

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

---

# **ПЛАНИРОВКА ПЛОЩАДКИ, ОТРЫВКА КОТЛОВАНОВ И ВОЗВЕДЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ**

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

**Москва 2010**

**Разработаны профессором кафедры ТОУС  
Московского государственного строитель-  
ного университета *СБОРЩИКОВЫМ С.Б.***

**Рецензент – профессор кафедры ТСП МГСУ,  
д.т.н. *ВИЛЬМАН Ю.А.***

## ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсовой работы – овладение основами проектирования технологии вертикальной планировки строительной площадки и возведения подземной части здания, а также методикой разработки технологических карт на выполнение строительных процессов (строительных работ).

Перед студентами ставятся следующие задачи:

- 1) изучение простых и сложных процессов;
- 2) выбор основных строительных машин, механизмов, оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, необходимых и достаточных для выполнения проектируемых строительных процессов (на основе вариантного проектирования);
- 3) разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство монолитных железобетонных фундаментов.

Каждый студент получает задание, состоящее из:

1. Плана строительной площадки с разбивкой на квадраты с рабочими отметками в вершинах квадратов.
2. План здания и характеристик конструктивного решения фундаментов.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки, выполняемой в рукописном или машинописном тексте на бумаге формата А4 и графической части, выполняемой на листах формата А1.

Пояснительная записка должна состоять из следующих разделов:

1. Введение (характеристика объекта и проектируемых работ);
2. Ведомость объёмов работ;
3. Вариантное проектирование методов производства работ и их технико-экономическое обоснование;
4. Выбор ведущего строительного механизма по техническим и экономическим параметрам;
5. Технологическая карта на разрабатываемые процессы.

Во введении даётся краткое описание характеристики объекта:

- характеристика площадки (размеры, уклон, вид и класс грунта), расстояние до места отвала или карьера, расположение здания на площадке;
- характеристика объёмно-планировочного и конструктивного решений подземной части здания (расстояние в осях, количество пролётов, геометрические размеры и глубина заложения фундаментов, применяемые материалы для

устройства фундаментов, условия их доставки на объект, климатические и гидрогеологические условия при производстве работ).

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ НУЛЕВЫХ РАБОТ

Планируемая площадка представляет собой прямоугольник, условно разбитый на квадраты размером 100×100м. заданием курсового проекта определены рабочие отметки вершин квадратов, которые представляют собой разность между проектными отметками (красными) и отметками существующей поверхности грунта (черными). Положительные по знаку рабочие отметки соответствуют насыпи, отрицательные – выемке.

Линия нулевых работ (ЛНР) соединяет точки с рабочими отметками, равными 0, которые располагаются на сторонах квадратов, соединяющих вершины с рабочими отметками противоположных знаков. (рис.1.)

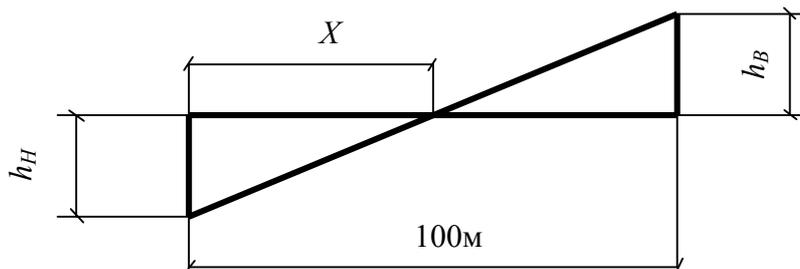


Рис. 1.

Привязка точек с нулевыми рабочими отметками определяется из пропорции:

$$X/(100 - X) = h_H/h_B, \text{ откуда } X = \frac{100 \cdot h_H}{h_H - h_B},$$

где  $X$  – расстояние от вершины квадрата с положительной рабочей отметкой до точки нулевых работ, м;

$h_H$  и  $h_B$  – значения рабочих отметок вершин квадратов насыпи и выемки соответственно, принятых со своими знаками, или

$$X = \frac{100 \cdot h_H}{|h_H| + |h_B|}, \text{ где } |h_H| \text{ и } |h_B| \text{ приняты по абсолютной величине}$$

$$X1 = \frac{100 \cdot 0,54}{0,54 - (-0,54)} = 50 \text{ м},$$

$$X2 = \frac{100 \cdot 0,48}{0,48 - (-0,46)} = 51 \text{ м},$$

$$X3 = \frac{100 \cdot 0,42}{0,42 - (-0,44)} = 49 \text{ м},$$

$$X4 = \frac{100 \cdot 0,48}{0,48 - (-0,46)} = 51 \text{ м},$$

№ точки	Отметка
1	0,62
2	0,6
3	0,58
4	0,58
5	0,54
6	0,48
7	0,42
8	0,48
9	-0,54
10	-0,46
11	-0,44
12	-0,46
13	-0,44
14	-0,46
15	-0,42
16	-0,46
x1	50
x2	51
x3	49
x4	51

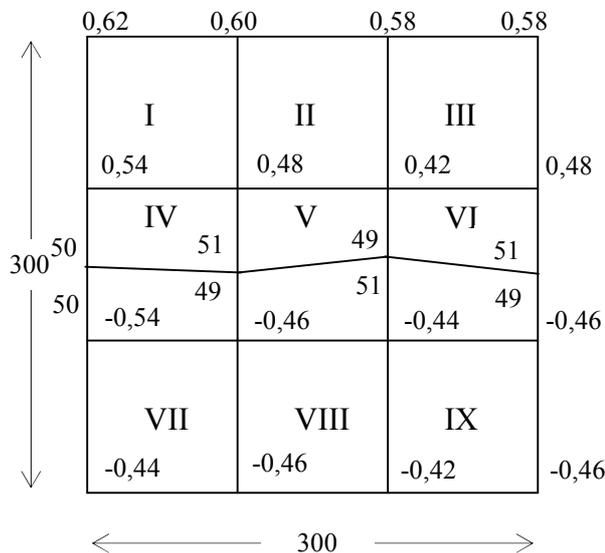


Рис.2. Положение линии нулевых работ

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУНТА В ПЛАНИРОВОЧНЫХ ВЫЕМКЕ И НАСЫПИ, В ОТКОСАХ ПЛОЩАДКИ, КОТЛОВАНЕ, ТРАНШЕЯХ И ОТДЕЛЬНЫХ ВЫЕМКАХ

Объемы грунта отдельных фигур, располагающихся в пределах насыпи и выемки,  $V$ ,  $\text{м}^3$ , определяют путем умножения площади основания каждой фигуры на среднюю высоту ее рабочей отметки:

$$V = \sum_n \frac{h_n}{n} \cdot F = h_{CP} \cdot F,$$

где  $h_n$  – рабочие отметки всех вершин фигуры, в том числе и нулевые, м;

$n$  – количество вершин фигуры, в том числе и нулевые;

$h_{CP}$  – средняя величина рабочих отметок, м;

$F$  – площадь фигуры,  $\text{м}^2$ .

Объем грунта в откосах выемки (насыпи)  $V$ ,  $\text{м}^3$  (рис.3), определяется по формуле:

$$V = \frac{(L_{\Pi} \cdot m \cdot h_{O.CP}^2)}{2},$$

где  $L_{\Pi}$  – периметр сторон насыпи (выемки);

$m$  – коэффициент заложения откоса;

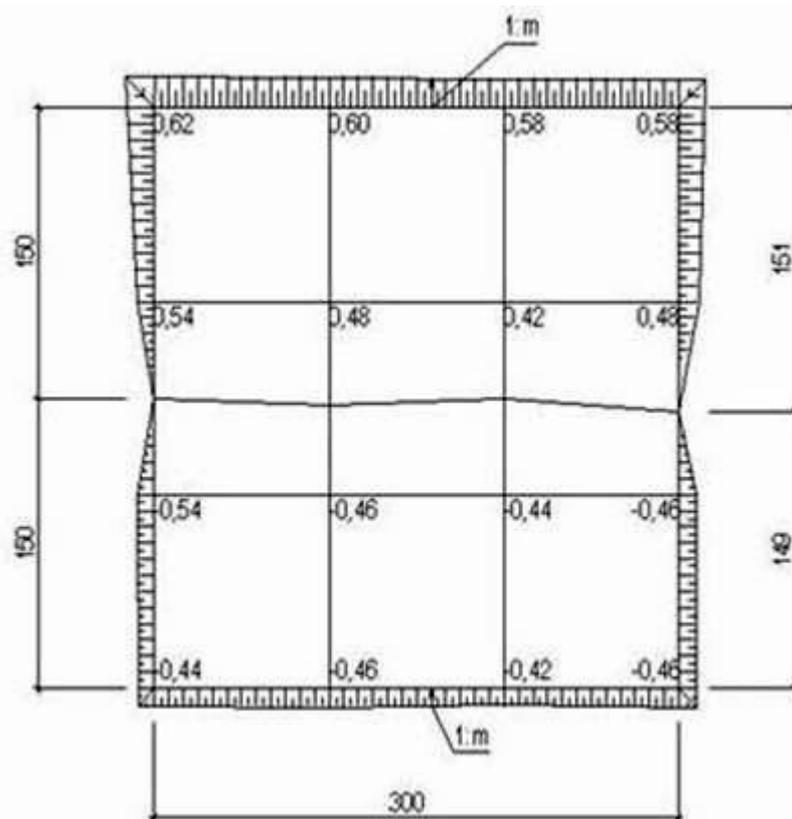
$h_{O.CP}$  – абсолютная величина средней рабочей отметки по периметру выемки (насыпи):

$$h_{O.CP} = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_n)}{n}.$$

Объем грунта в угловых откосах выемки (насыпи)  $V$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле:

$$V = \frac{(m^2 \cdot h^3)}{3},$$

где  $h$  – высота пирамиды, м.



**Рис.3.** Определение объёмов грунта в откосах выемки (насыпи) при заложении  $m=0,5$

На основании расчетов заполняется *таблица 1*. При отсыпке насыпи учитывают остаточное разрыхление грунта. Ввиду того, что при укладке насыпи и

интенсивном уплотнении его катками не удается достичь естественной плотности грунта, то для укладки насыпи объемом  $V_H$  требуется объем грунта равный  $V/K$ , где  $V$  – объем грунта естественной плотности;  $K$  - коэффициент остаточного разрыхления (для насыпного грунта принимаем  $K=1,04$ )

**Таблица 1.**

Расчет объемов грунта насыпи и выемки

N	выемка ( $m=0,5$ )			насыпь ( $m=0,67 K= 1,04$ )					
	$(h_1+h_2+...+h_n)/n$	hср.м	F.м2	V.м3	$(h_1+h_2+...+h_n)/n$	hср.м	F.м2	V.м3	V/K.м3
I					$(0,62+0,6+0,54+0,48)/4$	0,56	10000	5600	5385
II					$(0,6+0,58+0,48+0,42)/4$	0,52	10000	5200	5000
III					$(0,58+0,58+0,42+0,48)/4$	0,515	10000	5150	4952
IV	$(0,54+0,46+0+0)/4$	0,25	4950	1237,5	$(0,54+0,48+0+0)/4$	0,255	5050	1287,8	1238
V	$(0,46+0,44+0+0)/4$	0,225	5000	1125	$(0,42+0,48+0+0)/4$	0,225	5000	1125	1082
VI	$(0,44+0,46+0+0)/4$	0,225	5000	1125	$(0,42+0,48+0+0)/4$	0,225	5000	1125	1082
VII	$(0,54+0,46+0,44+0,46)/4$	0,475	10000	4750					
VIII	$(0,46+0,44+0,46+0,42)/4$	0,445	10000	4450					
IX	$(0,44+0,46+0,42+0,46)/4$	0,445	10000	4450					
Отк		0,348		18,1		0,425		27,204	26,16
			Итого:	17155,6			Итого:	19515	18764

Общий объем насыпи и выемки находится как сумму объемов грунта отдельных фигур, лежащих в пределах планируемой площадки.

- объем грунта в откосах выемки:

$$V = 18,08 + 0,008 + 0,007 = 18,1 (\text{м}^3)$$

- объём грунта в откосах (кроме угловых):

$$V = 0,5 \cdot 0,5 \cdot (0,348^2) \cdot (500 + 49 + 50) = 18,08 (\text{м}^3),$$

- объем грунта в угловых откосах:

$$V_{13} = \frac{(0,5^2 \cdot 0,44^3)}{3} = 0,007 (\text{м}^3).$$

$$V_{16} = \frac{(0,5^2 \cdot 0,46^3)}{3} = 0,008 (\text{м}^3),$$

- объем грунта в откосах насыпи:

$$V = 27,1 + 0,04 + 0,03 = 27,2 (\text{м}^3)$$

- объём грунта в откосах (кроме угловых):

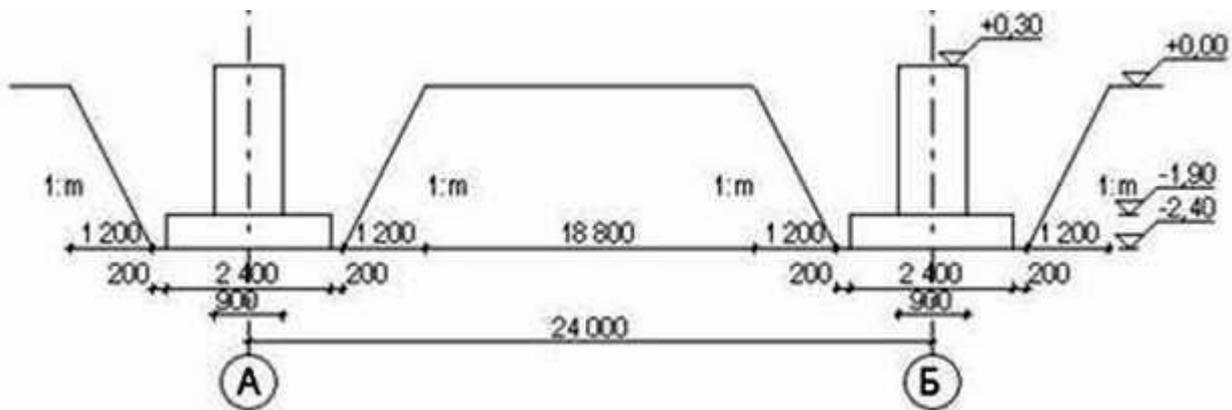
$$V = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,425^2 \cdot (500 + 50 + 51) = 27,1 (\text{м}^3),$$

- объем грунта в угловых откосах:

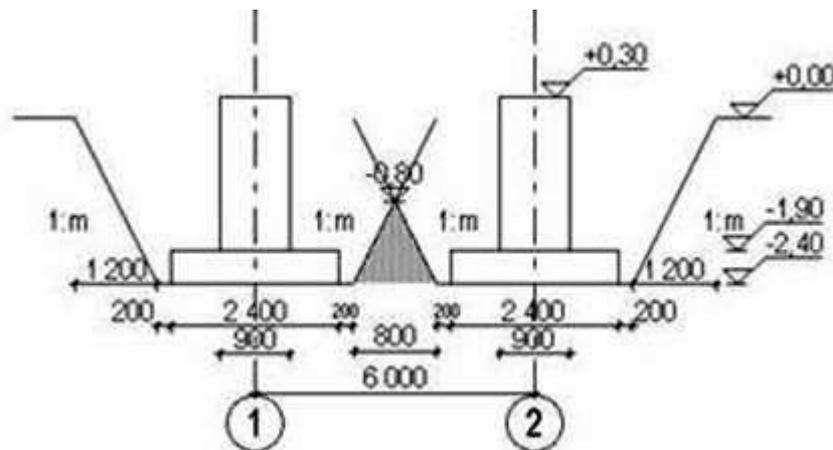
$$V_1 = \frac{(0,67^2 \cdot 0,62^2)}{3} = 0,04 (\text{м}^3),$$

$$V_4 = \frac{(0,67^2 \cdot 0,58^2)}{3} = 0,03 (\text{м}^3).$$

Для принятия решения об устройстве земляного сооружения (общего котлована под фундаменты, траншей под ряды фундаментов или отдельных котлованов под каждый фундамент) вычерчиваются продольные профили отдельных котлованов под каждый фундамент по рядам в обоих направлениях (см. *рис.4а* и *4б*). При различном шаге наружных и внутренних колонн, рисунков будет три.



**Рис.4а.** Продольный профиль разреза фундаментов (фрагмент)



**Рис.4б.** Поперечный профиль разреза фундаментов (фрагмент)

Земляное сооружение проектируется с учетом крутизны откосов для данного вида грунта и глубины заложения фундамента. Возможны три случая:

1. Если точка пересечения линий откоса только в одном направлении выше

уровня земли, то в указанном направлении принимают траншеи под каждый ряд фундаментов;

2. Если точка пересечения линий откоса в обоих направлениях ниже уровня земли отрывается общий котлован;

3. Если точка пересечения линий откоса в обоих направлениях выше уровня земли, то принимаются ямы под отдельные фундаменты.

Расстояние от подошвы откоса до близлежащего фундамента с установленной опалубочной формой принимается не менее 0,2м. При необходимости устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов это расстояние принимается не менее 0,5м.

При разработке типа выемок под фундаменты следует учитывать возможность подачи материалов, инвентаря и конструкций к фундаментам, расположенным в средней части здания (подъезд автотранспорта и строительных машин). На *рис. 4б* показан случай, при котором заштрихованную область выбираем, что определяет выбор траншеи в этом направлении.

После определения типа и размеров земляного сооружения в плане, необходимо рассчитать объемы земляных работ при его разработке ( $V, м^3$ ). Для общего котлована и траншей используется формула:

$$V_K = \left( \frac{H_K}{6} \right) \cdot (F_B + F_H + 4F_{CP}),$$

где  $H_K$  – глубина котлована по заданию, м;  $F_H$  – площадь котлована по низу,  $м^2$ ;  $F_B$  – площадь котлована по верху,  $м^2$ ;  $F_{CP}$  – площадь котлована на глубине  $H/2$ ,  $м^2$ .

При разработке отдельных ям под каждый фундамент их объём определяется по формуле:

$$V_K = \left( \frac{H_K}{3} \right) \cdot (F_B + F_H + \sqrt{F_B \cdot F_H}).$$

Объём грунта на съездах в котлован (пионерная траншея) рассчитывается по формуле:

$$V_C = 0,5(b + m \cdot H_K) \cdot H \cdot L,$$

где  $b$  – ширина съезда по низу, м;  $L$  – длина съезда, м.

В рассматриваемом примере объём грунта составит:

$$V_K = 6 \cdot \left( \frac{2,4}{6} \right) \cdot (2,8 \cdot 104,8 + 5,2 \cdot 107,2 + 4 \cdot 4 \cdot 106) = 6114 м^3$$

После возведения фундаментов оставшийся объём котлована в виде пазух заполняется грунтом, который называется обратной засыпкой ( $V_{обр.зас.} м^3$ ). Её

объем определяется по формуле:

$$V_{обр.зас} = (V_K - V_\phi) \cdot (1 - \alpha),$$

где  $V_\phi$  – объем конструкций ж.-б, фундаментов до планировочной отметки, м<sup>3</sup>;  $\alpha$  - коэффициент остаточного разрыхления грунта после уплотнения (для суглинка – 0,03).

$$V_{обр.зас} = (6114 - [(2,4 \cdot 2,4 \cdot 0,5 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9) \cdot 18 \cdot 6]) \cdot (1 - 0,03) = 5637 \text{ м}^3.$$

### 3. СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСА И ПЛАНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС

На основании расчетов объемов разрабатываемого грунта составляется баланс грунта на строительной площадке (табл.2.). При недостатке грунта (отрицательный баланс) для устройства планировочной насыпи объем недостающего грунта разрабатывается в карьере, расположенном за пределами площадки, и доставляется автосамосвалами.

Необходимо иметь в виду, что вытесненный фундаментами грунт, может быть уложен в планировочную насыпь.

**Таблица 2.**

Ведомость сводного баланса грунтовых масс

Место разработки грунта	Объем грунта, м <sup>3</sup>	Место укладки грунта	Объем грунта, м <sup>3</sup>
Планировочная выемка	17156	Планировочная насыпь	18764
Резерв (карьер)	1608	Отвал	-
Котлован под фундаменты	6114	Обратная засыпка пазух фундаментов	5 637
		Планировочная насыпь	477
		Отвал	-
Итого	24878	Итого	24878

В случае положительного баланса (превышение выемки над насыпью) лишний грунт необходимо вывести за пределы площадки в отвал.

На основании полученного баланса грунта на план участка поквратно переносятся:

– объемы земляных масс (табл.1), для планировочной насыпи объёмы грунта принимаются с учётом коэффициента остаточного разрыхления;

– котлован, объём которого записывается двумя цифрами. Первая цифра – грунт, оставленный у бровки котлована (или частично или полностью временно складированный в пределах площадки на удалении от котлована) для обратной засыпки пазух, и вторая – грунт, который в соответствии с балансом будет перемещаться в планировочную насыпь или вывозиться в отвал.

В соответствии с балансом грунта площадку можно разделить на три зоны, имеющие при производстве работ самостоятельное значение:

1. Зона перемещения грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь. В ней объёмы выемки и насыпи равны и примыкают к линии нулевых работ.

2. Зона, наиболее удаленная от линии нулевых работ, из которой вывозится лишний грунт в случае положительного баланса или в которую привозится недостающий грунт при отрицательном балансе.

3. Зона разработки котлована с указанием перемещения лишнего грунта.

В зоне внутренних планировочных работ (зона 1) необходимо графически показать перемещение объёмов земляных масс из каждой фигуры выемки и котлована в соответствующую фигуру насыпи. Для этого на квадратах и их частях намечают центры тяжести и соединяют их стрелками по правилу перемещения из ближней к ЛНР фигуры в ближнюю, из дальней в дальнюю. Над стрелкой указывают объём перемещаемого грунта ( $m^3$ ), под стрелкой – дальность перемещения ( $m$ ) по масштабу с точностью до 1м.

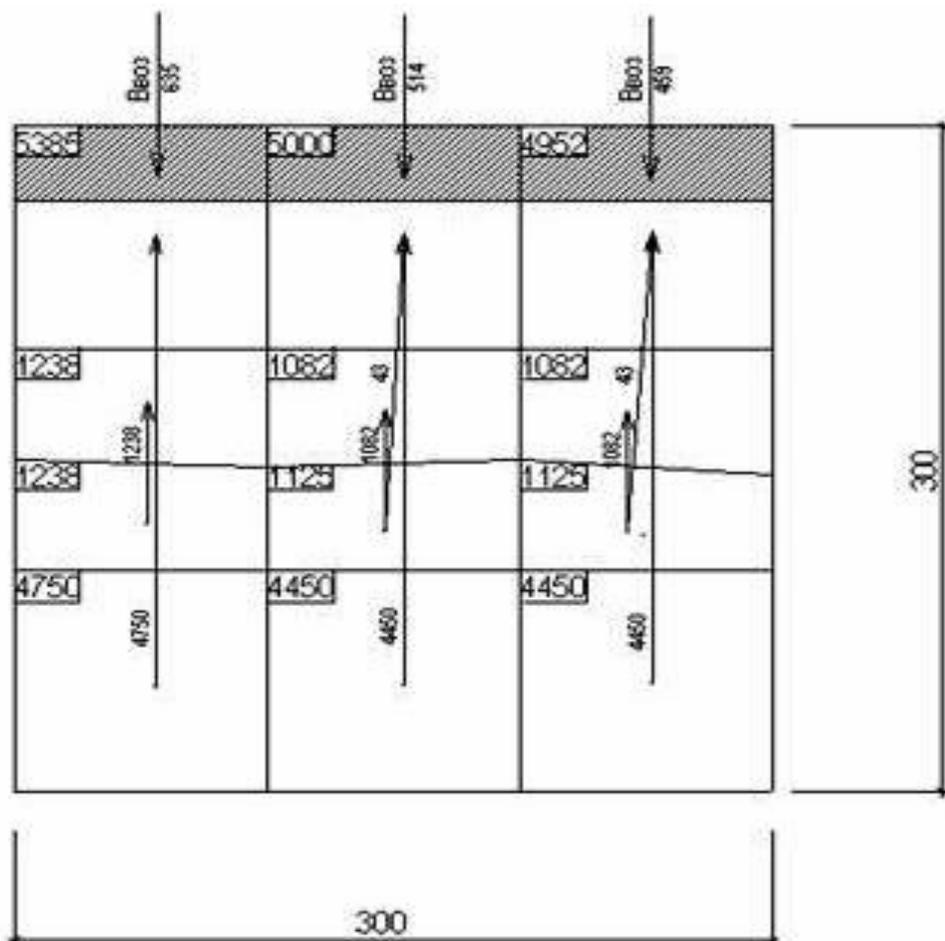
Пример распределения объёмов на строительной площадке приводится на *рис.5*.

В этом примере из карьера привозится:  $1608-477=1131m^3$  грунта.

#### **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУНТА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**

Средняя дальность перемещения грунта при вертикальной планировке есть расстояние между центрами равновеликих по объёму участков насыпи и выемки. Определить среднюю дальность перемещения можно тремя способами:

1. Графическим;
2. Аналитическим
3. Статических моментов.



**Рис. 5.** Схема распределения грунтовых масс на площадке.

При аналитическом методе сначала находят координаты центров тяжести объемов выемок и насыпи и заменяют центрами тяжести площадей их оснований относительно прямоугольной системы координат, в качестве осей которой принимают стороны планируемой площадки. Расчетная формула средней дальности перемещения грунта выглядит следующим образом:

$$L_{CP} = \frac{\sum V_i \cdot \sum l_i}{\sum V_i} = \frac{V_1 \cdot l_1 + V_2 \cdot l_2 + \dots + V_n \cdot l_n}{\sum V_i},$$

где  $\sum V_i$  - суммарный объем выемки, перемещаемый в насыпь;  $V_1, V_2, \dots, V_n$  - объемы выемок в элементарных фигурах;  $l_1, l_2, \dots, l_n$  - расстояние между центрами тяжести элементарных фигур.

При использовании метода статических моментов при определении средней дальности перемещения грунта суммарные статические моменты объемов работ относительно осей  $x$  и  $y$  получают по следующим формулам (аналогично определения центра тяжести сложного сечения):

$$M_{X.H} = \sum_{i=1}^n V_{i.H} \cdot l_{X,i}; \quad M_{Y.H} = \sum_{i=1}^n V_{i.H} \cdot l_{Y,i} \text{ - для насыпи};$$

$$M_{X.B} = \sum_{i=1}^n V_{i.B} \cdot l_{X,i}; \quad M_{Y.B} = \sum_{i=1}^n V_{i.B} \cdot l_{Y,i} \text{ - для выемки},$$

где  $V_{i.H}$ ,  $V_{i.B}$  – объем грунта в элементарных геометрических фигурах соответственно насыпи и выемки,  $\text{м}^3$ ,  $l_{i.H}$ ,  $l_{i.B}$  – расстояние от центров тяжести объемов грунта каждой элементарной фигуры до соответствующей оси, м.

В рассматриваемом примере:

– для насыпи:

$$M_{X.H} = 4500 \cdot 50 + 4750 \cdot 150 + 3800 \cdot 250 + 1176 \cdot 50 + 1087 \cdot 150 + 824 \cdot 250 = 2315350$$

$$M_{Y.H} = 4500 \cdot 250 + 4750 \cdot 250 + 3800 \cdot 250 + 1176 \cdot 180 + 1087 \cdot 151 + 824 \cdot 152 = 3762478$$

– для выемки:

$$M_{X.B} = 1075 \cdot 50 + 1138 \cdot 150 + 927 \cdot 250 + 4850 \cdot 50 + 4800 \cdot 150 + 4050 \cdot 250 = 2431200$$

$$M_{Y.B} = 4850 \cdot 50 + 1075 \cdot 149 + 4800 \cdot 50 + 1138 \cdot 149,4 + 4050 \cdot 50 + 927 \cdot 149 = 1153315$$

Координаты приведенных центров тяжести участков насыпи и выемки определяются по формулам:

$$X_H = \frac{M_{Y.H}}{\sum V_{i.H}}; \quad Y_H = \frac{M_{X.H}}{\sum V_{i.H}} \text{ - для насыпи};$$

$$X_B = \frac{M_{Y.B}}{\sum V_{i.B}}; \quad Y_B = \frac{M_{X.B}}{\sum V_{i.B}} \text{ - для выемки}.$$

Для насыпи:  $X_H = 2315350 / 16138 = 144 \text{ м}; \quad Y_H = 3762478 / 16138 = 233 \text{ м}$

Для выемки:  $X_B = 2431200 / 16840 = 144 \text{ м}; \quad Y_B = 1153315 / 16840 = 69 \text{ м}$

Среднюю дальность перемещения грунта  $L_{CP}$ , м, можно вычислить следующим образом:

$$L_{CP} = \sqrt{(X_B - X_H)^2 + (Y_B - Y_H)^2} = \sqrt{(144 - 144)^2 + (69 - 233)^2} = 164 \text{ м}.$$

При графическом методе строят кривые нарастания объёма путём суммирования объёмов сначала по вертикалям, а затем по горизонталям, проходящим по сторонам квадратов.

## 5. ВЫБОР МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Необходимо обосновать выбор следующих основных механизмов:

- машин для осуществления планировочных работ;
- машин для разработки котлована;
- машин для отвозки грунта из котлована или для подвозки недостающего грунта из карьера.

#### Выбор машин для планировочных работ

Основным критерием является дальность перемещения грунта, которая определяет выбор механизмов. При дальности перемещения:

- до 50м принимает бульдозер мощностью до 108л.с.;
- 51...80м – бульдозер мощностью до 160л.с.;
- 81...120м – бульдозер мощностью от 180л.с. или прицепной скрепер с ковшом до 3м<sup>3</sup>;
- 121...1000м – прицепные скреперы с ковшом от 7 до 15м<sup>3</sup>;
- 1км и более – самоходные скреперы.

Для выполнения расчета необходим ЕНиР – 2 – 1., по нему следует определить к какой категории по трудности относится разрабатываемый грунт (ЕНиР – 2 – 1 с11).

Выбор машины для планировки осуществляется на основании сравнения двух и более вариантов. Это могут быть разные виды планировочных машин (бульдозер и скрепер) или однотипные машины, но с разными характеристиками рабочего оборудования (например, прицепной скрепер с ковшом объёмом 7 или 10м<sup>3</sup>).

По ЕНиР определяется норма времени. Норма времени на 100м<sup>3</sup> грунта дается составной – основная до 100м перемещения и дополнительная на каждые 10м перемещения (сверх 100).

Время работы в маш-см. на весь объём перемещаемого грунта определяется по следующей формуле:

$$T_P = \frac{V_{П.Г.} \cdot H_{BP}}{T_{CM}},$$

где  $T_P$  – трудоёмкость работ по перемещению грунта из выемки в насыпь;  $V_{П.Г.}$  – объём перемещаемого грунта из выемки в насыпь (100м<sup>3</sup>);  $H_{BP}$  – норма времени на перемещение 100м<sup>3</sup>;  $T_{CM}$  – продолжительность смены принимается равной 8ч.

Стоимость 1маш-см. принимается на основании справочного материала. Например, для прицепных скреперов она будет складываться из стоимости трактора и самого скрепера.

Принимается для дальнейшей работы тот вариант, который имеет минимальную стоимость эксплуатации, которая определяется, как:

$$C_{\text{э}} = T_p \cdot C_{M-C},$$

где  $C_{M-C}$  – стоимость 1 маш-см.

### Выбор экскаватора для разработки котлована

При выборе экскаватора учитываются два основных критерия - разрабатываемое сооружение и предполагаемый вид (тип) экскаватора. В зависимости от объема грунта в котловане подбирается емкость ковша экскаватора, а затем и его марка.

При разработке выемки под сооружение целесообразно применять следующие типы экскаваторов:

- для ям под отдельно стоящие фундаменты одноэтажных промышленных зданий – экскаватор обратная лопата;
- для узких (шириной понизу 3м) траншей – обратная лопата;
- для широких траншей – обратная лопата или драглайн;
- для котлована – обратная или прямая лопата.

Подобрав тип экскаватора, следует определить емкость ковша:

- при объеме разрабатываемого грунта до  $500\text{м}^3$  принимается емкость ковша экскаватора  $0,15\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $500...1500\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $0,25$  и  $0,3\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $1500...5000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $0,5\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $2000...8000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $0,65\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $6000...11000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $0,8\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $11000...15000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $1,0\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого грунта  $13000...18000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $1,25\text{м}^3$ ;
- при объеме разрабатываемого свыше  $17000\text{м}^3$  – емкость ковша экскаватора  $1,5\text{м}^3$  и более;

Выбор экскаватора производится на основании сравнения вариантов, которые могут быть следующие:

- экскаваторы с одинаковой емкостью ковша, но с разным оборудованием;
- экскаваторы с одним оборудованием, но с разной емкостью ковша.

Далее по ЕНиР сб.2 необходимо определить в зависимости от категории грунта норму времени для выбранного экскаватора. Она дается как составная: «в транспорт» и «навымет». В этой связи трудоемкость работы экскаватора определяется как:

$$T_p = T_p^{TP} + T_p^{HB} = \frac{V_{\Gamma}^{TP} \cdot H_B^{TP}}{T_{CM}} + \frac{V_{\Gamma}^{HB} \cdot H_{II}^{HB}}{T_{CM}},$$

где  $T_p^{TP}$  - трудоемкость работы экскаватора в транспортное средство;  $T_p^{HB}$  - трудоемкость работы экскаватора навывмет;  $V_{\Gamma}^{TP}; V_{\Gamma}^{HB}$  - объём грунта соответственно перемещаемое в транспортное средство и оставляемое для обратной засыпки пазухов фундамента;  $H_B^{TP}; H_{II}^{HB}$  - норма времени работы экскаватора соответственно в транспортное средство и навывмет.

По справочному материалу определяется стоимость 1 маш-см экскаватора, на основании которой и трудоемкости определяется стоимость эксплуатации. Принимается тот вариант, который имеет наименьшую величину этого показателя.

#### Выбор самосвалов для перевозки грунта

Для отвозки лишнего грунта из котлована необходимо подобрать марку самосвала, определить их количество, обеспечивающее бесперебойную работу ведущего механизма – экскаватора.

Выбор самосвала и определение их необходимо количества осуществляется в следующей последовательности.

Объём грунта  $V_{\Gamma}$ , м<sup>3</sup>, в плотном теле в ковше экскаватора:

$$V_{\Gamma} = \frac{V_{\text{КОВШ}} \cdot k_{\text{НАП}}}{k_{\text{П.Р.}}}$$

где  $V_{\text{КОВШ}}$  - емкость ковша принятого экскаватора;  $k_{\text{НАП}}$  - коэффициент наполнения ковша, принимаемый для обратной лопаты – 0,8...1,0; для драглайна – 0,9...1,15; для прямой лопаты – 1,0...1,25;  $k_{\text{П.Р.}}$  - коэффициент первоначального разрыхления грунта, определяется по ЕНиР сб.2.

Масса грунта в ковше экскаватора  $Q$ , т:

$$Q = V_{\Gamma} \cdot \rho$$

где  $\rho$  - плотность грунта (ЕНиР сб.2).

В кузов самосвала должно быть загружено от 3 до 8 ковшей с грунтом. Подбор марки осуществляется на основании этого условия по справочному материалу.

Количество ковшей с грунтом, загружаемых в самосвал  $n = \frac{\Gamma_{II}}{Q}$ , где  $\Gamma_{II}$  –

грузоподъемность самосвала, т.

Объём грунта в плотном теле, загружаемый в кузов самосвала:

$$V_{САМ} = V_{Г} \cdot n.$$

Продолжительность цикла работы самосвала в минутах, начиная с погрузки и кончая снова установкой под погрузку:

$$T_{Ц} = t_{ПОГР} + \frac{60 \cdot l}{v_{ГР}} + t_{РАЗГР} + \frac{60 \cdot l}{v_{ПОР}} + t_{МАН}$$

где  $t_{ПОГР}$  - время погрузки грунта в самосвал;  $t_{РАЗГР}$  - время разгрузки самосвала в отвал, включая необходимые развороты перед установкой, обычно 1...2мин;  $t_{МАН}$  - время установки самосвала под погрузку включая маневрирование, принимается 2...3мин;  $\frac{60 \cdot l}{v_{ГР}}$ ;  $\frac{60 \cdot l}{v_{ПОР}}$  - время самосвала в пути соответственно в груженном и порожнем состоянии, мин.;  $v_{ГР}$ ;  $v_{ПОР}$  - скорость движения самосвала соответственно в груженном и порожнем состоянии, км/ч;  $l$  - дальность перемещения грунта самосвалами, км.

Время погрузки грунта в самосвал определяется как:

$$t_{ПОГР} = \frac{V_{САМ} \cdot H_{В}^{TP}}{100}$$

При расчете времени погрузки необходимо норму времени перевезти из маш-ч в маш-мин.

Расчетное количество самосвалов:

$$N = \frac{T_{Ц}}{t_{ПОГР}} \cdot \frac{T_{Р}^{TP}}{T_{Р}}$$

где  $T_{Р}^{TP}$ ;  $T_{Р}$  - трудоемкость работы экскаватора в транспортное средство и общая трудоемкость работы экскаватора.

## 6. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФУНДАМЕНТОВ

Согласно заданию все возводимые фундаменты однотипны (рис.5). Все параметры монолитного железобетонного, отдельно стоящего фундамента сведены в спецификацию табл.3.

Таблица 3

## Спецификация конструктивных элементов фундамента

№ п/п	Конструктивные элементы	Размеры элементов, м			Объем, м <sup>3</sup>	Объем ж.б. «в деле», м <sup>3</sup>	Площадь соприкосновения опалубки с бетоном, м <sup>2</sup>
		Ширина	Длина	Высота			
1	Первая ступень	$\frac{2,4}{-}$	$\frac{2,4}{-}$	$\frac{0,5}{-}$	$\frac{2,88}{-}$	2,88	2,4·0,5·4=4,8
2	Вторая ступень с отверстием под колонну	$\frac{0,9}{0,525}$	$\frac{0,9}{0,525}$	$\frac{2,2}{0,8}$	$\frac{1,782}{0,221}$	1,561	2,2·0,9·4+0,525·0,8·4=9,6

## 7. ТЕХНОЛОГИЯ АРМАТУРНЫХ РАБОТ.

## СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ АРМАТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Проектом предусмотрено армирование фундаментов готовыми арматурными сетками, доставленными на строительную площадку автотранспортом. Размеры сеток не должны превышать размеров кузова автомобиля более чем на 1,5м., так например: размеры кузова МА3-200 - 4,5×2,48м, грузоподъемность – 7т.

По конструкциям фундаментов и конструктивным характеристикам арматурных сеток определяют количество, габаритные размеры и массу сеток. Размеры сеток должны учитывать толщину защитного слоя (50мм) с каждой стороны наружной грани элемента фундамента (например, ступени). Так, для армирования 1 ступени фундамента 2,4×2,4 м потребуется сетка размером: 2,3×2,3м (2,3=2,4–2×0,05м; 2,3=2,4–2×0,05м).

В случае, если исходя из условия транспортирования используются разрезные сетки, то необходимо предусмотреть нахлест арматурных сеток равный двойному шагу стержней арматуры. Например: для сеток с шагом стержней 100×100мм нахлест должен составить 200мм

Затем подсчитывается количество стержней, слагающих сетку, и их общая погонная длина. Принятые характеристики требуемых арматурных изделий заносят в спецификацию арматурных изделий (табл. 4).

$$L_{C1} = 24 \cdot 2,3 \cdot 2 = 110,4 \text{ м}$$

$$m_C = 0,913 \text{ кг/м}$$

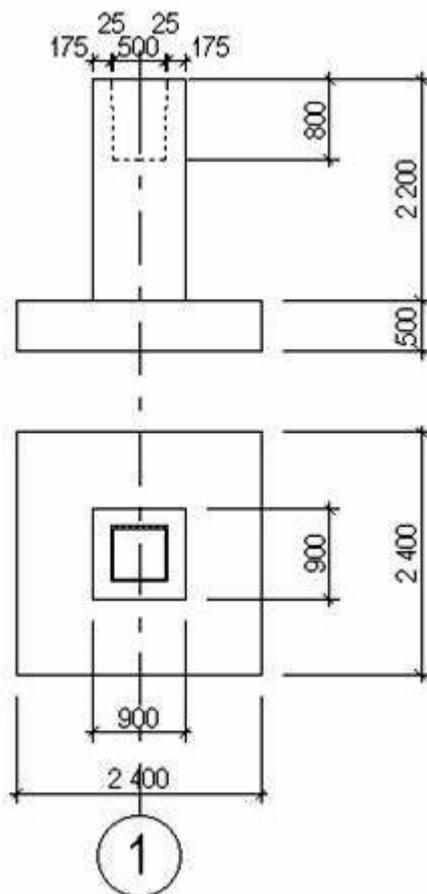
$$M_{C1} = m_C \cdot L_{C1} = 0,913 \cdot 110,4 = 100,8 \text{ кг}$$

$$L_{C2-1} = 22 \cdot 0,8 + 9 \cdot 2,1 = 36,5 \text{ м}$$

$$M_{C2-1} = m_C \cdot L_{C2-1} = 0,913 \cdot 36,5 = 33,3 \text{ кг}$$

$$L_{C2-2} = 22 \cdot 0,7 + 8 \cdot 2,1 = 32,2 \text{ м}$$

$$M_{C2-2} = m_C \cdot L_{C2-2} = 0,913 \cdot 32,2 = 29,4 \text{ кг}$$



**Рис.5.** Опалубочный чертеж фундамента

**Таблица 4**

Спецификация арматурных элементов

Наименование элемента	Марка	Размеры элемента, м.		Количество, шт.		Масса, т.		
		длина	ширина	на один фундамент	на объект	одного элемента	общая	
Горизонтальная сетка первой ступени	С-1	2,3	2,3	1	108	0,101	10,91	
Вертикальная сетка второй ступени	С-2-1	2,1	0,8	2	216	0,033	7,13	
То же	С-2-2	2,1	0,7	2	216	0,030	7,13	
Итого:								25,17

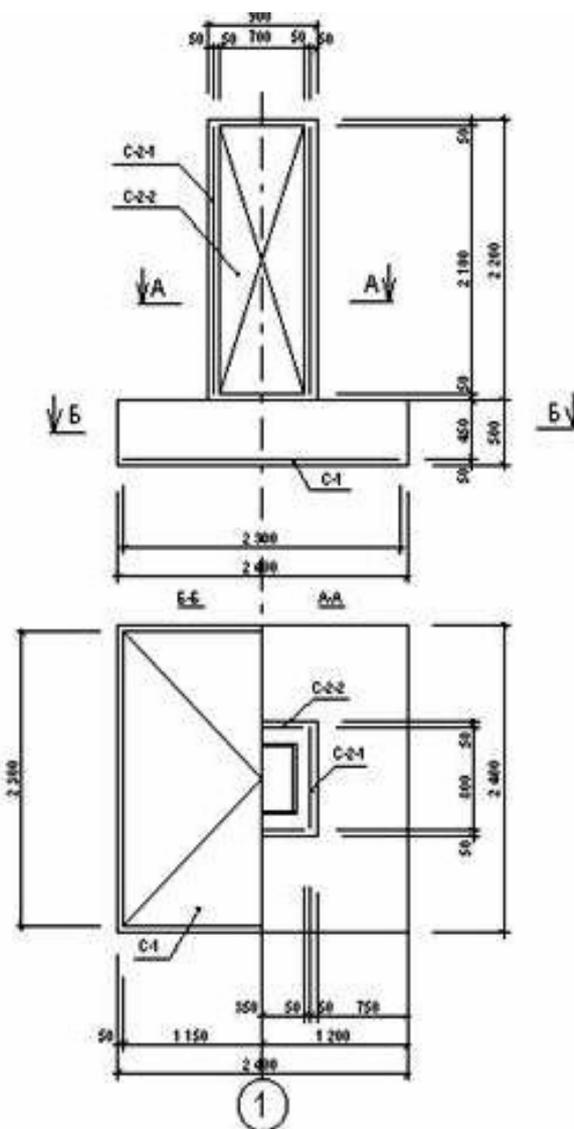


Рис.6. Схема армирования фундамента

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФУНДАМЕНТОВ НА ОДНОЙ ЗАХВАТКЕ

Выбор комплекта опалубки осуществляется с учетом технологического соответствия возводимым конструкциям. С одной стороны, это связано с определением количества фундаментов на захватке и возможной оборачиваемостью опалубки по каждому рассматриваемому варианту. С другой стороны, на выбор конструкции опалубки влияет необходимость производства бетонных работ в зимних условиях и возможность применения метода термоса. Технологическое соответствие зависит также от расположения фундаментов и их общего количе-

ства. Рекомендуется принимать границы захватки в пределах оси (ряда) здания, либо их части. В примере в соответствии с заданием принимаем три захватки. В захватке два ряда фундамента между пролетами в количестве 36 фундаментов под колонны.

## 9. ВЫБОР КОМПЛЕКТА ОПАЛУБКИ

При сооружении фундаментов могут использоваться следующие виды опалубки:

- металлическую из уголков 25...40мм и листовой стали толщиной 2...3мм;
- фанерно-металлическую из водостойкой фанеры и металлических уголков и полос;
- деревометаллическую из обрезных досок толщиной 25...40мм и металлических уголков и полос;
- деревянную из обрезных досок толщиной 25...40мм.

Конструкция опалубки определяет её оборачиваемость (количество циклов бетонирования до износа опалубки).

**Таблица 5**

Спецификация опалубочных элементов

Наименование элемента	Марка	Размеры, м		Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	Количество элементов, шт.		Масса, кг	
		Длина	Ширина		на 1 фундамент	на 1 захватку	одного элемента	общая
Щит 1-й ступени	Щ-1	2,4	0,5	1,2	4	144	120	4320
Ригель подколлонника	Р-1	2,4	-	-	2	72	38	1368
Щит подколлонника	Щ-2	2,2	0,9	1,98	4	144	200	7200
Стаканообразователь	СТ-1			1,68	1	36	42	1512
Щит грани	Г-1	0,8	$\frac{0,5}{0,55}$	-	-	-	-	-
Несущая балка	Б-1	0,9	-	-	-	-	-	-
Итого:	-	-	-	-	11	396	400	14400

Примечание: принятое количество фундаментов на захватке равно трем.

## 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНИРОВАНИЯ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Производство бетонных работ в зимних условиях требует применения специальных методов бетонирования. Наиболее простой и экономичный – метод термоса. При этом подогретая бетонная смесь укладывается в опалубку, за время остывания до температуры замерзания воды она набирает заданную прочность (не ниже критической), после чего конструкция распалубливается. Задачей расчета метода термоса является определение параметров бетонирования и необходимого коэффициента теплопередачи опалубки, позволяющих обеспечить набор прочности бетона к концу остывания. Применение метода термоса рекомендуется для конструкций с модулем поверхности не более  $10\text{ м}^{-1}$ . При этом учитывается технология укладки бетонной смеси. Параметры утепления опалубки рассчитываются по ступени с наибольшим модулем поверхности и применяются для всей конструкции. Расчет ведется в следующей последовательности

1. Объем бетона конструкции:

$$V=2,4 \times 2,4 \times 0,5 + 0,9 \times 0,9 \times 202 - 0,525 \times 0,525 \times 0,8 = 4,441 (\text{м}^3),$$

или сумма по графе объём железобетона «в деле» *табл.3*;

2. Площадь поверхности теплоотдачи конструкции (при этом площадь контакта конструкции с основанием – площадь подошвы фундамента не учитывается):

$$F=2,4 \times 0,5 \times 4 + 0,9 \times 2,2 \times 4 + 0,525 \times 0,8 \times 4 = 14,4 (\text{м}^2),$$

или сумма по соответствующей графе в *табл.3*.

3. Модуль поверхности конструкции:

$$M_{II} = \frac{F}{V} = \frac{14,4}{4,441} = 3,24 (\text{м}^{-1})$$

4. Средняя температура бетона за время остывания:

$$t_{\sigma.ср.} = t_{\sigma.к.} + \left( \frac{(t_{\sigma.н.} - t_{\sigma.к.})}{1,03 + 0,181 \cdot M_{II} + 0,006 \cdot (t_{\sigma.н.} - t_{\sigma.к.})} \right)$$

где  $t_{\sigma.к.}$  – конечная температура бетона к концу остывания, ( $t_{\sigma.к.}=0^{\circ}\text{C}$ , если не используются добавки, понижающие температуру замерзания воды);  $t_{\sigma.н.}$  – температура бетона после укладки в опалубку,

$$t_{\sigma.н.} = t_n - \Delta t,$$

где  $t_n$  – начальная температура бетона, при отгрузке с бетонорастворного узла  $t_n=25...45^{\circ}\text{C}$ , при форсированном разогреве на строительной площадке

$t_H=60...70^{\circ}\text{C}$   $\Delta t$  – потери температуры при укладке бетонной смеси, выгрузке и уплотнении, принимаются в зависимости от ветровых условий равными:  $+5^{\circ}\text{C}$  – при ветре  $0...5\text{м/с}$ ,  $+7^{\circ}\text{C}$  – при ветре  $5...10\text{м/с}$ ,  $+10^{\circ}\text{C}$  – при ветре  $10...15\text{м/с}$

В рассматриваемом примере поставка товарного бетона осуществляется с бетонорастворного узла, отпускная температура бетона равна  $45^{\circ}\text{C}$ .

$$t_{\sigma.ср.} = 0 + \frac{45 - 7 - 0}{1,03 + 0,181 \cdot 3,24 + 0,006(45 - 7 - 0)} = 20,6^{\circ}\text{C}$$

5. Время набора прочности бетона  $\tau_0$  (табл. П5) в зависимости от класса применяемого бетона и марки цемента. В нашем случае применяется бетон В15 на портландцементе М300. Время набора критической прочности, равной 40 %, - трое суток, или 72 часа.

6. Находим необходимый коэффициент теплопередачи опалубки:

$$K = \frac{C_{\sigma} \cdot \gamma_{\sigma} \cdot (t_{\sigma.н.} - t_{\sigma.к.}) + Ц \cdot Э}{3,6 \cdot \tau_0 \cdot M_{II} \cdot \alpha \cdot (t_{\sigma.ср.} - t_{H.B.})},$$

где  $\alpha$  - поправочный коэффициент на силу ветра и другие условия производства работ (табл. П8.);  $C_{\sigma}=1,05\text{кДж}/(\text{кг}^{\circ}\text{C})$  удельная теплоемкость тяжелого конструкционного бетона;  $\gamma_{\sigma}$  – плотность тяжелого конструкционного бетона,  $\gamma_{\sigma}=2400\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $Ц$  – расход цемента на  $1\text{м}^3$  бетонной смеси (принимается в пределах  $250...400\text{кг}/\text{м}^3$ );  $Э$  – тепловыделение цемента за время остывания бетона (табл. П7.);  $t_{H.B.}$  – заданная температура наружного воздуха ( $-20^{\circ}\text{C}$ ).

$$K = \frac{1,05 \cdot 2400 \cdot (45 - 7) + 300 \cdot 230}{3,6 \cdot 72 \cdot 3,24 \cdot 2,2 \cdot (20,6 - (-20))} = 2,74 (\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C}))$$

7. С полученным расчетным коэффициентом теплопередачи сравниваем коэффициент теплопередачи опалубки  $K_{оп}$  (см. табл. П8.) который должен удовлетворять условию  $K \geq K_{оп}$ . В нашем случае подойдут не утепленные опалубочные щиты из досок толщиной 25мм ( $K_{оп}=2,44\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ ), или иные с  $K_{оп} < 4,94\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$  Кроме того, предусматриваем укрытие не опалубленных поверхностей утеплителем с  $K > K_{оп}$  минеральная вата толщиной 50мм. ( $K_{оп}=1,31\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ ).

## 11. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Технологическая карта является основным документом, регламентирующим основные технические и организационные положения проектируемого

строительного процесса. Она разрабатывается на строительные процессы, в результате которых создаются законченные конструктивные элементы, части здания и т.п.

Основой для разработки технологических карт является проектная документация, решения и расчеты, выполненные при разработке календарного плана работ и стройгенплана.

Технологическая карта состоит из следующих разделов.

#### **1. Область применения:**

- описание строительно-монтажного процесса, на который разрабатывается карта;
- условия выполнения работ (климатические, гидрологические, сезонность, сменность и др.);
- конструктивно-планировочные решения сооружения (размеры в плане, высота, шаг, пролет, и т.д.);
- состав работ, рассмотренных в карте.

#### **2. Организация и технология выполнения работ:**

- требования законченности работ;
- рекомендуемый состав машин и оборудования с указанием их технических характеристик, типов, марок и количества в комплекте;
- схема разбивки на захваты (графический материал);
- схема комплексной механизации с привязкой машин и оборудования (графический материал);
- технологические схемы процессов (графический материал);
- схема складирования материалов и конструкций (графический материал);
- схемы строповки и временного крепления (графический материал);
- рекомендации по производству работ.

**3. Требования к качеству и приемке работ.** В разделе приводятся требования по обеспечению операционного контроля качества при производстве работ, рассматриваемых в карте. Состав контролируемых показателей, допуски в отклонениях, объем, и методы контроля качества должны соответствовать требованиям СНиП 3.03.01-... Раздел оформляется в виде табл.6. В графе 3 данной таблицы рекомендуется дать графическое изображение контролируемого узла, включая аксонометрию.

**Форма табл. 6**

**Требования к качеству и приемке работ**

№ пп	Процессы, подлежащие контролю	Предмет контроля	Инструмент и приспособления для контроля	Время осуществления контроля	Ответственный	Технические критерии оценки качества
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

**4. Калькуляция затрат труда и машинного времени.** Калькуляция составляется по форме таблицы на основании ведомости объемов работ, ведомости потребности в основных материалах, конструкциях и полуфабрикатах, ЕНиРов на работы которые рассматриваются в технологической карте.

Сначала в графе 1 *табл.7* перечисляются все процессы, выполняемые вручную или при помощи машин и механизмов.

Для ручных процессов в графах 6 и 8 ставится прочерк. Для процесса, выполняемого звеном рабочих с использованием машин, норма времени для машиниста получается делением нормы времени для рабочих на состав звена рабочих (по ЕНиР). Общие затраты труда получаются умножением объема работ (графа 5) на нормы времени (графы 6,7). В конце таблицы подводят итоги по графам 8,9.

**Форма табл. 7**

**Калькуляция затрат труда и машинного времени**

№ пп	Наименование процесса	Параграф ЕНиР	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машинистов, маш.-ч.	рабочих, чел.-ч.	машинистов, маш.-ч.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

**5. График производства работ.** При производстве работ используется поточный метод. При проектировании графика стремятся к ритмичности потоков, регулируя состав звена от одного человека (машиниста на механизированных процессах) до пяти – шести человек. Продолжительность работы определяется по формуле:

$$П = \frac{Q \cdot H_{BP}}{P \cdot n},$$

где  $Q$  – объем работы;  $H_{BP}$  – норма времени по ЕНиР;  $P$ - количество рабочих в

звене;  $n$  – количество часов работы звена в один рабочий день.

Работы проектируют в одну (две) смены при 8,2-часовом рабочем дне и стопроцентном выполнении норм.

**Форма табл. 8**

**График производства работ**

Процесс	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени,		Трудоемкость, чел.-дн.	Продолжительность времени работы машин, маш.-ч.	Состав звена, чел.	Принятая производительность	Рабочие дни					
			чел.-ч	маш.-ч.					1	2	3	4	...	

**6. Материально-технические ресурсы.** В данном разделе технологической карты приводится потребность в инструменте, приспособлениях, инвентаре, машинах и механизмах, необходимых для выполнения проектируемых работ, а также в расходных материалах, полуфабрикатах, конструкциях и изделиях.

Нормы расхода материалов определяются на основе ГЭСН 2001, а также собственных расчетов в проекте. Перечень материалов и их необходимое количество заносится в *табл.9*.

**Форма табл. 9**

**Ведомость потребности в материалах и полуфабрикатах**

Показатель	Обоснование	Принятая норма	Объем работ	Необходимое количество

Исходя из принятого проектного решения по выполнению процесса, исполнители должны оснащаться тем или иным необходимым набором инвентаря и инструментов. Комплексно-механизированное выполнение работ требует использования комплекта строительных машин и механизмов. На основании решений проекта и требований норм подбираются необходимые машины, механизмы, инструменты, инвентарь и заполняется *табл.10*.

Ведомость потребность в механизмах, инвентарных приспособлениях и инструменте

Наименование	Марка	Технические характеристики	Количество, шт.	Назначение

**7. Техника безопасности.** В разделе приводятся требующие проектной проработки решения по охране труда и технике безопасности, конкретные мероприятия и правила применительно к рассматриваемому процессу. Основой для разработки проектных решений по технике безопасности служит СНиП «Техника безопасности в строительстве» к ним относятся:

- мероприятия, обеспечивающие устойчивость отдельных конструкций и всей части сооружения;
- правила безопасной эксплуатации машин и их установки на рабочих местах;
- правила безопасной эксплуатации грузозахватных устройств, механизированного инструмента, периодичность осмотра;
- средства защиты рабочих и правил безопасной работы при осуществлении рабочих процессов;
- общеплощадочные мероприятия по технике безопасности и охране труда.

Все технические решения по технике безопасности выделяются в виде конкретных указаний к выполнению.

**8. Техничко-экономические показатели.** Техничко-экономические показатели на измеритель конечной продукции приводятся по данным калькуляции и графика производства работ. Состав технико-экономических показателей:

- 1) объем возведенных конструкций, м<sup>3</sup>;
- 2) площадь возведенных конструкций, м<sup>2</sup>;
- 3) затраты труда рабочих и времени работы машин чел.-ч. и маш.-ч.(табл.7 графы 8, 9);
- 4) выработка на одного рабочего в смену, м<sup>3</sup>/чел.-ч. определяется как отношение общего объема возведенных конструкций к нормативным затратам труда рабочих и механизаторов;
- 5) продолжительность выполнения работ, дн. (с указанием их сменности).

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.**

1. ЕНиР Сб. Е2 Вып. 1 «Земляные работы».
2. ЕНиР Сб. Е4 Вып. 1 «Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций».
3. ЕНиР Сб. Е11 «Изоляционные работы».
4. Соколов Г.К. «Технология и организация строительства».
5. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
6. ГЭСН 2001-01 «Земляные работы».
7. ГЭСН 2001-06 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные».

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Таблица П 1.**

**Показатели разрыхления некоторых грунтов**

Грунт	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина:		
ломовая и сланцевая	28.32	6...9
мягкая, жирная и тяжелый суглинок	24... 30	4.7
Грунт		
гравийно-галечный	16..20	5. 8
растительный	20... 25	3...4
Песок	10...15	2..5
Суглинок		
легкий и лессовидный	18...24	3...6
тяжелый	24 .30	5 .8
Супесь	12...17	3...5

**Таблица П 2.**

**Крутизна откосов земляных сооружений, выполняемых без креплений**

Наименование грунта	Заложение откоса при глубине выемки, м.		
	До 1,5	1,5... 3,0	3,0...5,0
Насыпной	0,67	1	1,25
Песок	0,5	1	1
Супесь	0,25	0,67	0,85
Суглинок	0	0,5	0,75
Глина	0	0,25	0,5
Лессовый сухой	0	0,5	0,5

**Таблица П 3.**

**Технические характеристики щитовой опалубки**

Щитовая опалубка	Материалоемкость 1 м <sup>2</sup> поверхности	Оборачиваемость
Металлическая	104	Больше 100
Фанерно-металлическая	32	25... 30
Деревометаллическая из досок толщиной, мм:		
25... 30	42	15
40	50	20
Деревянная из досок толщиной, 25 мм:		
25	22	3
30	26	5
40	31	10

Таблица П 4.

Расчетная масса 1 м погонной длины стали круглой арматурной

Диаметр, мм	Масса, кг	Диаметр, мм	Масса, кг	Диаметр, мм	Масса, кг
5	0,154	14	1,21	25	4,91
6	0,222	16	1,58	28	4,83
8	0,395	18	2	32	6,31
10	0,616	20	2,47	36	7,99

Таблица П 5.

Наращение прочности тяжелого бетона, % от R28

Возраст бетона, сут.	Средняя температура твердения бетона, °С.							
	0	5	10	20	30	40	50	60
Бетон марки М200 (класс В15) на портландцементе марки 300								
0,5		2	5	8	15	20		
1		6	10	18	27	36	45	52
2		12	18	30	43	55	65	72
3		20	25	40	52	65	75	
5		30	40	55	65	78		
7		38	48	64	74	85		
14	40	52	64	80	90	100		
28	55	68	80	100				
Бетон марки М200-Ш00 (класс В15-В25) на портландцементе марки 400								
0,5		4	5	17	28	38	50	
1		9	12	35	45	55	63	
2		19	25	55	65	75	80	
3		27	37	65	77	85		
5		38	50	78	90			
7	35	48	58	87	98			
14	50	62	72	100				
28	65	77	85					
Бетон марки М200-М300 (класс В15-В25) на шлакопортландцементе марки 400								
0,5		2	4	7	20	25	32	42
1		8	10	16	30	40	50	65
2		12	18	30	40	60	75	90
3		18	25	40	55	70	90	
5		27	35	55	65	85		
7		34	43	65	70	92		
14	35	50	60	80	96	100		
28	45	65	80	100				

**Таблица П 6.**

Критическая прочность тяжелого конструкционного бетона, применяемого для возведения фундаментов

Класс (марка) бетона	Марочная прочность, МПа	Критическая прочность	
		в % от марочной	в МПа
B 12,5 (M1 50)	10	50	5
B 15 (M200)	11	40	4,4
B 20 (M250)	15	40	6
B 25 (M300)	18,5	40	7,4

**Таблица П 7.**

Тепловыделение цемента Э, кДж/кг

Вид и марка цемента	Средняя температура бетона, °С.	Время твердения, сут				
		0,5	1	2	3	7
Портландцемент М300	5	-	25	58	84	167
	10	25	42	84	126	188
	20	42	75	126	167	230
	40	84	147	188	230	251
	60	147	188	230	272	298
Портландцемент М400	5	-	29	63	109	188
	10	25	50	105	146	209
	20	67	105	167	209	272
	40	134	188	230	272	314
	60	188	230	272	314	335
Портландцемент М500	5	25	42	89	125	188
	10	42	63	105	167	251
	20	84	125	188	251	292
	40	167	209	272	293	356
	60	230	272	314	356	377
Шлакопортландцемент М400	5	12	25	42	63	126
	10	25	33	63	105	167
	20	33	62	125	147	209
	40	75	117	167	209	251
	60	105	147	209	230	272

**Таблица П 8.**

Поправочный коэффициент а на силу ветра, условия производства работ и коэффициент теплопередачи опалубки К

Конструкция опалубки	К, Вт/(м²С)	Сила ветра, м/с			
		0	5	10	15
Металлические щиты	2,92	1	2,42	2,65	2,85
Щиты из обрезной доски толщиной, мм:	2,44	1	2,16	2,3	2,45
	40.	2,03	1	1,78	1,94

25 с прокладкой пергамина	1,8	1	1,66	1,73	1,8
Многослойные утепленные щиты: металлическая палуба, плитный (листовой) утеплитель, водостойкая фанера	0,67	1	1,2	1,21	1,22

**Таблица П 9.**

Коэффициент теплопередачи утеплителя для неопалубленных поверхностей

Вид утеплителя	Толщина слоя, мм	К, Вт/(м <sup>2</sup> С), при силе ветра, м/с		
		0	5	15
Опилки по толи	100	0,74	0,89	0,9
Шлак по толи	150	1,27	1,77	1,87
Минеральная вата по толи	50	1,01	1,31	1,37

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....</b>	<b>3</b>
<b>1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ НУЛЕВЫХ РАБОТ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУНТА В ПЛАНИРОВОЧНЫХ ВЫЕМКЕ И НАСЫПИ, В ОТКОСАХ ПЛОЩАДКИ, КОТЛОВАНЕ, ТРАНШЕЯХ И ОТДЕЛЬНЫХ ВЫЕМКАХ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСА И ПЛАНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС .....</b>	<b>10</b>
<b>4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУНТА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ .....</b>	<b>11</b>
<b>5. ВЫБОР МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФУНДАМЕНТОВ .....</b>	<b>17</b>
<b>7. ТЕХНОЛОГИЯ АРМАТУРНЫХ РАБОТ. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ АРМАТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....</b>	<b>18</b>
<b>8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФУНДАМЕНТОВ НА ОДНОЙ ЗАХВАТКЕ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. ВЫБОР КОМПЛЕКТА ОПАЛУБКИ .....</b>	<b>21</b>
<b>10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ .....</b>	<b>22</b>
<b>11. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>СПИСОК НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>28</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>29</b>