быть принята  $B_6 = (0,7 - 0,8) R_{ст}$ .

Разработка траншей экскаватором обратной лопата проектируется осевой проходкой с перемещением экскаватора по оси траншеи.

### Схема осевой проходки экскаватора



### Схема боковой проходки экскаватора при разработке общего котлована

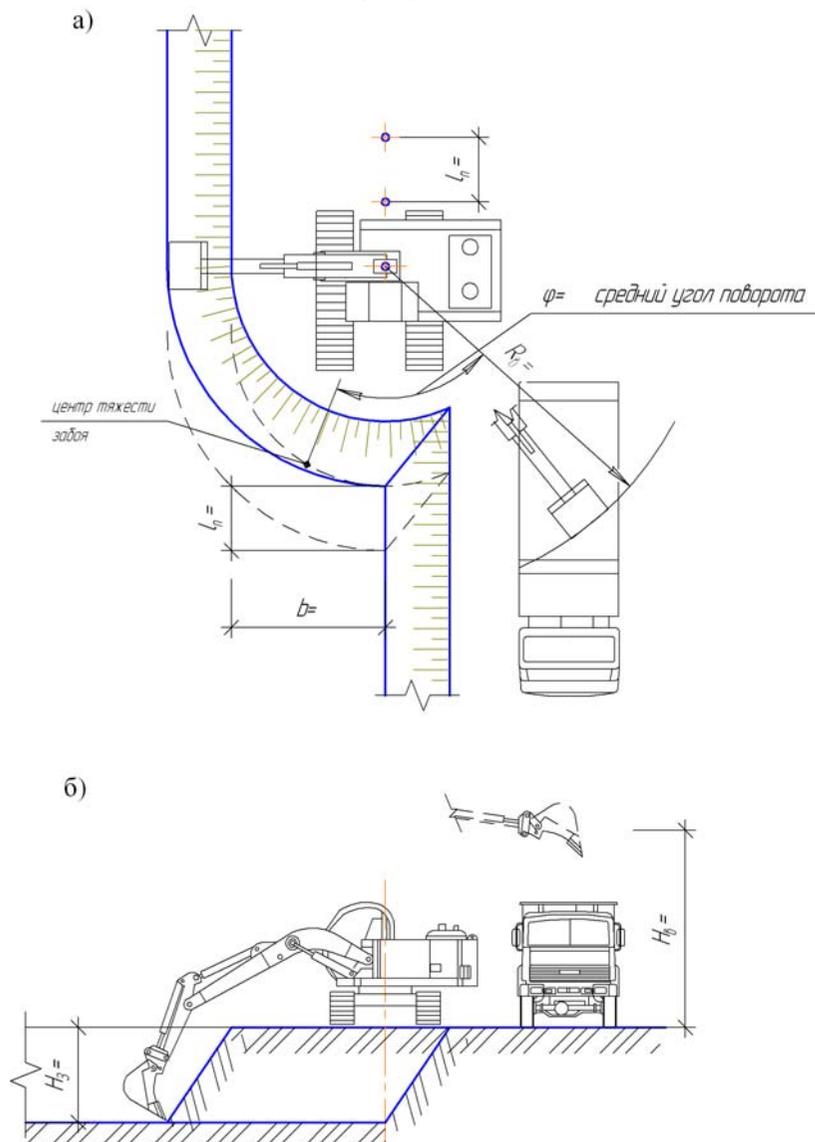


Рисунок 3.9 – Схемы проходок: а – план, б – разрез

### 3.5 Проектирование производства работ по устройству фундаментов

При проектировании технологии устройства фундаментов необходимо:

- выбрать тип опалубки, определить состав опалубочного комплекта;
- решить, каким способом будет установлена опалубка и арматура (вручную или краном);
- выбрать способ подачи бетонной смеси в блоки бетонирования;
- подобрать марки машин для производства бетонных работ, марки автобетоносмесителей для доставки бетонной смеси, составить комплект машин, оборудования и приспособлений;
- выполнить технологические схемы производства работ.

#### 3.5.1 Опалубочные и арматурные работы

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

В курсовом проекте рекомендуется применять одну из распространенных в нашей стране и за рубежом опалубочных систем – FRAMAX или ЦНИИОМТП.

Основу опалубочной системы для монолитных железобетонных конструкций FRAMAX представляют наборы готовых **прямоугольных щитов** кратных размеров (рис.3.10). Отдельный щит состоит из фанерной палубы и каркаса, в котором предусматривают отверстия и пазы для фиксации крепежных устройств. При изготовлении каркаса используют специальные прокатные окантовочные и крепежные профили из стали или алюминия. Каркас щитов проектируется таким образом, чтобы обеспечивать необходимую прочность и жёсткость щитов из плоскости под действием распорных усилий бетонной смеси. Модульность основных щитов позволяет собирать из них более крупные опалубочные панели различных размеров и конфигурации.

Другим важнейшим конструктивным элементом вертикальных опалубочных систем являются устройства для соединения щитов между собой - **замки** (рис.3.10). Чаще всего используются клиновые замки, требующие при сборке и разборке только применения молотка. Клиновые замки могут устанавливаться в любом месте продольных и поперечных кромок щитов.

Для обеспечения необходимых размеров собираемых опалубочных панелей используют отфугованные деревянные бруски и фанерные щиты, устанавливаемые между смежными щитами в собираемой панели (рис.3.11). Бруски и щиты могут изготавливаться на площадке.

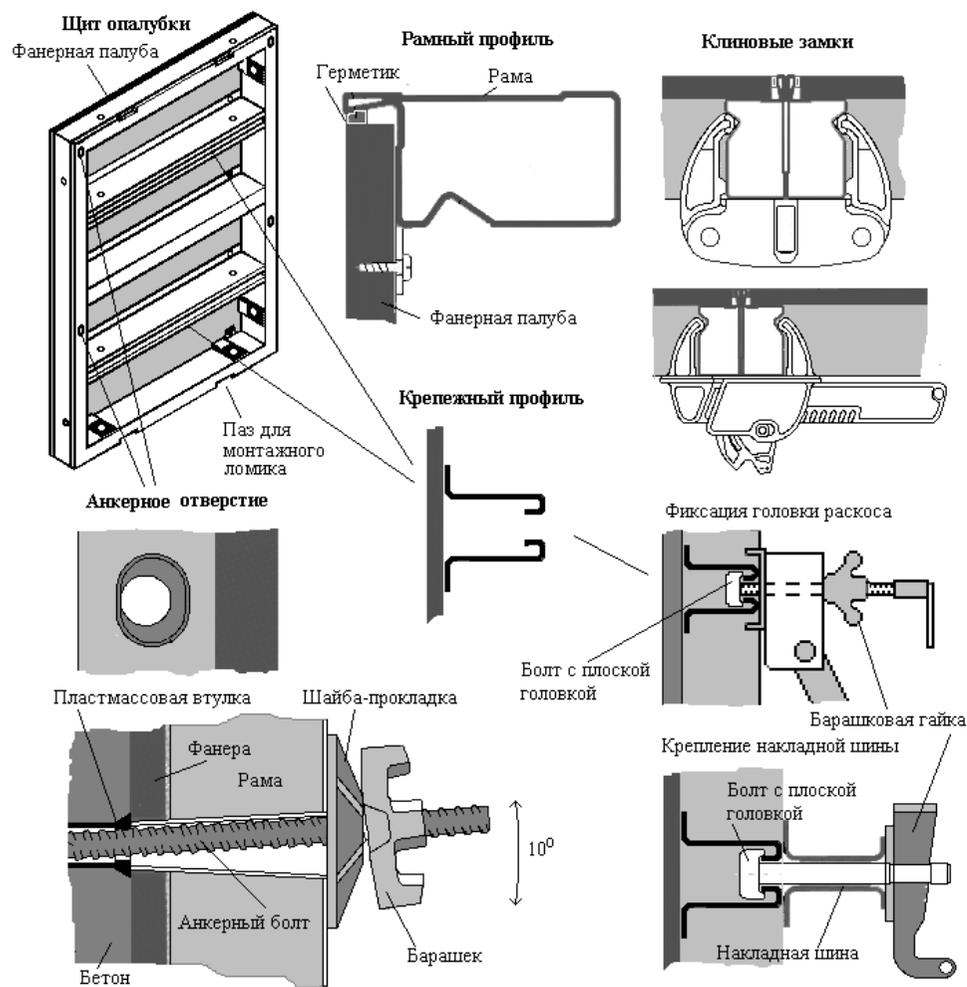
Следующим характерным конструктивным элементом вертикальных опалубок являются разнообразные **накладные ригели** (рис.3.11), служащие целям обеспечения жесткости из плоскости собираемых из щитов панелей. Ригели накладываются на ребра рам смежных щитов и объединяются с ними с помощью разнообразных болтовых или клиновых соединений в местах установки деревянных брусков и фанерных щитов.

Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах служат специальные **наружные угловые элементы** для крепления щитов прямого угла (рис.3.11).

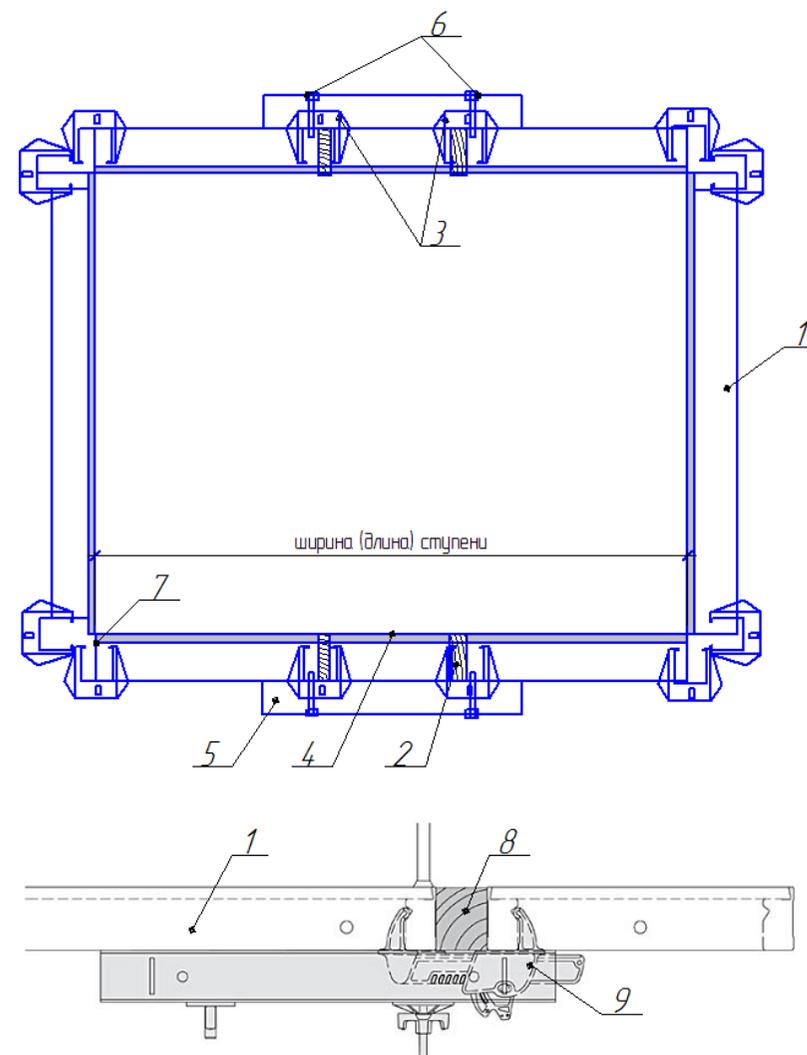
В наборе элементов опалубки предусматриваются специальные **болты** для выполнения винтовых соединений. Все гайки оснащены рычагами-барашками для обеспечения ударной затяжки-ослабления болтового соединения с помощью молотка. Обычно используется единый диаметр болтов, обеспечивающий полную универсальность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

**Инвентарные подмости** обеспечивают удобство и безопасность выполнения работ. Подмости обычно навешиваются в пределах рабочих зон при укладке бетонной смеси.

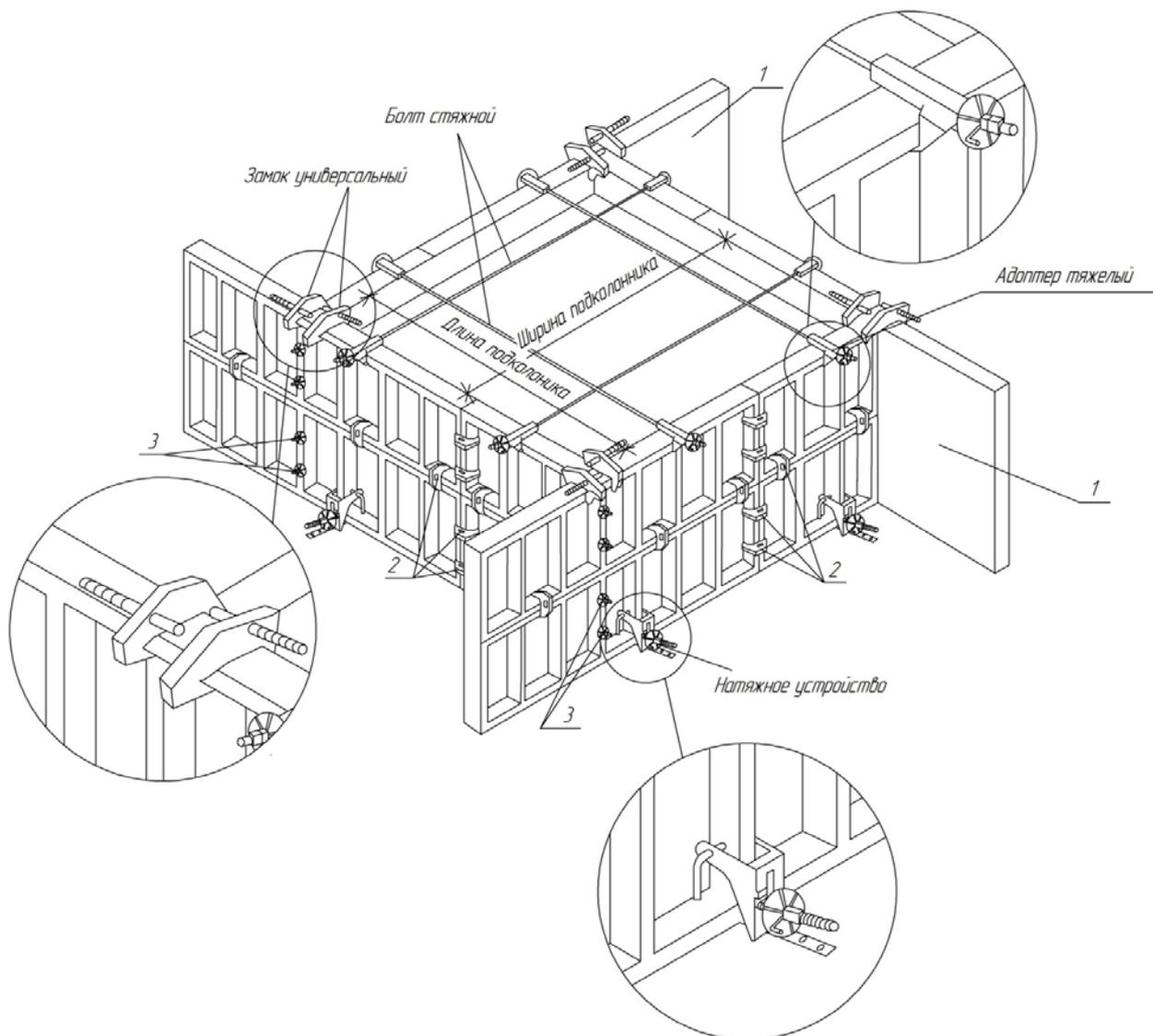
Блоки второй и третьей ступеней фундамента, а также блок подколонника опираются на нижележащие конструкции за счет сборки опалубки «в мельницу» (рис.3.12).



**Рисунок 3.10 - Конструктивные решения щитов и замков опалубочной системы FRAMAX**



**Рисунок 3.11 – Пример конструирования блока нижней ступени фундамента с применением опалубки FRAMAX:**  
 1 – щит, 2 – брусок, 3 – клиновой замок, 4 – фанерная вставка по ширине зазора (до 40 см), 5 – накладной ригель, 6 – болты, 7 – наружный угловой элемент, 8 – брусок при заполнении зазоров до 20 см, 9 – подгоняемое зажимное устройство



**Рисунок 3.12 – Пример конструирования опалубочного блока второй, третьей ступеней фундамента и подколонника с применением опалубки FRAMAX (сборка «в мельницу» для опирания на нижележащие ступени): 1 – щит, 2 – клиновой замок, 3 – болт.**

Каталог основных конструктивных элементов опалубки FRAMAX приведен в Приложении В.4.

Мелкощитовая опалубка ЦНИИОМТП (рис. 3.13) состоит из следующих элементов. **Прямоугольные щиты** выполнены из гнутого профиля (швеллер), палуба в щитах выполнена из ламинированной фанеры толщиной 12 мм. Несущие элементы – **схватки** – изготовлены из гнутого профиля и предназначены для восприятия нагрузок, действующих на опалубку, а также для объединения отдельных щитов в панели и короба и опирания вышележащих коробов на нижние. **Наружный угловой элемент** служит для соединения щитов опалубки в углах. **Крюк натяжной** применяют для крепления схваток к щитам, **болты** предназначены для выполнения винтовых соединений, **кронштейн** служит основанием для рабочего настила.

Каталог основных конструктивных элементов опалубки ЦНИИОМТП приведен в Приложении В.5.

При подборе опалубочного комплекта ступенчатого фундамента следует обратить внимание на следующие различия в конструкциях опалубочных систем ЦНИИОМТП и FRAMAX.

При использовании опалубки ЦНИИОМТП опалубочные панели боковых граней ступеней и подколонника собирают из **щитов** в точном соответствии с размерами, приведенными в таблице задания (рис. 3.13, а, поз. 1 – 5). Прямые углы опалубочного короба образуют за счет установки вертикальных **наружных угловых элементов**. Опираение опалубочных коробов ступеней и подколонника на нижележащие ступени осуществляется за счет **схваток**. Схватки можно соединять по длине, чтобы обеспечить необходимый размер для сборки «в мельницу» (рис. 3.13, б).

Спецификация элементов опалубки ЦНИИОМТП включает щиты, наружные угловые элементы, схватки, клиновые замки, натяжные крюки, сварной стаканообразователь, болты, кронштейны с настилом и лестницей.

При использовании опалубки FRAMAX короб нижней ступени собирается из **щитов**, объединяемых в углах **наружными угловыми элементами**. При невозможности обеспечить проектную длину опалубочной панели применяют вставки в виде **брусков** или **фанеры**. При этом в месте добора используется усиливающий **ригель**, присоединяемый к щитам болтами (рис. 3.11, а, б). Короба второй, третьей ступени и подколонника собираются из **щитов** «в мельницу», чтобы обеспечить опирание на нижележащий короб (рис. 3.12).

Спецификация элементов опалубки FRAMAX включает щиты, наружные угловые элементы, ригели, замки (клиновые, подгоняемые и универсальные), бруски и фанерные вставки, сварной стаканообразователь, болты, инвентарные подмости.

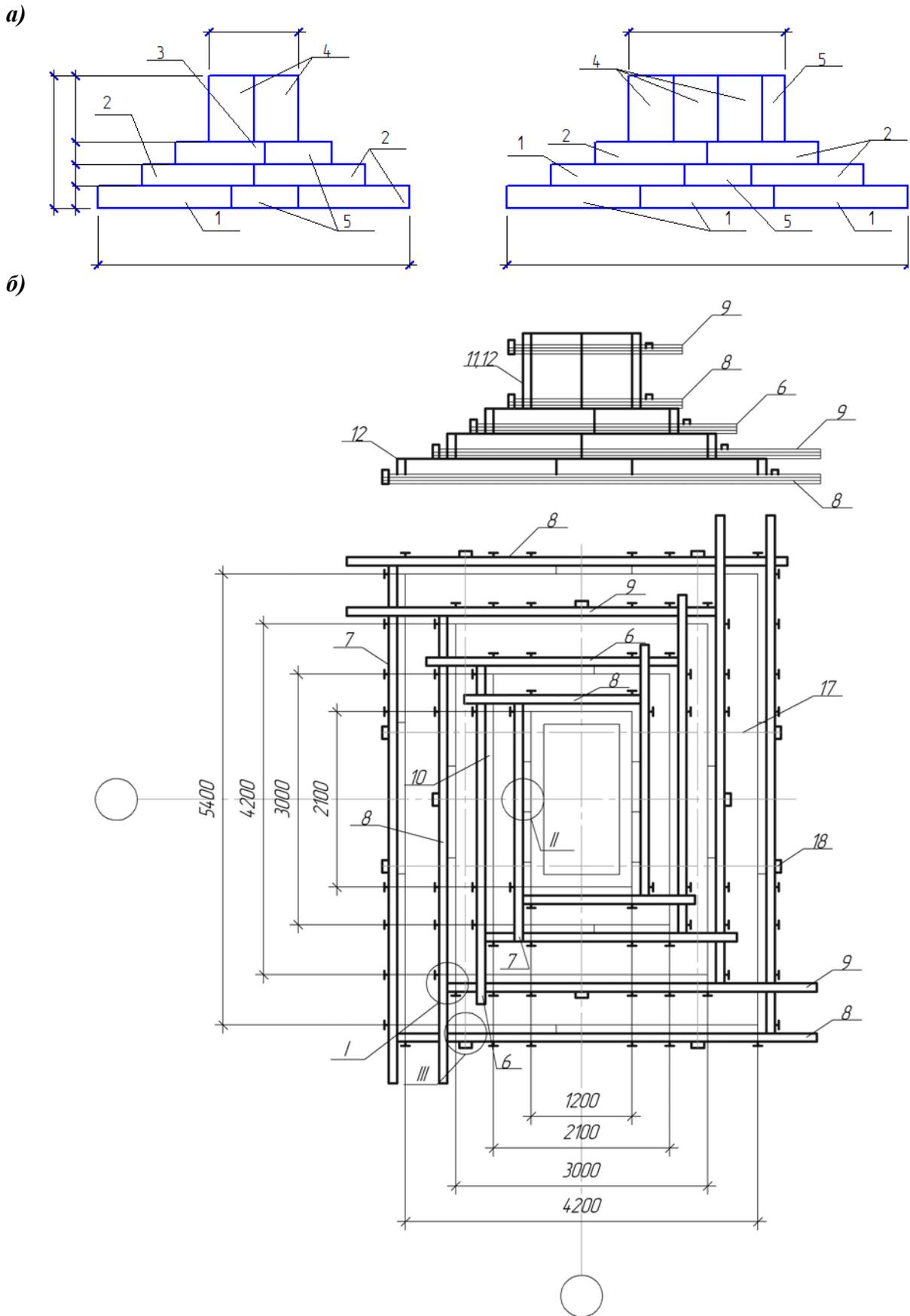
Спецификация элементов опалубки оформляется по форме табл. 3.6.

**Таблица 3.6** – Спецификация элементов опалубки

Наименование элемента	Обозначение	Размеры, мм	Количество элементов в комплекте	
			на 1 фундамент	всего с учётом оборачиваемости
1	2	3	4	5

Устройство опалубки фундаментов производят в следующем порядке:

- устанавливают, выверяют и закрепляют укрупненные панели опалубки нижней ступени фундамента (для опалубки ЦНИИОМТП предусматривается предварительное закрепление к щитам схваток);
- закрепляют опалубку нижней ступени:
  - с помощью перфоленты и натяжного устройства (рис.3.12) – для опалубки FRAMAX,
  - с помощью штырей, забиваемых в грунт – для опалубки ЦНИИОМТП ;
  - по верху короба закрепляют тяжи с помощью адаптера или болтов (рис. 3.12);
  - наносят на ребра укрупненных панелей короба риски, фиксирующие положение короба второй ступени фундамента;
  - отступив от рисков на расстояние, равное толщине щитов, устанавливают предварительно собранный короб второй ступени;
  - окончательно выверяют короб второй ступени;
  - в той же последовательности устанавливают и выверяют короб третьей ступени;
  - наносят на ребра укрупненных панелей верхнего короба риски, фиксирующие положение короба подколонника;
  - устанавливают и выверяют короб подколонника;
  - устанавливают и закрепляют стаканообразователь.



**Рисунок 3.13 – Пример конструирования мелкощитовой опалубки фундамента (ЦНИИОМТП): а - раскладка щитов; б – установка наружных угловых элементов и схваток: 1...5 - щиты, 6...10 - схватки, 11, 12 – наружные угловые элементы, 13 - крюк натяжной с клином, 14 - клин (длиной 125 мм), 15 – то же (длиной 80 мм), 16 – палец (длиной 123 мм), 17 – стяжка, 18 – замок стяжки**

Демонтаж опалубки производится в порядке, обратном монтажу.

После снятия опалубки необходимо:

- произвести визуальный осмотр опалубки;
- очистить от налипшего бетона все элементы опалубки;
- произвести смазку палубы, проверку и смазку винтовых соединений.

Арматурные сетки и каркасы массой до 100 кг монтируют вручную, при большей массе арматурных изделий используют кран.

### **3.5.2 Транспортирование и подача в блоки бетонирования бетонной смеси**

Доставка бетонной смеси на строительный объект осуществляется автобетоносмесителями.

Подача бетонной смеси в блоки бетонирования при устройстве столбчатых фундаментов может осуществляться следующими способами:

- краном в бункерах;
- автобетононасосом;
- стационарным бетононасосом;
- ленточным конвейером или ленточным бетоноукладчиком;
- непосредственно из автобетоносмесителя в блок бетонирования по наклонному лотку или виброжелобу.

### **3.5.3 Выбор комплекта машин, оборудования и приспособлений для производства бетонных работ**

Количество машин и автобетоносмесителей, входящих в комплект, должно обеспечить требуемую интенсивность бетонных работ.

Часовая или сменная интенсивность укладки бетонной смеси ( $P$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $\text{м}^3/\text{см}$ ) задается преподавателем.

В зависимости от заданной интенсивности бетонирования студент выбирает способ подачи бетонной смеси в конструкцию.

При интенсивности подачи менее  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$  (из расчета 8 – 10 крановых циклов в час) проектируется подача бетонной смеси краном в бункерах. Для подачи бетонной смеси в немассивные фундаменты (объемом до  $5 \text{ м}^3$ ) рекомендуется применять бункеры вместимостью  $0,5 \dots 1 \text{ м}^3$ , для массивных конструкций (объемом  $5 \dots 15 \text{ м}^3$ ) – вместимостью  $1,0 \dots 2,0 \text{ м}^3$ . Бункеры по конструкции и принципу действия бывают поворотные и неповоротные, характеристики их приведены в Приложении В.3.

При интенсивности подачи более  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$  проектируется подача бетонной смеси с помощью бетононасоса или бетоноукладчика.

Для работ по монтажу опалубки и арматуры, подачи бетонной смеси в поворотных бункерах применяют самоходные стреловые краны – автомобильные, на спецшасси автомобильного типа, на пневмоколесном или гусеничном ходу. Для выбора марки крана необходимо установить требуемые параметры крана – грузоподъемность, вылет крюка, высоту подъема крюка.

Требуемая грузоподъемность крана – это масса наиболее тяжелого поднимаемого груза (опалубочной панели, арматурной сетки или каркаса, бункера с бетонной смесью). Масса бункера с бетонной смесью  $M$ :

$$M = M_{\text{п}} + E \cdot \gamma_{\text{пб}}, \text{ Т}, \quad (26)$$

где:  $M_{\text{п}}$  – масса порожнего бункера;  
 $E$  – емкость бункера;  
 $\gamma_{\text{пб}} = 2,4 \text{ т/м}^3$  – плотность бетонной смеси.

Емкость бункера принимают с учетом числа циклов крана на подаче бетонной смеси  $\gamma_6$ :

$$E_{\text{мин}} = \frac{P}{\gamma_6}, \text{ м}^3 \quad (27)$$

По опыту строительства следует принять  $\gamma_6 = 8 \dots 10$  циклов в час. Полученная по формуле (27) величина емкости округляется до ближайшей большей емкости бункера по таблице **Приложения В**.

Требуемые вылеты и высота подъема крюка крана определяются аналитически по схемам производства бетонных работ (рис. 3.14).

$$H_{\text{тр}} = h_{\text{ф}} + h_3 + h_6 + h_c, \quad (28)$$

где:  $H_{\text{тр}}$  – требуемая высота подъема крюка крана, м;  
 $h_{\text{ф}}$  – высота блока опалубки, м;  
 $h_3$  – высота запаса (0,3 – 0,5 м);  
 $h_6$  – длина поворотного бункера;  
 $h_c$  – высота строповки.

$$L_{\text{тр}} = a/2 + n + b + c + d/2, \quad (29)$$

где:  $L_{\text{тр}}$  – требуемый вылет крюка крана;  
 $a$  – колея крана;  
 $n$  – расстояние от края колеса или гусеницы крана до его выносной опоры;  
 $b$  – расстояние от выносной опоры крана до низа откоса котлована или траншеи, принимается по СНиП [4];  
 $c$  – технологический зазор, принимается по СНиП [6] 0,6 м.  
 $d$  – длина (ширина) нижней ступени фундамента.

Выбор марки крана осуществляется на основе сравнения требуемых параметров крана с техническими характеристиками самоходных стреловых кранов [4]. Как правило, для выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ принимается один кран.

Выбор бетононасоса производится из условия:

$$P_3 \geq P, \quad (30)$$

где  $P_3$  – эксплуатационная среднесменная производительность бетононасоса.

Эксплуатационная среднесменная производительность бетононасосных установок, согласно [14], может быть выражена формулой:

$$P_3 = P_{\text{т}} K_1 K_2 \dots K_6 \text{ м}^3/\text{см}, \quad (31)$$

где  $P_{\text{т}}$  – часовая техническая производительность бетононасоса, принимаемая по технической характеристике (Приложение В).

$K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение производительности бетононасоса в зависимости от вида бетонированной конструкции.

В малоармированных массивных конструкциях, таких как отдельно стоящие фундаменты, подача и распределение бетонной смеси должны осуществляться при максимально возможной производительности бетононасоса.

Ориентировочные значения величин коэффициента  $K_1$  приведены в таблице 3.7.

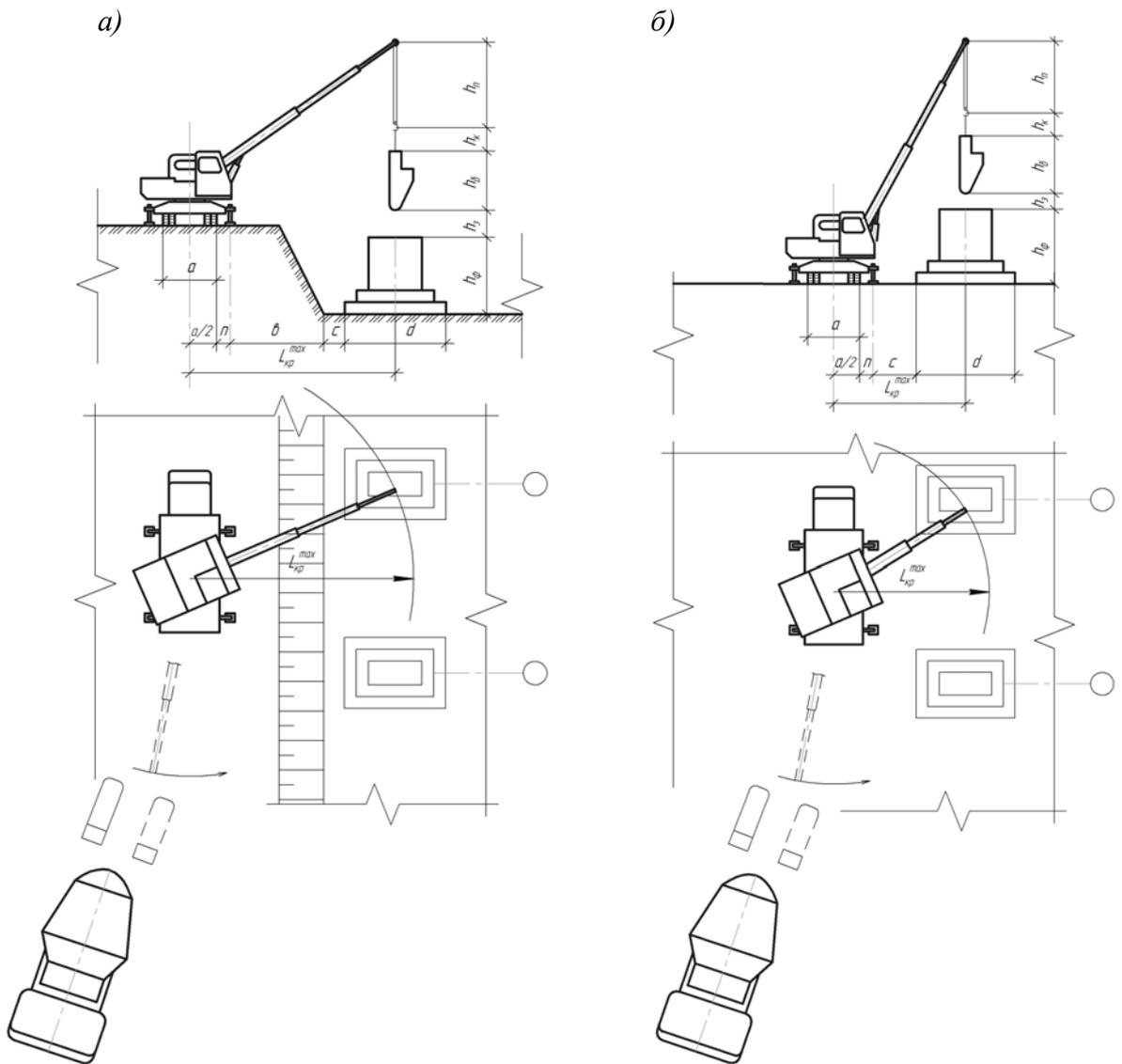


Рисунок 3.14 – Схема бетонирования фундаментов по схеме «кран – бункер»: а – кран располагается на бровке; б – кран располагается в котловане

Таблица 3.7 - Ориентировочные значения величины коэффициента  $K_1$

Вид конструкции	Значение коэффициента $K_1$
Отдельно стоящие фундаменты объемом:	0,7
до $4 \text{ м}^3$	
до $6 \text{ м}^3$	0,8
до $10 \text{ м}^3$	0,9
более $10 \text{ м}^3$	0,95

$K_2$  - коэффициент, учитывающий снижение производительности бетононасоса в зависимости от длины прямолинейного горизонтального участка бетоновода при соответствующей величине давления в нем, возникающего при перекачивании бетонной смеси. Ориентировочные значения величин коэффициента  $k_2$  приведены в таблице 3.8.

**Таблица 3.8 - Ориентировочные значения величины коэффициента  $k_2$**

Приведённая длина бетоновода, м	Значение коэффициента, $k_2$
до 50	0,830
50...100	0,665
100...150	0,500
150...200	0,330
200...250	0,167

Примечание:

а) каждый поворот трассы бетоновода на  $10^\circ$  приравнивается к 1 м горизонтального бетоновода;

б) 1 м вертикального стояка соответствует 3 м горизонтального бетоновода;

в) 1 м резиноканевого распределительного шланга стационарного бетоновода соответствует 6 м горизонтального бетоновода (с учётом поворотов шланга при распределении бетонной смеси);

г) - бетоновод на стреле автобетононасоса соответствует в среднем 70 м горизонтального бетоновода

$K_3 = 0,93$  - коэффициент, учитывающий потери времени на ежесменный уход за бетононасосом и его техническое обслуживание;

$K_4 = 0,90$  - коэффициент, учитывающий квалификацию машиниста (оператора) бетононасоса;

$K_5$  - коэффициент, учитывающий снижение производительности бетононасоса из-за различных организационно-технологических причин, в курсовом проекте можно принять  $K_5 = 0,8$ .

$K_6$  - продолжительность смены, ч.

Объем бетонной смеси, доставляемый автобетоносмесителем, при крановой подаче должен быть кратен емкости бункера, то есть бетонная смесь должна полностью выгружаться в два, три или четыре бункера. Бункеры для загрузки бетонной смесью укладываются или устанавливаются рядом на специальной площадке.

При сравнительно небольшой интенсивности бетонирования (в варианте крановой подачи бетонной смеси) принимается автобетоносмеситель  $4...5 \text{ м}^3$ ; при бетонировании бетононасосом –  $5...8 \text{ м}^3$ .

Количество автобетоносмесителей для доставки бетонной смеси определяется из условия:

$$N_6 = \frac{P}{\text{Па}}, \text{ шт.}, \quad (32)$$

где  $\text{Па}$  – производительность автобетоносмесителя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$$\text{Па} = \frac{60 \times V}{t_{\text{цб}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (33)$$

где:  $V$  – вместимость автобетоносмесителя,  $\text{м}^3$ ,

$t_{\text{цб}}$  – продолжительность цикла автобетоносмесителя, мин.:

$$t_{\text{цб}} = t_3 + t_{\text{гп}} + t_{\text{хп}} + t_{\text{р}} + t_{\text{мк}}, \text{ мин.}, \quad (34)$$

где:  $t_3$  – продолжительность загрузки автобетоносмесителя, мин.

$t_{\text{гп}}$ ,  $t_{\text{хп}}$  – продолжительность груженого и порожнего пробега автобетоносмесителя, определяется по формулам (17) и (18);

$t_p$  – продолжительность разгрузки автобетоносмесителя, принимается  $t_p = 10$  мин.

$t_{mk}$  – продолжительность мойки колес автобетоносмесителя, принимается 5 – 10 мин.

В комплект бетоноукладочных средств следует включить глубинные вибраторы – вибробулаву и вибратор с гибким валом (Приложение В.11 и В.12) (по 2 шт.: 1 – в работе и 1 – резервный).

### 3.5.4 Технологические схемы производства бетонных работ

В данном разделе разрабатываются:

- общая схема производства бетонных работ – план фундаментов в котлованах или траншеях, на котором приводится разбивка фундаментов на захваты, указываются стоянки крана или бетононасоса, ось перемещения машины,

- отдельно в более крупном масштабе выполняется схема бетонирования одного или группы фундаментов (план и разрез), бетонируемых с одной стоянки крана или бетононасоса. На схеме указывается положение фундаментов, бетоноукладочной машины, автобетоносмесителя при разгрузке в бункеры или приемный бункер бетононасоса. Указываются все необходимые размеры, радиус действия крана, бетононасоса, марки машин, оборудования и приспособлений.

### 3.6 Безопасность труда при производстве земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ

В данном разделе на основании СНиП [5,6] устанавливаются основные положения по безопасному выполнению работ запроектированными способами. Требования безопасного выполнения работ приводятся в пояснительной записке.

### 3.7 Определение трудоемкости работ. Составление графика производства работ

Определение трудоемкости выполняется в форме калькуляции трудовых затрат по форме табл. 3.9.

**Таблица 3.9. – Калькуляция трудовых затрат**

Шифр норм	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Состав звена			Трудоемкость	
					профессия	разряд	количество	чел-ч	чел-дн

В калькуляции трудовых затрат учитываются все работы, включенные в ведомость объемов работ. Дополнительно вводится транспортирование грунта автосамосвалами.

Нормы времени принимаются по ЕниР [8,9].

Трудоемкость работ определяется:

$$T = N_{вр} \times V, \text{ чел-ч,} \quad (35)$$

$$T = N_{вр} \times V / 8, \text{ чел-дн,} \quad (36)$$

где:  $N_{вр}$  - норма времени, чел-ч;

$V$  – объем работ.

Трудоемкость транспортирования грунта автосамосвалами определяется по формуле (35) после составления графика производства работ.

В графике производства работ устанавливается продолжительность, последовательность выполнения и взаимная увязка всех процессов по сооружению земляных выемок и

устройству фундаментов. График составляется по форме табл. 3.10. Производство механизированных работ целесообразно проектировать в две смены, ручных работ – в одну смену.

**Таблица 3.10 – График производства работ**

Наименование процессов	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость, чел.-дн. (Машинное время, маш-см)	Применяемые машины	Количество рабочих в смену		Сменность	Продолжительность работ, дн.	Рабочие дни				
					состав звена	количество звеньев в смену			1		2		
									с	с	с	с	

В графике принимается нормативная продолжительность работ:

$$t = \frac{T}{m \cdot n \cdot p}, \text{ дни,} \quad (37)$$

где: T – нормативная трудоемкость, чел-дн;

m – число рабочих в звене;

n – количество одновременно работающих звеньев;

p – число смен работы в сутки.

При построении графика продолжительность выполнения процессов можно регулировать, меняя число звеньев (n).

### 3.8 Требования к качеству и приёмке работ

Рекомендации по контролю качества выполняются в виде таблицы 3.11.

**Таблица 3.11 – Перечень технологических процессов, подлежащих контролю**

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Техническая характеристика качества	Способ и инструмент контроля
1	2	3	4

Раздел выполняется на основании требований СНиП [3,4] и других нормативных источников на соответствующие виды работ. Схемы контроля качества и приёмки работ рекомендуется принимать из типовых технологических карт на производство отдельных видов работ, например [11].

### 3.9 Потребность в материальных ресурсах и рабочих кадрах

Потребность в строительных машинах и оборудовании приводится в форме табл.3.12, потребность в рабочих кадрах – табл.3.13.

**Таблица 3.12 – Ведомость потребности в строительных машинах, транспортных средствах и оборудовании**

Наименование	Тип и марка	Кол-во, шт.	Занятость, смен

**Таблица 3.13 – Состав комплексной бригады**

Профессия	Разряд	Кол-во в смену	Общее количество рабочих
А. На земляных работах			
Б. На бетонных работах			

### 3.10 Техничко-экономические показатели

Раздел «Техничко-экономические показатели» (ТЭП) является обобщающей характеристикой проектируемого процесса и отражает эффективность применяемой технологии. ТЭП представляются в виде таблицы 3.14.

**Таблица 3.14 – Техничко-экономические показатели**

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя	
		Зем. работы	Бет. работы
1. Общий объём работ	м <sup>3</sup>		
2. Общая трудоёмкость работ	чел.-дн.		
3. Продолжительность выполнения работ	дн.		
4. Трудоёмкость на единицу объема	чел.-дн./м <sup>3</sup> .		
5. Выработка на одного рабочего в смену	м <sup>3</sup> / чел.-дн.		
6. Общие затраты машино-смен крана	маш.-см.		
7. Общие затраты машино-смен бетононасоса	маш.-см.	-	

Объём работ берётся из ведомости объёмов работ, а общая трудоёмкость работ - из калькуляции трудовых затрат как суммарная трудоёмкость всего комплекса работ. Трудоёмкость работ единицы продукции определяется делением общей трудоёмкости на объём работ. Выработка на одного рабочего в смену определяется делением общей трудоёмкости работ на объём СМР. Общие затраты машино-смен ведущей машины принимаются из графика производства работ. Техничко-экономические показатели определяются отдельно для земляных работ и для комплекса работ по устройству фундаментов.

### 3.11 Оформление курсового проекта

Курсовой проект оформляется в виде чертежа и пояснительной записки.

Чертеж выполняется на листе формата А1. На чертеже с учетом требований [1] изображаются:

- схемы производства земляных работ (общая схема – план земляной выемки в масштабе 1:500 с нанесенными осями перемещения экскаваторов и схемы экскаваторных забоев в масштабе 1:200);
- схемы производства бетонных работ (общая схема – план фундаментов в земляной выемке с разбивкой на захваты, нанесенными осями движения крана, бетононасоса и ука-

занием мест их стоянок в масштабе 1:500; схемы рабочих мест бетоноукладочной машины в масштабе 1:200);

- схемы установки элементов опалубки фундамента, спецификация опалубки;
- график производства работ;
- указания по производству работ и технике безопасности;
- технико-экономические показатели.

Пояснительная записка оформляется на листах формата А4. Пояснительная записка должна иметь нумерацию страниц и оглавление. В конце записки приводится список использованных источников, в тексте делаются на них ссылки.

Чертеж и пояснительная записка подписываются автором.

#### **4 ЗАЩИТА ПРОЕКТА**

К защите допускаются студенты, выполнившие в установленный срок курсовой проект.

Решение об оценке работы основывается на содержании работы и ответах студента в процессе защиты. Работа оценивается по следующей системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

В общем случае оценка «удовлетворительно» ставится при выполнении студентом следующих требований:

- знание способов производства строительно-монтажных работ;
- умение использовать при разработке технологических решений соответствующую нормативную и техническую литературу;
- умение определять объемы работ;
- умение осуществлять выбор монтажного крана и иных машин и механизмов;
- умение составлять калькуляцию трудовых затрат;
- умение проектировать график производства работ;
- умение определять технико-экономические показатели;
- прилежание студента.

Оценки «хорошо» и «отлично» ставятся:

- при выполнении вышеприведенных условий;
- при умении устанавливать оптимальные способы производства строительно-монтажных работ и рациональные решения по производству строительно-монтажных работ (передвижения строительных машин должны быть минимальны, оси движения машин по возможности прямолинейны, зоны складирования материалов по возможности максимально приближены к месту их использования и не мешают движению машин и т.д.);
- если доклад, сделанный в процессе защиты, полностью раскрывает содержание работы и полученные выводы, автор не зачитывает письменный текст выступления, исчерпывающе и аргументировано отвечает на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если работа носит компилятивный характер, не содержит разделов, обязательных при выполнении основной части работы, основана на устаревшей нормативно-методической и статистической базе, в ходе ответов автор не может представить основные результаты работы, и испытывает значительные затруднения при ответах на вопросы. При оценке «неудовлетворительно» - работа возвращается для доработки и последующей защиты.

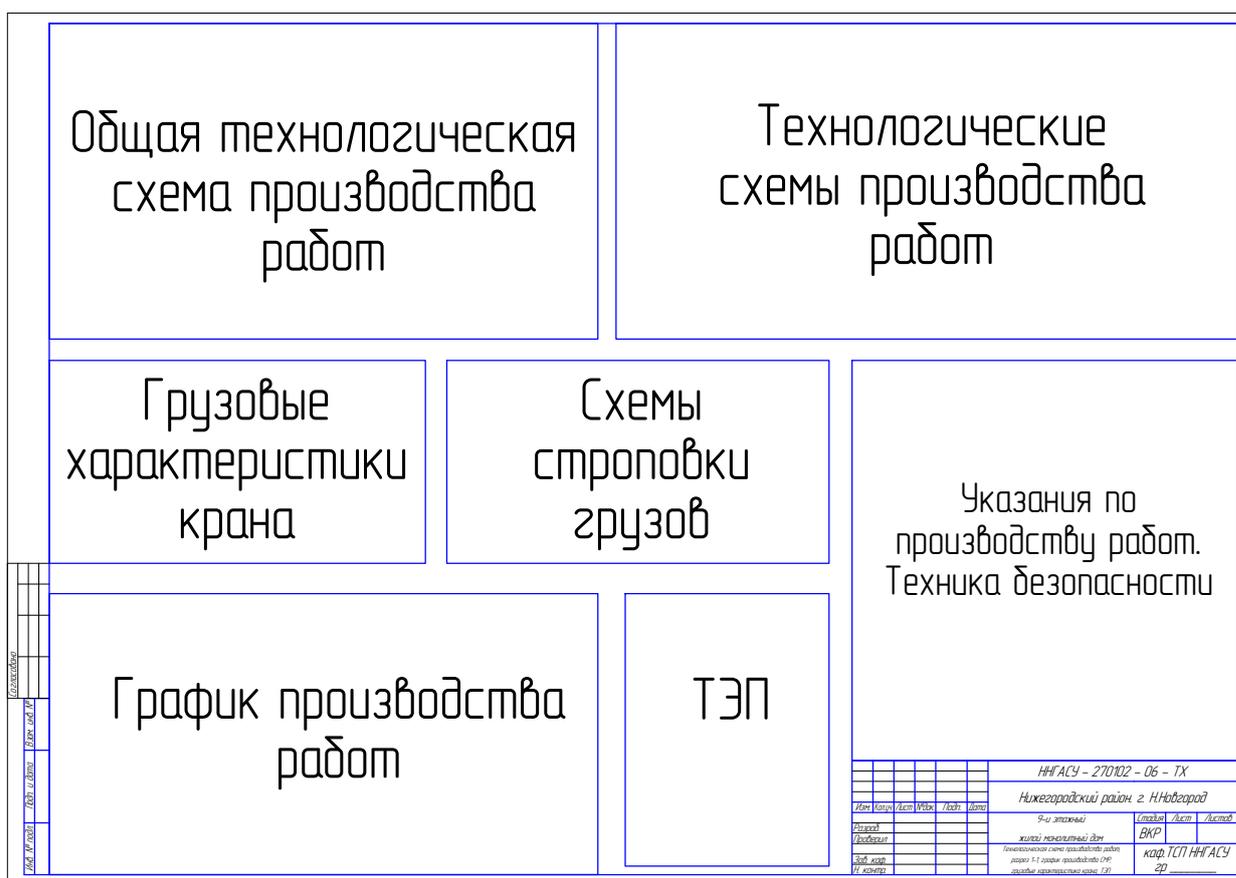
## БИБЛИОГРАФИЯ

1. **ГОСТ 2.105-96.** ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
2. **ГОСТ 21.205-93** СПДС Условные графические обозначения и изображения.
3. **СНиП 3.03.01-87.** Несущие и ограждающие конструкции.
4. **СНиП 3.02.01-87** Земляные сооружения, основания и фундаменты.
5. **СНиП 12-03-2001.** Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
6. **СНиП 12-04-2002.** Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
7. **СТП ННГАСУ 1-4-98.** Стандарт предприятия ННГАСУ.
8. **Единые нормы и расценки** на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций: Вып. 1. Здания и промышленные сооружения.
9. **Единые нормы и расценки** на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. 2. Земляные работы: Вып. 1. Механизированные и ручные работы.
10. **МДС 12-29.2006/ЦНИИОМТП.** Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.. – М: ФГУП ЦПП, 2007. – 12 с.
11. Технологическая карта на устройство столбчатых фундаментов с использованием мелкощитовой опалубки, АОЗТ ЦНИИОМТП: М: 2010 г.
12. **Маилян Л.Р.** Справочник современного строителя / **Маилян Л.Р.** Под общей редакцией Л.Р. Маиляна. – Ростов-на-дону: Феникс, 2004. – 544 с.
13. **Афанасьев, А.А.** Технология строительных процессов: Учебник для вузов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др. Под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.: ил.
14. **Инструкция** по транспортировке и укладке бетонной смеси в монолитные конструкции с помощью автобетоносмесителей и автобетононасосов 23-02, ОАО ПКТИпромстрой: - М: 2002 г.

**Приложение А.**  
**Пример заполнения основной надписи чертежа**

						ННГАСУ – 270102.65 – 2011 – ТХ			
						Промышленное здание			
Изм.	Кодуч	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.	Иванов					Возведение фундаментов из монолитного железобетона с производством земляных работ	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Петров						КП		
Зав. каф.	Сидоров					Технологическая схема производства работ, разрез 1-1, график производства СМР, грузовые характеристики крана, ТЭП	Каф. ТСП ННГАСУ гр. _____		
Н. контр.	Васечкин								

**Приложение Б.**  
**Схема компоновки графической части**



**Приложение В.  
Справочная информация**

**Таблица В.1 - Расстояние от начала откоса траншеи или котлована до края опорного контура машины при не насыпном грунте**

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние до опоры машины, м			
1	1,50	1,25	1,00	1,00
2	3,00	2,40	2,00	1,50
3	4,00	3,60	3,25	1,75
4	5,00	4,40	4,00	3,00
5	6,00	5,30	4,75	3,50

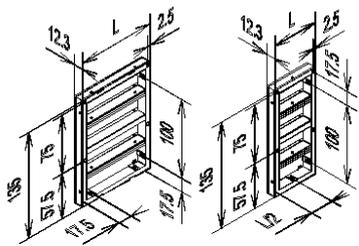
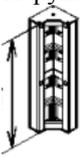
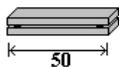
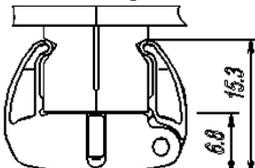
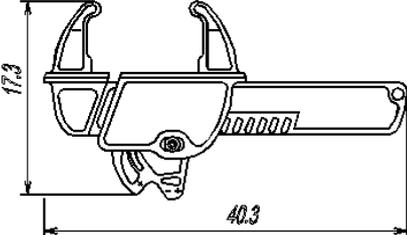
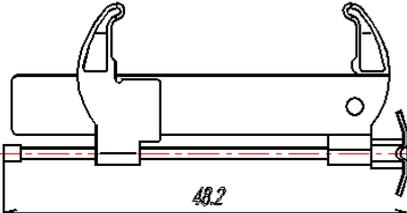
**Таблица В.2 - Крутизна откосов выемок в зависимости от глубины и типа грунта**

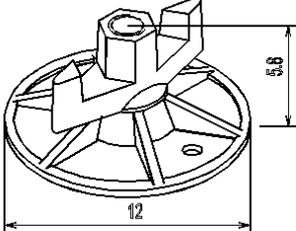
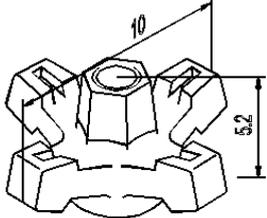
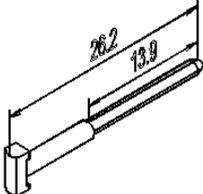
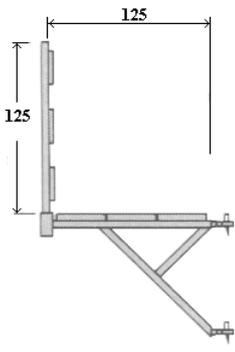
Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные неслежавшиеся	1:0,67	1:1	1: 1,25
Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5
<i>Примечания</i>			
1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса.			
2. К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет - для песчаных; до пяти лет - для пылевато-глинистых грунтов.			

**Таблица В.3. – Бадьи инвентарные для подачи бетонной смеси**

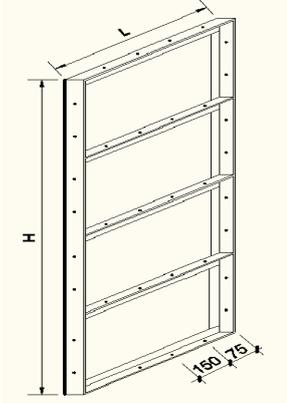
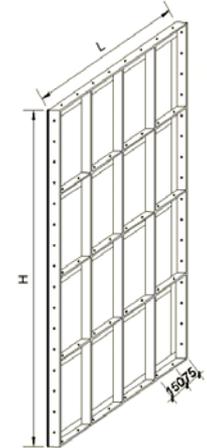
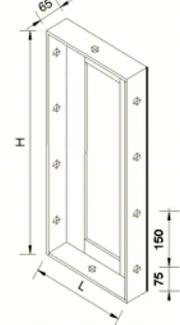
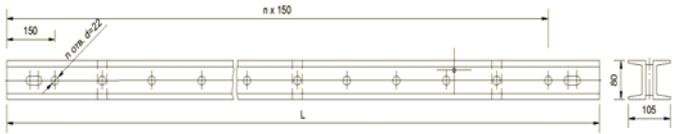
Показатели	Поворотные бадьи						Неповоротные бадьи	
	БПВ-0,5	БПВ-0,9	БПВ-1,0	БПВ-1,2	БПВ-1,6	БПВ-2,0	БНВ-0,5	БНВ-1,0
Грузоподъемность, кг	1250	2000	2500	3000	4000	5000	1250	2500
Размеры разгрузочного отверстия, мм	350x400	350x400	350x600	350x600	350x600	350x600	350x600	
Масса бадьи, кг	325	395	495	565	635	920	228	345
Размеры, мм:								
длина	3045	1700	3384	3584	3867	3874	1200	1600
ширина	958	1100	1410	1610	1524	2743	1200	1600
высота	325	450	495	545	635	1025	1200	1600

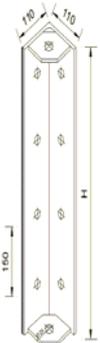
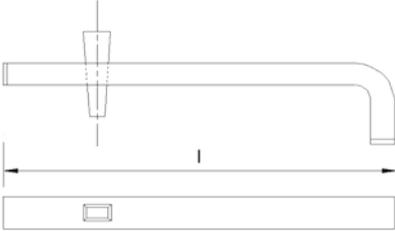
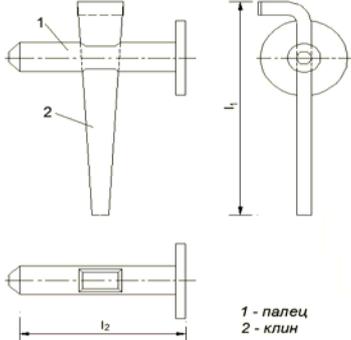


Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания																		
<p>Доборные опалубочные щиты и их параметры</p> <table border="1" data-bbox="359 257 893 452"> <thead> <tr> <th><i>L, см</i></th> <th><i>Площадь, м<sup>2</sup></i></th> <th><i>Масса, кг</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>135</td> <td>1,82</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>1,22</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,81</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>0,61</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0,41</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table> 	<i>L, см</i>	<i>Площадь, м<sup>2</sup></i>	<i>Масса, кг</i>	135	1,82	101	90	1,22	65	60	0,81	47	45	0,61	39	30	0,41	31	<p>Используются при формировании поверхности фундаментов .</p>
<i>L, см</i>	<i>Площадь, м<sup>2</sup></i>	<i>Масса, кг</i>																	
135	1,82	101																	
90	1,22	65																	
60	0,81	47																	
45	0,61	39																	
30	0,41	31																	
<p>Наружный угловой элемент массой 23 кг:</p>  <p>длина элемента 30 см.</p>	<p>Используются для формирования прямоугольных стыков опалубки первой ступени фундамента в комбинации со щитами соответствующей длины (высоты). Соединения со щитами выполняются с помощью стандартных клиновых замков</p>																		
<p>Ригель массой 7,3 кг</p> 	<p>Используется для повышения жесткости опалубки в местах заполнения зазоров</p>																		
<p>Зажимное приспособление массой 2,8 кг</p> 	<p>Клиновой замок опалубки фирмы FRAMAX , используемый в ее опалубочных системах. Служит для быстрого и надежного соединения щитов и угловых элементов между собой. Устанавливается через каждые 50-60см по длине стыка.</p>																		
<p>Универсальное зажимное приспособление массой 5,2 кг</p> 	<p>Универсальный клиновой замок фирмы FRAMAX для стягивания кромок щитов через прокладки. Применяется для соединения щитов опалубки «в мельницу»</p>																		
<p>Подгоняемое зажимное приспособление массой 5,3 кг</p> 	<p>Зажимное приспособление для стандартного рамного профиля с гибким регулированием длины соединения</p>																		

Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
<p>Опорная суперплита массой 0,9 кг</p> 	<p>Используется для выполнения болтовых соединений без использования гаечных ключей (анкерные соединения, стыки углов и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам суперплиты.</p>
<p>Звездообразная гайка массой 0,47 кг</p> 	<p>Используется для выполнения болтовых соединений без использования гаечных ключей (стыки углов, крепление накладных балок и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам гайки</p>
<p>Универсальный соединительный болт массой 0,6 кг</p> 	<p>Используется в сочетании с суперплитой и барашком для выполнении угловых соединений с использованием универсальных щитов и как крепежный болт профильного ребра щита опалубки</p>
<p>Инвентарные подмости</p> 	<p>Инвентарные подмости. Служат для обеспечения удобного доступа к верхней части опалубки при укладке бетонной смеси. Рама подмостей крепится к кромкам щитов с помощью унифицированных клиновых замков.</p>
<p>Опорная анкерная площадка</p> 	<p>Служит для крепления распорных анкеров по верхним кромкам опалубки</p>

**Таблица В.5 Каталог основных конструктивных элементов мелкощитовой опалубки ЦНИИОМПП**

Наименование элемента и эскиз	Марка элемента и габариты (НхL)	Масса элемента, кг	Примечание
<p>Щит основной</p> 	<p>ЩМ-1,8х0,6 ЩМ-1,8х0,3 ЩМ-1,5х0,6 ЩМ-1,5х0,3 ЩМ-1,2х0,6 ЩМ-1,2х0,3 ЩМ-0,9х0,3 ЩМ-0,9х0,6</p>	<p>54,3 29,6 46,8 24,6 37,4 20,0 15,3 24,9</p>	<p>Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций.</p> <p>Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций.</p>
<p>Щит основной</p> 	<p>ЩМ-2,4х1,2 ЩМ-2,4х0,9 ЩМ-2,4х0,6</p>	<p>72,8 58,8 39,6</p>	<p>Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций.</p>
<p>Щит доборный</p> 	<p>ЩМ 0,6х0,15</p>	<p>3,6</p>	<p>Формообразующий доборный элемент</p>
<p>Схватка</p> 	<p>Сх-1,2 Сх-1,8 Сх-2,4 Сх-3,0 Сх-3,6</p>	<p>10,5 14,3 18,2 22,2 26,2</p>	<p>Несущие элементы, предназначенные для восприятия нагрузок, действующих на опалубку, а также для объединения щитов в панели и блоки.</p>

Наименование элемента и эскиз	Марка элемента и габариты (НхL)	Масса элемента, кг	Примечание
<p>Наружный угловой элемент</p> 	<p>УМО-0,6х0,3 УМО-0,3х0,3</p>	<p>1,5 0,8</p>	<p>Элемент, предназначенный для соединения углов опалубки ступенчатого фундамента</p>
<p>Крюк натяжной с клином</p> 		<p>0,21</p>	<p>Предназначен для крепления схваток к щитам, а также схваток между собой</p>
<p>Замок клиновой</p>  <p>1 - палец 2 - клин</p>		<p>0,25</p>	<p>Предназначен для крепления щитов между собой, а также угловых элементов к щитам</p>
<p>Стяжка (шпилька) винтовая со специальной гайкой</p>		<p>масса 1 п. м. - 0,4</p>	<p>Применяется для крепления противостоящих опалубочных щитов и восприятия нагрузок от давления бетонной смеси</p>
<p>Стаканообразователь</p>		<p>81,0</p>	<p>Предназначен для образования стакана под колонну</p>

Наименование элемента и эскиз	Марка элемента и габариты (НхЛ)	Масса элемента, кг	Примечание
<p>Кронштейн с настилом и навесной лестницей</p>		96,5	Предназначен для нахождения рабочих-бетонщиков

**Таблица В.6 – Технические характеристики автомобилей-самосвалов**

Показатели	Марка автосамосвала							
	Hyundai HD 120	Урал 55571-40	Урал 55571-44	КамАЗ 55111	КамАЗ 6520	КамАЗ 65115	КрАЗ 65055-040	КрАЗ 65055-059
Грузоподъемность, т	7,3	10,0	13,0	13,0	14,3	15,0	16,0	20,0
Полная масса, т	12,4	20,205	25,775	22,4	26,8	25,2	28,4	30,8
Размеры, мм								
длина	5860	7735	8170	6700	7795	6710	8350	8350
ширина	2220	2500	2500	2310	2500	2500	2500	2500
высота	2580	2980	3275	2850	3055	2920	2760	2760
Мощность двигателя, кВт	125	169	220	176	264	191	242	242
Максимальная скорость, км/час	105	80	72/90	90	80	80	90	90

**Таблица В.7 – Технические характеристики бульдозеров ОАО "Промтрактор"**

Бульдозер	T-15.01	T-20.01	T-25.01	TM-25.01	T-35.01	T-330	T-500
Двигатель	ЯМЗ-238НД	ЯМЗ-238Б	ЯМЗ-8501.10	ЯМЗ-8501.10	ЯМЗ-850.10	8DBT33 ОА	ЯМЗ-850.10
Мощность, кВт/л.с	176/240	206/280	279/380	279/380	353/480	250/340	353/480
Скорость движения, км/ч:							
1 передача (вперед/назад)	3,9/5,1	3,6/4,8	3,8/4,6	3,8/4,6	4,0/4,9	3,5/2,9	4,0/3,3
2 передача (вперед/назад)	6,9/9,0	6,5/8,6	6,8/8,2	6,8/8,2	7,2/8,8	6,4/5,4	7,2/6,0
3 передача (вперед/назад)	11,1/14,2	10,4/13,3	11,7/13,4	11,7/13,4	11,9/14,3	13,0/10,8	13,0/11,1
Масса трактора, т	22,2	26,3	36,0	38,7	45,0	41,8	41,8
Масса агрегата, т	28,0	36,0	47,5	51,0	61,5	54,8	59,5
Тип отвала	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
Размеры отвала (ВхН), мм	3820х1520	3940Х1700	4180х1890	5110х1890	4710х2120	4860х1820	4530х2120
Объем призмы волочения, куб.м	6,8	10,0	11,0	14,1	18,5	13	18,5

Бульдозер	T-15.01	T-20.01	T-25.01	TM-25.01	T-35.01	T-330	T-500
Число зубьев рыхлителя	3	3	1	1 или 3	1 или 3	1	1
Удельное давление на грунт, МПа	0,086	0,11	0,12	0,086	0,132	0,113	0,132
Удельная мощность агрегата, кВт/т	6,28	5,72	5,86	5,47	5,73	4,56	5,94

В качестве рабочего оборудования бульдозеров используются прямые, полусферические (полууниверсальные-SU) или сферические (универсальные-U) отвалы. Для планирования применяют также поворотные отвалы

**Таблица В.8 – Технические характеристики одноковшовых экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата**

Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольшая глубина копания, м	Наибольший радиус копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Мощность двигателя, кВт	Масса, т
<b>Экскаваторы-обратная лопата на пневмоколесном ходу</b>						
ЕК-12	0,32 – 0,5	5,08	7,86	6,5	59,6	12,5
ЭО-3323А	0,4 – 0,65	4,7	7,98	5,63	59,6	12,4
ЕК-14	0,32 – 0,8	4,89	7,92	5,72	77,2	13,4
ЕК-18	0,4 – 1,0	6,97	8,1	6,75	105	18
ЭО-33211	0,85 – 1,05	5,8	9,2	6,5	110	18
ЕО-4326	0,6 – 1,42	6,5 – 8,5	10,5	8,7	147	24
АТЕК 881	1	6	9,2	5,5	73,6	19,5
<b>Экскаваторы-обратная лопата на гусеничном ходу</b>						
ЕТ-14	0,4 – 0,8	5	7,9	5,42	59,6	14,8
ЕТ-16	0,4 – 0,8	4,95	7,9	5,52	59,6	16
ЕТ-18	0,5 – 1,0	7,2	10,4	6,54	77	19
АТЕК 761	0,75 – 1,3	6,5	9,45	5,2	74	19,5
ЭО- 4225А	0,6 – 1,42	6	9,33	5,15	125	25,8
ЕК-270	0,4 – 1,5	7,7	11,1	8,4	132	27
ЕТ-25	1,4	7,38	10,7	7,69	114	27
ЭО-5126	1,25 – 1,65	6,25	9,06	5,9	132	29
ЭО-4228	0,6 – 1,42	6,5	10,2	6,95	169	27,3
ЭО-5224	1,55	6,5	10,1	5,8	125	38,7
ЕК-400	1,8	7,3	11,4	7,4	220	42

**Таблица В.9 – Технические характеристики прицепных бетононасосов**

Показатель	Марка бетононасоса					
	Schwing		Zoomlion	Cifa	СБ-207	SANY
	WP 750-18X	BPA-500	HBT 60.16.112 RS	PC-307		HBT 60.C-1413 D
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	54	35	70	30	20	65
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	4390 1680 2100	4220 1680 1880	6000 2100 2600	3650 1220 1800	3000 1800 1800	6241 2068 2607
Внутренний диаметр трубопровода, мм	125	125	125	125	125	125
Дальность подачи, м: по горизонтали по вертикали	354 100	354 100	1500 350	500 100	330	700 200
Вместимость приемного бункера, м <sup>3</sup>	1400	1400	1400	1400	1400	1320
Максимальная размер заполнителя, мм	38	25	30	45	30	50

**Таблица В.10 – Технические характеристики автобетононасосов**

Показатель	Марка автобетононасоса							
	БН-80-20	СБ-126А	АБН-65/21	АБН-75/42	БН-80-26	HANWOO		
						НСП 32-II	НСП37.15 XZ	НСП 43
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	9,15, 30, 60	65	65	75	80	130	150	150
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	11000 2600 4000	10000 2500 3800	10600 2500 3930	12000 2500 3950	11000 2600 4000	8410 2495 4000	12100 2495 3900	14350 2495 3900
Базовый автомобиль	КрАЗ-250	КамАЗ-53213	Урал-4320	КамАЗ-62201	КрАЗ-250	Маз	Маз	Маз
Опорный контур, l x b, м	4x3,5	4x3,5	4x3,5	4x3,5	4x3,5	6,7x6,4	7,4x7,4	7,3x7,4
Внутренний диаметр трубопровода, мм	125	125	125	125	125	125	125	125
Дальность подачи при помощи стрелы, м: по горизонтали (радиус) по вертикали (высота)	17 20	18 21	18 21	38 42	22 26	28,2 31,6	32,7 36,4	38,2 42,6
Вместимость приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,6	0,6	0,6	0,7	0,4	0,75	0,6	0,75
Высота загрузки бункера, м	1450	1450	1450	1450	1450	1350	1350	1350
Максимальный размер заполнителя, мм	60	40	50	50	40	40	40	40

**Таблица В.11 – Технические характеристики глубинных электромеханических вибраторов со встроенным электродвигателем (вибробулавы)**

Показатель	Марка вибратора											
	ИБ-78	ИБ-102А	ИБ-95А	ИБ-103	EL40	EL48	EL56	EL65	ELX40	ELX48	ELX56	ELX65
Размеры вибронконечника, мм: длина диаметр	412 50	440 75	440 75	480 114	320 40	350 48	380 56	410 65	320 40	350 48	380 56	410 65
Радиус действия, мм	290	420	420	530	215	280	350	400	215	280	350	400
Масса общая, кг	10	15	12	27,5	10,9	14,7	16,7	22,1	13,8	15,7	16,7	19,4
Напряжение, В	36	36	36	36	36	36	36	36	220	220	220	220

**Таблица В.12 – Технические характеристики глубинных электромеханических вибраторов с гибким валом**

Показатель	Марка вибратора											
	ИВ-75	ИВ-113	ИВ-117А	ИВ-116А	СТП-В36М	СТП-36Макс	СТП-В50М	СТП-50Макс	ИВ-210	BGN 35	BGN 50	BGN 60
Размеры вибронаконечника, мм: длина диаметр	410 28	410 38	410 51	430 76	400 36	400 36	400 36	410 65	320 40	350 48	380 56	410 65
Длина вала (рукава), м	3,0 4,5 6,0	3,0 4,5 6,0	3,0 4,5 6,0	3,0 4,5 6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0 4,5 6,0	5,0	5,0	5,0
Радиус действия, мм	180	205	300	430	200	200	290	290	300	200	290	380
Масса общая, кг	21,2	28,6	30,5	35,0	14,2	14,2	15,7	15,7	30	12	14	15
Напряжение, В	36	36	36	36	36	220	36	220	220	42	42	42

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60x90 1/16

Бумага газетная. Печать офсетная. Уч. изд. л. \_\_\_\_\_

Усл. печ. л. \_\_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_\_ Заказ № \_\_\_\_\_

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.

603600, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65

Полиграфический центр ННГАСУ. 603600, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65