

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

Кафедра технологии строительного производства

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению курсового и раздела дипломного проектов  
"Разработка технологической карты на производство  
земляных работ и устройство фундаментов".

Часть 1. Определение номенклатуры и объемов работ  
и среднего расстояния перемещения грунта при  
планировке строительной площадки.

Для студентов специальности "Промышленное и  
гражданское строительство" (Т19.01.00) очной  
и заочной форм обучения

Брест 1999

УДК 624.1 (07)

В указаниях изложены вопросы разработки технологической карты на производство земляных работ, устройство фундаментов и монтаж сборных перекрытий цокольного этажа в курсовом и дипломном проектировании.

Указания предназначены для руководителей и консультантов курсового и дипломного проектирования, а также для студентов специальности "Промышленное и гражданское строительство" (Т19.01.00) заочной и очной форм обучения.

Составители: В.Н. Пчелин, доцент  
В.П. Чернюк, доцент, к.т.н.  
В.П. Щербач, доцент  
В.Н. Черноиван, доцент, к.т.н.  
П.П.Ивасюк, доцент

Рецензент: Главный специалист отдела новой техники и технологии стройтреста №8 Г.Е. Ребров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Целью проектирования является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в лекционном курсе и на практических занятиях, и применение этих знаний для разработки технологии производства работ нулевого цикла возведения зданий и сооружений.

В процессе проектирования студенты должны решить следующие задачи:

- изучить типовые технологические карты;
- выбрать основные машины и механизмы, используемые при выполнении земляных, железобетонных и монтажных работ, с необходимым технико-экономическим обоснованием;
- разработать технологическую карту на комплекс работ нулевого цикла.

## 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходными данными для проектирования являются выдаваемые руководителем: шифр, паспорт или рабочие чертежи (генплан стройплощадки и архитектурно-строительная часть) возводимого объекта.

Проект состоит из графического материала и расчетно-пояснительной записки, оформляемых в соответствии с [1].

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы: реферат; введение; определение номенклатуры и объемов работ; определение среднего расстояния перемещения грунта при планировке площадки, патентный поиск; предварительный выбор методов производства работ с принятием для рассмотрения не менее двух вариантов на разработку котлована, подбор ведущих машин и механизмов по рабочим (техническим) параметрам; определение производительности ведущих машин при производстве земляных работ; подбор и расчет транспортных средств, подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам, технико-экономическое сравнение вариантов производства работ при разработке котлована (траншеи); разработка мероприятий по защите котлована (траншеи) от грунтовых вод; расчет экскаваторного забоя; разработка мероприятий по производству железобетонных работ при отрицательных температурах; составление калькуляции трудовых и денежных затрат, построение календарного плана выполнения работ; разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности; описание технологии выполнения строительных процессов; разработка мероприятий по контролю качества работ, определение ТЭП проекта; заключение; список использованной литературы.

Графическая часть (технологическая карта) выполняется на одном листе формата А1 или 3...4 листах формата А3, где должны быть приведены (с соблюдением масштабов) следующие разделы: область применения; организация и технология выполнения работ (требования законченности работ); рекомендуемый состав машин и оборудования для комплексной механизации с указанием их технических характеристик, типовой прокатки, и количества. Билд Билд закладки и Котлована

(траншеи) с нанесением горизонталей, черных, красных и рабочих отметок, линии нулевых работ, линии откосов и привязкой здания (сооружения); поперечный и продольный профили площадки; картограмма распределения земляных масс; схемы планировки строительной площадки (срезка растительного слоя, рыхление грунта и планировочной выемки; разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь, уплотнение планировочной насыпи, окучивание или разравнивание грунта и т.д.); схема разработки котлована (с указанием водопонизительной системы) в плане и разрезе, схемы экскаваторных забоев; схемы формирования кавальеров, подчистки дна котлованов (траншей), обратной засыпки пазах, схемы устройства фундаментов и монтажа конструкций перекрытия (в плане и разрезе) с указанием складирования сборных конструкций, элементов опалубки и т.д.; календарный план производства работ; схема опалубки монолитных железобетонных фундаментов; требования к качеству и приемке работ; мероприятия и указания по технике безопасности; ведомость потребного инструмента, инвентаря, приспособлений; указания по производству работ; технико-экономические показатели.

Объем пояснительной записки и графической части может быть по указанию руководителя проекта изменен в сторону его уменьшения или увеличения.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОМЕНКЛАТУРЫ РАБОТ

Комплексный процесс производства работ нулевого цикла возведения зданий и сооружений включает в себя следующие специализированные процессы:

#### 1) Земляные работы:

##### а) при планировке строительной площадки:

- срезка растительного слоя;
- рыхление грунта (плотного или мерзлого);
- разработка и перемещение грунта из планировочной выемки в насыпь и/или за пределы площадки в отвал;
- окучивание, погрузка в транспортные средства и отвозка лишнего грунта в отвал;
- разработка в резерве, погрузка в транспорт и доставка на стройплощадку недостающего грунта;
- разравнивание доставляемого автотранспортом на стройплощадку грунта;
- уплотнение уложенного в насыпь грунта;
- предварительная и окончательная планировка площадки;
- планировка откосов стройплощадки;

##### б) при разработке котлована (траншеи):

- устройство водопонижения;
- рыхление грунта (плотного или мерзлого);
- формирование кавальеров (с разработкой грунта котлована (траншеи) или перемещением отсыпанного на бровку котлована (траншеи) грунта);
- утепление грунта кавальеров в зимнее время;
- разработка котлована (траншеи);

- с перемещением грунта в планировочную насыпь или в отвал;
- с погрузкой грунта в транспортные средства;
- с огсыпкой грунта на бровку (разработка грунта навывмет);
- подчистка дна котлована (траншеи);
- засыпка грунта подсыпки под полы;
- снятие утеплителя с кавальеров (в зимнее время);
- обратная засыпка пазух котлована (траншеи);
- разравнивание грунта подсыпки под полы и обратной засыпки пазух;
- уплотнение грунта пазух котлована (траншеи).

## 2) Железобетонные (бетонные) работы:

- устройство подготовки под фундаменты;
- установка опалубки фундаментов;
- установка арматуры, арматурных сеток и каркасов;
- прием бетонной смеси из кузовов транспортных средств;
- подача бетонной смеси от места приемки к месту укладки;
- укладка бетонной смеси в опалубку;
- утепление бетонной поверхности (в зимнее время);
- уход за бетоном;
- снятие утеплителя;
- разборка опалубки фундаментов.

## 3) Монтажные работы:

- устройство выравнивающих слоев (из песка, товарного бетона, гравия) под сборные фундаменты;
- установка фундаментных плит или блоков;
- установка стеновых блоков;
- укладка плит перекрытий;
- установка лестничных маршей и площадок;
- заливка швов плит перекрытия раствором;
- заделка отверстий в пустотных плитах перекрытия;
- устройство монолитных участков сборных фундаментов (см. п.2).

## 4) Изоляционные работы:

- устройство вертикальной и горизонтальной гидроизоляции стен фундаментов.

# 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ

## 4.1. Определение объемов земляных работ при планировке строительной площадки

### 4.1.1. Выбор способа определения объемов

Вследствие невозможности получения математической модели поверхности земли в пределах строительной площадки определение объемов земляных работ интегрированием затруднительно. В этом случае интегрирование заменяют сум-

мированием для чего площадку разбивают на элементарные фигуры, подсчитывают объем каждой из фигур и затем суммируют эти объемы.

В зависимости от того, на какие фигуры в плане мы разбиваем площадку, существуют следующие способы определения объемов планировочных работ:

- способ прямоугольных призм (площадку разбивают на прямоугольники);
- способ квадратных призм (площадку разбивают на квадраты);
- способ треугольных призм (квадраты дополнительно разбивают диагональю на треугольники).

Из указанных способов самым точным является способ треугольных призм (треугольников), а самым простым - способ квадратов.

#### 4.1.2. Разбивка строительной площадки на квадраты

Сторону квадрата при разбивке принимает такой, чтобы через квадрат проходило не менее одной, но не более двух горизонталей (рис. 4.1). В этом случае обеспечивается максимальная точность расчетов при минимальных затратах труда или машинного времени.

#### 4.1.3. Разбивка строительной площадки на треугольники

Для определения объемов выкопанных треугольников каждый квадрат разбивают диагональю в направлении на треугольник. Диагональ в квадрате прокладывается по изломам рельефа, т.е. в основном по направлению линии наибольшего ската (перпендикулярно горизонталям), за исключением случая, изображенного на рис. 4.2.

#### 4.1.4. Определение черных отметок вершин квадратов и треугольников (отметок поверхности земли)

Осуществляется графическим (рис. 4.3) или графо-аналитическим методами на основе интерполяции (рис. 4.4), если вершина расположена между горизонталями, или экстраполяции (рис. 4.5), если вершина расположена за пределами горизонталей.

При графическом методе через вершину проводится прямая до пересечения с рядом расположенными двумя горизонталями (см. рис. 4.3, 4.4) и примерно перпендикулярная обоим этим горизонталям (т.е. прямая должна являться линией наибольшего ската). Далее вдоль указанной прямой строится профиль земли, для чего в точках пересечения прямой с горизонталями А и В восстанавливаются перпендикуляры, откладываются отметки горизонталей и через полученные точки профиля проводится прямая ЕД. Затем восстанавливаем перпендикуляр в вершине С до пересечения с профилем земли (точка Г). Отметка вершины  $H_{12(г)}$  равняется расстоянию между точками С и Г, которое замеряется линейкой.

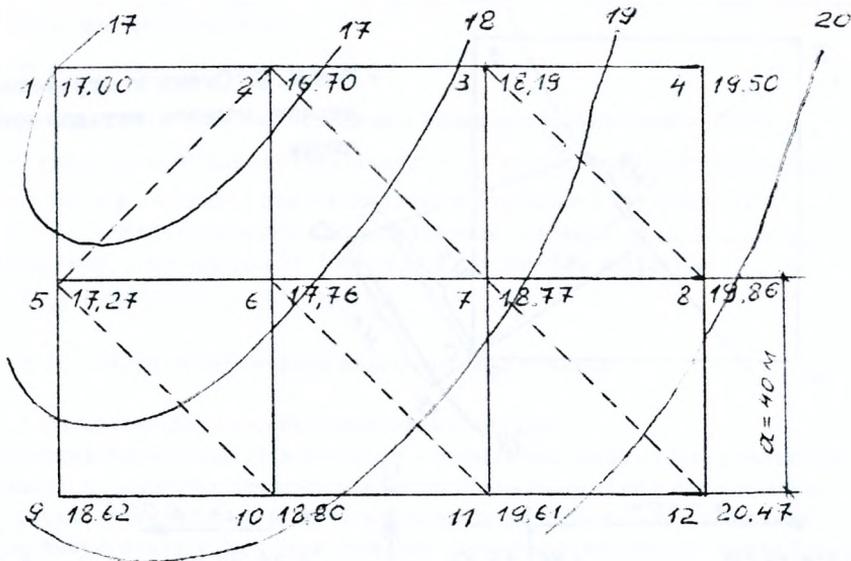


Рис.4.1. Схема разбивки строительной площадки на квадраты и треугольники (пунктиром)

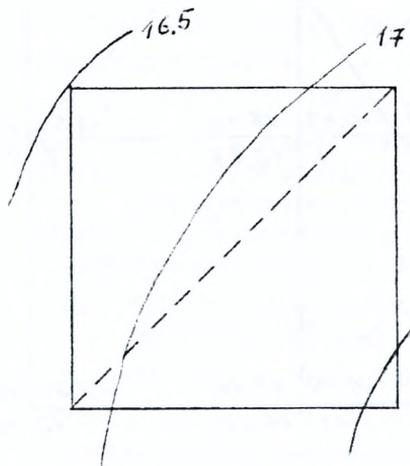


Рис.4.2. Исключительный случай проведения диагонали в квадрате

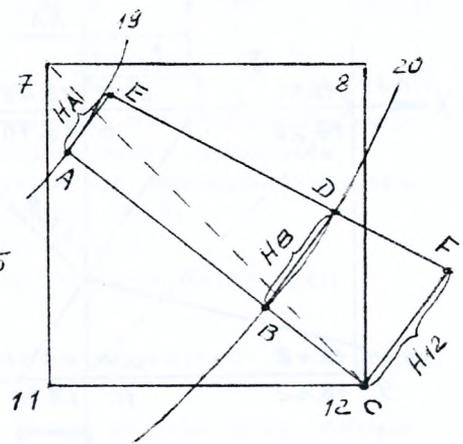


Рис.4.3. Схема к определению черных отметок графическим способом



В случае графо-аналитического метода черная отметка  $i$ -той вершины определяется по формуле (рис.4.3) :

$$H_i = H_A + (H_B - H_A) \cdot AC/AB, \text{ м} \quad (4.1)$$

где:  $H_A$  и  $H_B$  - соответственно, меньшая и большая отметки горизонталей, м;

$AB$ - расстояние между горизонталями, м,  $AC$ - расстояние от вершины  $i$  до горизонтали с меньшей отметкой (точка  $C$  совпадает с вершиной  $i$ ), м.

$AB$  и  $AC$  определяются посредством замеров линейкой на плане площадки.

Например, для вершины №12 на рис.4.3 при  $AB=34$ м и  $AC=50$ м

$$H_{12} = 19 + (20-19)50 / 34 = 20,47 \text{ м}$$

#### 4.1.5. Определение средней планировочной отметки

Существуют два способа планировки площадки:

- под нулевой баланс (при этом расчетом определяется такая отметка проектной плоскости, которая обеспечивает равенство объемов выемки и насыпи, т.е. в этом случае грунт перемещается только в пределах строительной площадки);
- под заданную отметку (при этом отметка проектной плоскости задана, что определяет возможность существенного отличия объемов выемки и насыпи и приводит к увеличению затрат на транспортирование грунта).

Таким образом, определение средней планировочной отметки производится только в случае планировки под нулевой баланс по выражениям:

-для способа квадратов

$$H_{CP}^{\square} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4) / 4n, \text{ м} \quad (4.2.a)$$

-для способа треугольников

$$H_{CP}^{\Delta} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + \dots + 8\Sigma H_8) / 3n, \text{ м} \quad (4.2.б)$$

где:  $H_1, H_2, H_3, \dots, H_8$  - черные отметки вершин квадратов в формуле (4.2.a) или треугольников (4.2.б), принадлежащих, соответственно, одному, двум, трем ... восьми квадратам или треугольникам, м;  $n$  - количество квадратов в формуле (4.2.a) или треугольников - в формуле (4.2.б).

Например, для площадки, изображенной на рис. 4.1

$$H_{CP}^{\square} = [17+19,5+18,62+20,47+2(16,7+18,19+17,27+19,86+18,8+19,61)+4(17,76+18,77)] / (4*6) = 18,44 \text{ м}$$

$$H_{CP}^{\Delta} = [H_1+H_4+H_9+2*H_{12}+3(H_3+H_8+H_{10}+H_{11})+4(H_5+H_2)+5*H_6+6*H_7] / (3*12) = 18,41 \text{ м}$$

В случае нулевого баланса с учетом котлована или траншеи, разрабатываемых в пределах площадки, среднюю планировочную отметку необходимо откорректировать по формуле :

$$H_{CP} = H_{CP} + \Delta h, \text{ м} \quad (4.3)$$

где:  $\Delta h$  - поправка к средней планировочной отметке, м.

$$\Delta h = [V_{ДВ}(1+K_{ОР}) - V_{ДН}] / F_{Пл} , м \quad (4.4)$$

где:  $V_{ДВ}$ - объем дополнительной выемки (объем котлована или траншеи об- щий),  $м^3$ ,  $V_{ДН}$ - объем дополнительной насыпи (объем обратной засыпки пазух котлована или траншеи геометрический),  $м^3$ ;  $K_{ОР}$ - коэффициент остаточного разрыхления (см [2], прил.2 или табл. 4.1), дол. ед.;  $F_{Пл}$ - пло- щадь строительной площадки,  $м^2$ .

Таблица 4.1. Коэффициенты разрыхления основных грунтов  $K_p, K_{ОР}$

Грунты	Коэффициенты разрыхления	
	Первонач. $K_p$	Остаточн. $K_{ОР}$
Песок	1,10 ... 1,15	0,02 ... 0,05
Сунесь	1,12 ... 1,17	0,03 ... 0,05
Глина ломовая, сланцевая	1,28 ... 1,32	0,06 ... 0,09
Глина мягкая, жирная	1,24 ... 1,30	0,04 ... 0,07
Суглинок легкий, лессовидный,	1,18 ... 1,24	0,03 ... 0,06
Суглинок тяжелый	1,24 ... 1,30	0,05 ... 0,08
Гравелисто - галечниковый	1,16 ... 1,20	0,05 ... 0,08
Растительный	1,20 ... 1,25	0,03 ... 0,04
Лесс мягкий	1,18 ... 1,24	0,03 ... 0,06
Лесс твердый	1,24 ... 1,30	0,04 ... 0,07
Торф	1,24 ... 1,30	0,08 ... 0,10
Скальные грунты	1,45 ... 1,50	0,20 ... 0,30

#### 4.1.6. Определение красных отметок вершин (отметок проектной плос- кости)

Производим по выражению:

$$N_{к1} = \{ N_{ср} \} + i_1 * X_1 + i_2 * Y_1 , м \quad (4.5)$$

где:  $i_1, i_2$  - уклоны строительной площадки вдоль осей X и Y, соответственно;

$X_1$  и  $Y_1$  - координаты вершины 1 в системе координат XOY, м;  $N_3$  - задан- ная планировочная отметка, м.

В формулу (4.5) в фигурных скобках подставляется:

- при планировке под нулевой баланс без учета котлована или траншеи -  $N_{ср}$ ;

- при планировке под нулевой баланс с учетом котлована или траншеи -  $H_{\text{ср}}^0$ ,
- при планировке под заданную отметку -  $H_3$ .

Для соблюдения нулевого баланса начало координат должно располагаться в центре площадки (рис. 4.5). Направление оси X назначается противоположным направлению уклона  $\dot{i}_1$ , а оси Y - противоположным направлению  $\dot{i}_2$  (рис. 4.5).

Например для вершины № 4 (рис. 4.5) красная отметка при планировке под нулевой баланс (по способу квадратов) равна:

$$H_{K4} = 18,44 + 0,002(-60) + 0,002*40 = 18,4 \text{ м}$$

#### 4.1.7. Определение рабочих отметок вершин

Осуществляем по формуле:

$$h_i = H_{ki} - H_i, \text{ м} \quad (4.6)$$

Например, для вершины 2 (рис. 4.5) рабочая отметка равна:

$$h_2 = 18,56 - 16,7 = 1,86 \text{ м}$$

Если  $h_i$  меньше 0, значит мы имеем дело с выемкой, если же  $h_i > 0$  - с насыпью.

#### 4.1.8. Построение линии нулевых работ (л.н.р.)

Л.н.р. представляет собой линию пересечения проектной плоскости с поверхностью земли.

Л.н.р. пересекает ту сторону квадрата или треугольника, на концах которой рабочие отметки имеют разный знак.

Положение л.н.р. на стороне квадрата или треугольника определяется графически (рис. 4.5, сторона 6-10) или аналитически по формуле:

$$l_{i-j} = (h_i * b) / (|h_i| + |h_j|), \text{ м} \quad (4.7)$$

где:  $l_{i-j}$  - расстояние от вершины с номером  $i$  до точки, принадлежащей л.н.р.

(рис. 4.5), м;  $h_i$  - рабочая отметка вершины с номером  $i$ , м;  $h_j$  - рабочая отметка вершины  $j$  на другом конце пересекаемой л.н.р. стороны, м;  $b$  - длина стороны квадрата или треугольника ("a" или "a $\sqrt{2}$ ", если пересекается диагональ), м.

Например, для стороны 3-4 (рис. 4.5)

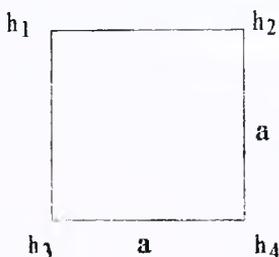
$$l_{3,4} = 0,29*40 / (0,29+1,1) = 8,35 \text{ м}$$

При построении л.н.р. полученные на сторонах точки соединяются между собой прямыми (рис. 4.5).

#### 4.1.9. Определение частных объемов

4.1.9.1. Определение частных объемов целых квадратов и треугольников  
(не пересекаемых л.н.р.)

а) при определении объемов способом квадратных призм (рис.4.6.а)



$$V_{\text{п}} = a^2(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) / 4, \text{ м}^3 \quad (4.8.а)$$

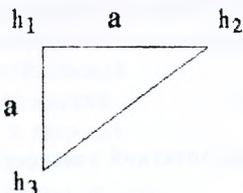
где:  $h_1, h_2, h_3, h_4$  - рабочие отметки в вершинах квадрата, м;  $a$  - длина стороны квадрата, м.

Для квадрата №1 на рис.4.7

$$V_1 = 40^2(1.64 + 1.86 + 1.29 + 0.72) / 4 = 2204 \text{ м}^3$$

Рис.4.6.а. Схема целого квадрата

б) при определении объемов способом треугольных призм (рис.4.6.б)



$$V_{\text{п}} = a^2(h_1 + h_2 + h_3) / 3, \text{ м}^3 \quad (4.8.б)$$

где:  $h_1, h_2, h_3$  - рабочие отметки в вершинах треугольника, м.

Рис.4.6.б. Схема целого треугольника

4.1.9.2. Определение объемов переходных квадратов и треугольников  
(пересекаемых л.н.р.)

а) при определении объемов способом квадратных призм

При переходном квадрате 1-го типа (рис.4.8.а) вначале по формуле (4.8.а) находим балансый объем  $V_{\text{п}}$ .

Затем находим объем треугольной части квадрата по формуле:

$$V_{\text{п}}^3 = a^2 * h_1^3 / [(|h_1| + |h_2|) (|h_1| + |h_3|) 6], \text{ м}^3 \quad (4.9.а)$$

где:  $h_1$  - рабочая отметка вершины, принадлежащей треугольной части квадрата, м;  
 $h_2, h_3$  - рабочие отметки вершин, располагаемых по сторонам квадрата напротив вершины с отметкой  $h_1$ , м.

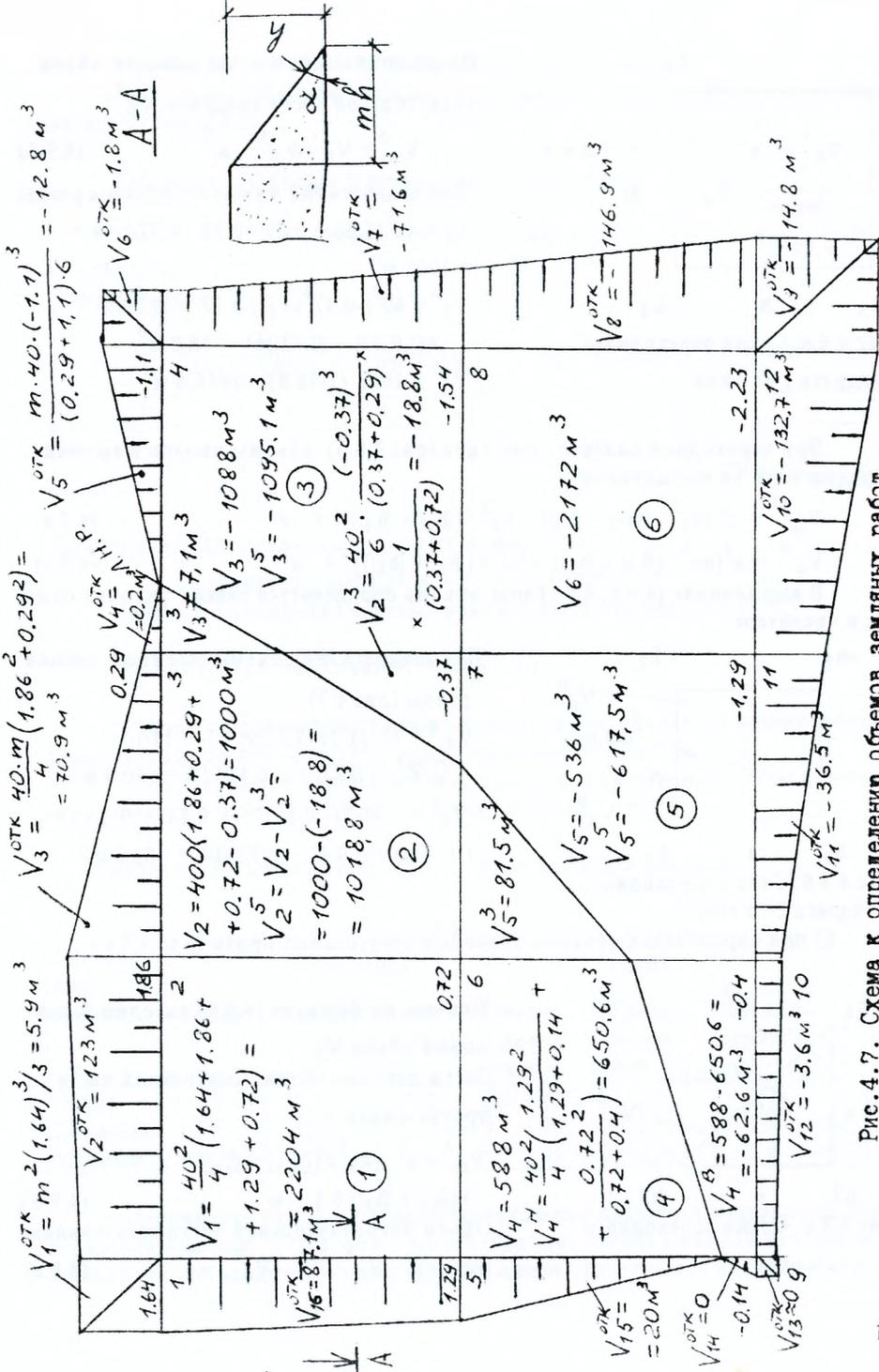


Рис. 4.7. Схема к определению объемов земляных работ при планировке строительной площадки

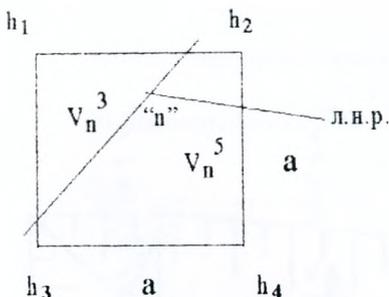


Рис.4.8.а. Схема переходного квадрата 1-го типа

При переходном квадрате 2-го типа (рис.4.8.б) объемы насыпи и выемки определяются по выражениям :

$$V_{\text{н}}^{\text{H}} = a^2 [h_1^2 / (|h_1| + |h_3|) + h_2^2 / (|h_2| + |h_4|)] / 4, \text{ м}^3 \quad (4.9.в)$$

$$V_{\text{н}}^{\text{B}} = a^2 [h_3^2 / (|h_3| + |h_1|) + h_4^2 / (|h_4| + |h_2|)] / 4, \text{ м}^3 \quad (4.9.г)$$

В выражениях (4.9.в, 4.9.г) знак объема определяется знаком рабочих отметок в числителе.

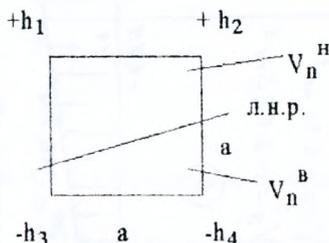


Рис.4.8.б. Схема переходного квадрата 2-го типа

б) при определении объемов способом треугольных призм (рис.4.8.в)

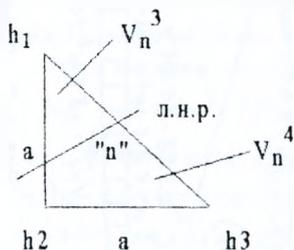


Рис.4.8.в. Схема переходного треугольника

На заключительном этапе находим объем пятиугольной части квадрата  $V_{\text{н}}^5$  :

$$V_{\text{н}}^5 = V_{\text{н}} - V_{\text{н}}^3, \text{ м}^3 \quad (4.9.б)$$

Для квадрата №2 на рис.4.7 объемы равны:

$$V_2 = 40^2 (1.86 + 0.29 + 0.72 - 0.37) / 4 = 1000 \text{ м}^3$$

$$V_2^3 = 40^2 (-0.37^3) / [(-0.37) + |0.29|] * * [(-0.37) + |0.72|] 6 = -18,8 \text{ м}^3$$

$$V_2^5 = 1000 - (-18,8) = 1018,8 \text{ м}^3$$

Для квадрата №4 объемы выемки и насыпи равны (рис.4.7):

$$V_4^{\text{H}} = 40^2 [1.29^2 / (|1.29| + |-0.14|) + 0.72^2 / (|0.72| + |-0.4|)] / 4 = 650.6 \text{ м}^3$$

$$V_4^{\text{B}} = -40^2 [(-0.14)^2 / (|-0.14| + |1.29|) + (-0.4)^2 / (|-0.4| + |0.72|)] / 4 = -62.6 \text{ м}^3$$

Вначале по формуле (4.8.б) находим балансовый объем  $V_{\text{н}}$ .

Затем находим объем треугольной части треугольника :

$$V_{\text{н}}^3 = a^2 * h_1^3 / [(|h_1| + |h_2|) * * (|h_1| + |h_3|) 6] , \text{ м}^3 \quad (4.9.д)$$

Объем четырехугольной части треугольника равен :  $V_{\text{н}}^4 = V_{\text{н}} - V_{\text{н}}^3, \text{ м}^3 \quad (4.9.е)$

В формулах "п" - номер квадрата или треугольника.

Определение объемов земляных масс удобнее всего производить в табличной форме (табл.4.2).

Таблица 4.2. Объемы земляных масс площадки

№ квадрата (треугольника)	Рабочие отметки вершин, м					Объем $V = F \cdot h_{\text{ср}}, \text{ м}^3$	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_{\text{ср}}$	Выемка (-)	Насыпь (+)
1	2	3	4	5	6	7	8
						$\Sigma V (-)$	$\Sigma V (+)$

Примечание: Для способа квадратных призм  $F = a^2$ ,  
для треугольных призм -  $F = a^2/2, h_4 = 0$ .

Примеры нахождения частных объемов представлены на рис. 4.7.

#### 4.1.10. Построение линии откосов (л.о.)

Откосы устраиваются с целью обеспечения устойчивости планировочной площадки, как разновидности постоянного земляного сооружения.

Угол откоса постоянных земляных сооружений принимается не более угла естественного откоса (см. [3], табл.14 или табл.4.3).

Таблица 4.3. Значения  $m$  для постоянных выемок и насыпей

Состояние грунта	Грунт						Гравий
	Глина	Суглинок		Песок			
		Средний	Легкий (лесс)	Мелкозернистый	Среднезернистый	Крупнозернистый	
Сухой	1,0	0,75	1,25	2,25	2,0	1,75	1,25
Влажный	1,5	1,25	1,75	1,75	1,5	1,5	1,25
Мокрый	3,75	4,75	2,75	2,75	2,25	2,0	1,5

Принимаем, что за пределами строительной площадки поверхность земли горизонтальна (рис. 4.7), в этом случае заложение откоса в каждой из вершин треугольников или квадратов по контуру площадки определяется по формуле:

$$A = m \cdot h, \text{ м} \quad (4.10)$$

где:  $m$  - коэффициент откоса, принимаемый равным  $\text{ctg}$  угла естественного откоса по [3], табл.14 или по табл. 4.3,  $h$  - рабочая отметка, м.

Для построения линии откосов по контуру площадки откладываем в вершинах вычисленные заложения и полученные точки соединяем прямыми (рис. 4.7).

#### 4.1.11. Определение объемов откосов

а) Объем угловых откосов, представляющих собой пирамиду с квадратным основанием  $m \cdot h * m \cdot h$  (рис. 4.7), находим по выражению (объемы I-го типа) :

$$V_I^{\text{отк}} = (m^2 \cdot h^3) / 3, \text{ м}^3 \quad (4.11)$$

Например, для углового откоса на рис.4.7, в случае среднезернистого песка ( $m = 2$ ), при вершине № 12 объем равен

$$V_9^{\text{отк}} = 2^2 \cdot (-2,23)^3 / 3 = - 14,8, \text{ м}^3$$

б) Объемы откосов II-го типа, представляющих собой призматойд с треугольным основанием, находим по формуле :

$$V_{II}^{\text{отк}} = (a \cdot m) / 4(h_i^2 + h_j^2), \text{ м}^3 \quad (4.12)$$

Например, объем участка откоса между вершинами  $i=2$  и  $j=3$  равен (рис. 4.7) :

$$V_3^{\text{отк}} = (1,86^2 + 0,29^2)(40 \times 2) / 4 = 70,9, \text{ м}^3$$

Знак объема, вычисляемого по формуле (4.12), определяется знаком рабочих отметок  $h_i$  и  $h_j$ .

в) Объем откосов III-го типа, представляющих собой пирамиду с треугольным основанием, определяем по формуле :

$$V_{III}^{\text{отк}} = a \cdot m \cdot h^3 / [(|h_i| + |h_j|) 6], \text{ м}^3 \quad (4.13)$$

Например, объем участка откоса при вершине №4 (рис.4.7) равен:

$$V_5^{\text{отк}} = |(-1,1)^3 \cdot 40 \cdot 2| / [(0,29 + 1,1) 6] = - 12,8 \text{ м}^3$$

#### 4.1.12. Составление сводной балансовой ведомости.

Производим в форме таблицы 4.4.

Таблица 4.4. Сводная балансовая ведомость

Приход грунта (выемка)		Расход грунта (насыпь)		
Объект	Геометрический объем, м <sup>3</sup>	Объект	Объем, м <sup>3</sup>	
			Геометрический	С учетом K <sub>ОР</sub> (0,03)
Планировочная выемка	$\sum V^- = 3966$	Планировочная насыпь	$\sum V^+ = 3962$	$\sum V^+ / (1 + K_{ОР}) = 3846,6$
Откосы выемки	$\sum V_{-}^{ОТК} = 420,7$	Откосы насыпи	$\sum V_{+}^{ОТК} = 307,1$	$\sum V_{+}^{ОТК} / (1 + K_{ОР}) = 298,2$
Всего	$\sum 1 = 4386,7$			$\sum 2 = 4144,8$
Общий объем котлована (траншеи)	$V_{ДВ} = V_K$	Объем обратной засыпки пазух	$V_{ДН}$	$V_{ДН} / (1 + K_{ОР}) = V_{ОБР}$
Всего	$\sum 3 = \sum 1 + V_{ДВ}$			$\sum 4 = \sum 2 + V_{ОБР}$

Примечание: В таблице приведены цифры для площадки на рис. 4.7.

В случае планировки под нулевой баланс без учета котлована или траншеи должно соблюдаться условие (4.14), т.е. баланс:

$$\Delta = (\Sigma 1 - \Sigma 2) / \max(\Sigma 1 ; \Sigma 2) * 100\% \leq 5\% \quad (4.14)$$

Для примера на рис. 4.7

$$\Delta = (4386,7 - 4144,8) / 4386,7 * 100\% = 5,5\% > 5\%$$

При учете в нулевом балансе котлована или траншеи проверка (4.14) примет вид:

$$\Delta = (\Sigma 3 - \Sigma 4) / \max(\Sigma 3 / \Sigma 4) * 100\% \leq 5\% \quad (4.15)$$

В случае соблюдения условий (4.14, 4.15) разности  $\Sigma 1 - \Sigma 2$  или  $\Sigma 3 - \Sigma 4$  разрешается разбросать до получения полного баланса (равенства объемов) пропорционально объемам квадратов (треугольников).

Если планировка производится под заданную отметку равенство объемов, как правило, не соблюдается. В этом случае разница между  $\Sigma 3$  и  $\Sigma 4$  показывает, сколько грунта нужно привезти, либо вывезти.

При несоблюдении проверок (4.14, 4.15) определяется поправка к средней планировочной отметке по формулам (4.16, 4.17) соответственно:

$$\Delta h^1 = (\Sigma 1 - \Sigma 2)(1 + K_{ОР}) / F_{пл} \quad (4.16)$$

$$\Delta h^2 = (\Sigma 3 - \Sigma 4)(1 + K_{ОР}) / F_{пл} \quad (4.17)$$





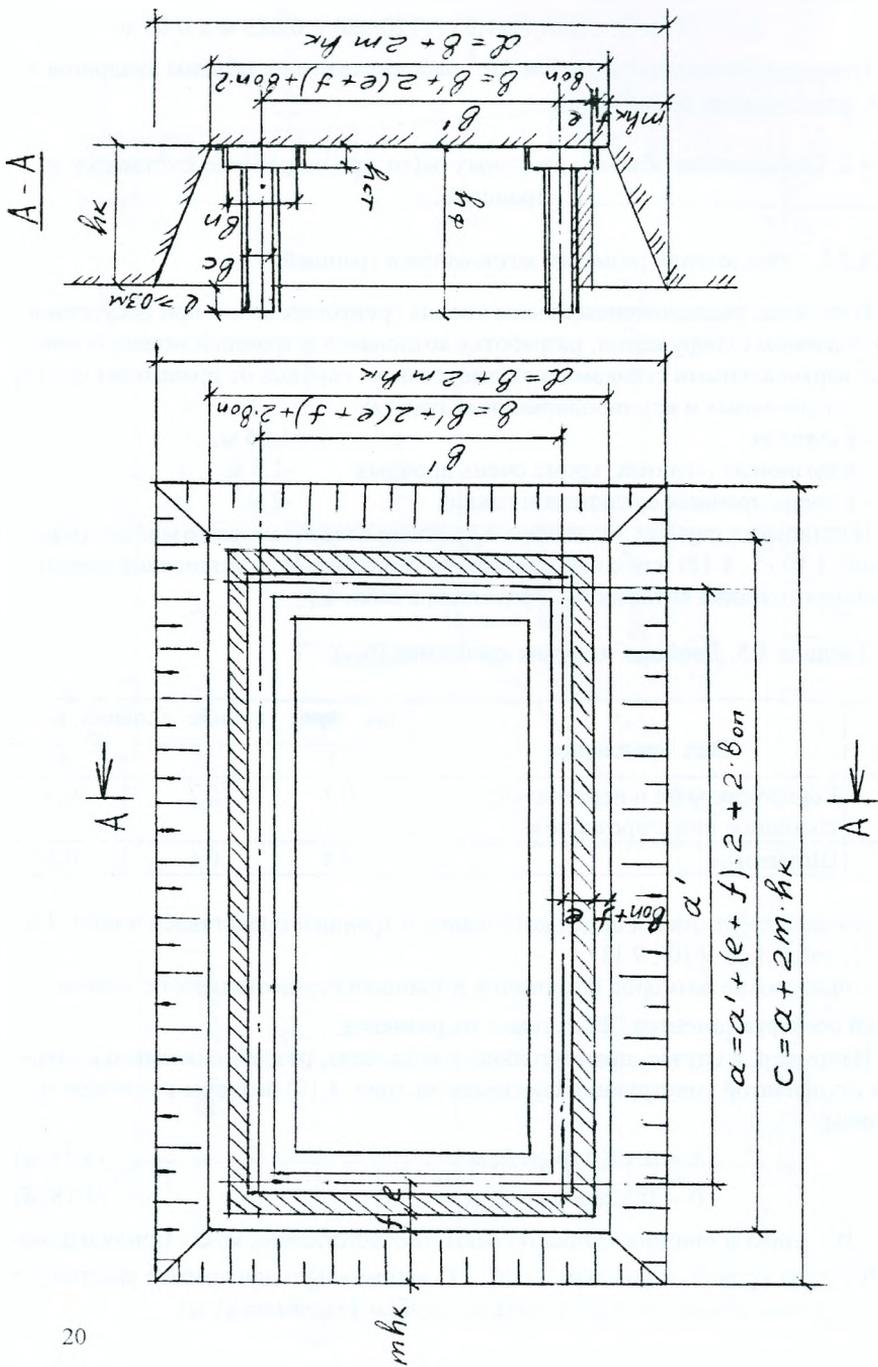


Рис. 4.10. Схема прямоугольного котлована с монолитным ж/б фундаментом

$b_{оп}$  - толщина опалубки, м.

В случае сборных фундаментов  $b_{оп} = 0$ .

Таблица 4.6. Значения "m" для временных выемок

Грунты	Глубина выемки до, м		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	0,67	1	1,25
Песчаные и гравийные	0,5	1	1
Супесь	0,25	0,67	0,85
Суглинок	0	0,5	0,75
Глина	0	0,25	0,5
Лессовидные	0	0,5	0,5

При необходимости передвижения людей в пазухах расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого сооружения должно быть в свету не менее 0,6 м (см. [4], п. 3.2).

С учетом откосов размеры котлована на рис.4.10 по верху равны:

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_K, \text{ м} \quad (4.19, \text{ а})$$

$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_K, \text{ м} \quad (4.19, \text{ б})$$

где: m - коэффициент откоса (табл. 4.6);  $h_K$  - глубина котлована, м.

Для круглого котлована (рис. 4.11) его радиус по низу "R" находится по выражению:

$$R = r + e + f + b_{оп}, \text{ м} \quad (4.20)$$

где:  $r$  - радиус здания по наружной оси, м.

Радиус котлована по верху, при этом равен:

$$Z = R + m \cdot h_K, \text{ м} \quad (4.21)$$

Аналогично, устанавливаются размеры по низу и по верху котлованов сложной конфигурации (рис. 4.12).

Минимальная ширина траншей принимается наибольшей из числа величин, удовлетворяющих следующим требованиям (см. [4], п. 3.3):

- под ленточные фундаменты и другие подземные конструкции - должна включать ширину конструкции с учетом опалубки, толщины изоляций и креплений с добавлением  $f = 0,2$  м с каждой стороны;
- разрабатываемых одноковшовыми экскаваторами, бульдозерами, скреперами - не менее ширины режущей кромки ковша (отвала) с добавлением  $f_1 = 0,15$  м в песках и супесях,  $f_1 = 0,1$  м в глинистых грунтах,  $f_1 = 0,4$  м в разрыхленных скальных и мерзлых грунтах.

Размеры траншей под трубопроводы определяются в соответствии с п. 3.3 [4].

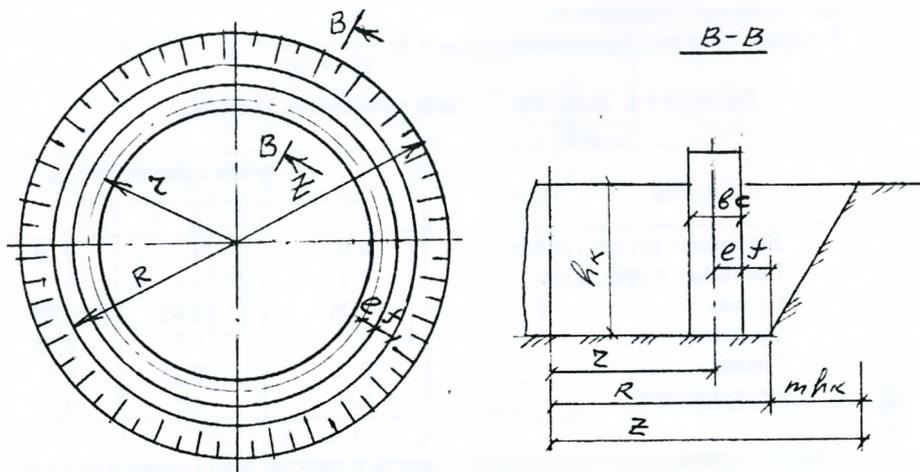


Рис.4.11. Схема котлована круглой формы со сборным фундаментом

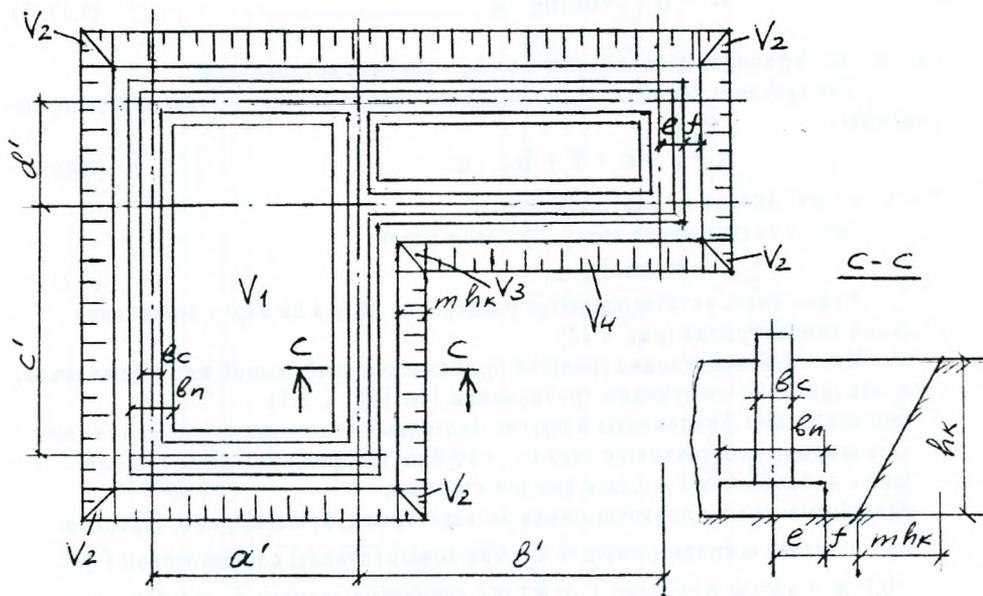


Рис.4.12. Схема котлована сложной формы со сборным фундаментом

Таким образом, ширина траншеи определяется по выражению (рис. 4.13):

$$b_{тр} = \max\{b_{\Phi} + 2b_{оп} + 2f + b_{кр} : B_{к} + f_1\}, \text{ м} \quad (4.22)$$

где:  $b_{\Phi}$  - ширина фундамента, м;  $B_{к}$  - ширина режущей кромки ковша (отвала), м;  $f_1$  - величина запаса при разработке траншей экскаваторами, бульдозерами, скреперами, м;  $b_{кр}$  - двойная толщина креплений, м (см. табл. 4.5).

#### 4.2.2. Определение объемов работ при разработке котлованов

##### а) Котлован прямоугольной формы (рис. 4.10)

Объем находим по формуле:

$$V_{к} = h_{к} / 6[a * b + c * d + (a + c) * (b + d)], \text{ м}^3 \quad (4.23)$$

где:  $a$  и  $b$  находятся по формулам (4.18 а) и б),  $c$  и  $d$  - по формулам (4.19 а) и б).

Объем обратной засыпки пазух грунта находится по выражению:

$$V_{обр} = (V_{к} - V_{зд}) / (1 + K_{ор}), \text{ м}^3 \quad (4.24)$$

где:  $V_{зд}$  - объем здания,  $\text{м}^3$ .

При этом объем здания равен:

$$V_{зд} = (a' + 2e) * (b' + 2e) * h_{к} - V_{с}, \text{ м}^3 \quad (4.25)$$

где:  $V_{с}$  - объем грунта над ступенью фундамента (заштрихованный на рис. 4.10 объем),  $\text{м}^3$ .

$$V_{с} = [(a' + 2e) * (b' + 2e) - (a' + 2e - b_{п} + b_{с}) * (b' + 2e - b_{п} + b_{с})] * (h_{к} - h_{ст}), \text{ м}^3 \quad (4.26)$$

где:  $b_{п}$  - ширина ступени ленточного фундамента, м (рис. 4.8);  $h_{ст}$  - высота ступени фундамента, м.

В случае прямоугольного сечения фундамента (рис. 4.11)  $V_{с} = 0$ .

Объем избыточного (отвозимого) грунта определяем по формуле

$$V_{отв} = V_{к} - V_{обр}, \text{ м}^3 \quad (4.27)$$

##### б) Круглый котлован (рис. 4.11)

$$V_{к} = \pi h_{к} / 3(R^2 + Z^2 + RZ), \text{ м}^3 \quad (4.28)$$

где:  $R$  и  $Z$  находят по формулам (4.20, 4.21)

$$V_{зд} = \pi(r + e)^2 * h_{к} - V_{с}, \text{ м}^3 \quad (4.29)$$

$$V_{с} = \{\pi(r + e)^2 - \pi[r + e - (b_{п} - b_{с}) / 2]^2\} (h_{к} - h_{ст}), \text{ м}^3 \quad (4.30)$$

в) Котлован сложной формы в плане (рис. 4.12)

В случае сложной конфигурации в плане котлован расчленяем на простые фигуры, при этом общий объем котлована находим как сумму объемов простых фигур:

$$V_K = V_1 + n_2 * V_2 + n_3 * V_3 + V_4, \text{ м}^3 \quad (4.31)$$

где:  $V_1$  - объем призмы с основанием по контуру подошвы откоса,  $\text{м}^3$ ;  $V_2$  - объем углового откоса при наружном угле,  $\text{м}^3$ ;  $n_2$  - количество наружных углов, шт.;  $V_3$  - объем углового откоса при внутреннем угле,  $\text{м}^3$ ;  $n_3$  - количество внутренних углов, шт.;  $V_4$  - объем боковых откосов,  $\text{м}^3$ .

Для котлована на рис. 4.12 (в случае сборных фундаментов):

$$V_1 = F_{\text{дн}} * h_K = [(a'+b'+2e+2f)(c'+d'+2e+2f) - b'c'] * h_K, \text{ м}^3 \quad (4.32)$$

где:  $F_{\text{дн}}$  - площадь котлована по дну,  $\text{м}^2$ .

$$V_2 = m^2 * h_K^3 / 3, \text{ м}^3 \quad (4.33)$$

$$V_3 = 2 * V_2, \text{ м}^3 \quad (4.34)$$

$$V_4 = (m * h_K^2 / 2) * \Sigma I, \text{ м}^3 \quad (4.35)$$

где:  $\Sigma I$  - суммарная длина боковых откосов, м

Для котлована на рис. 4.12:

$$\Sigma I = 2(a'+b'+2e+2f) - mh_K + 2(c'+d'+2e+2f) - mh_K$$

$$V_{\text{зд}} = [(a'+c'+2e)(c'+d'+2e) - b'c'] * h_K - [(a'+b'+2e)(c'+d'+2e) - b'c' - (a'+b'+2e - b_{\text{п}}+b_{\text{с}})(c'+d'+2e - b_{\text{п}}+b_{\text{с}}) + b'c'] (h_K - h_{\text{ст}})$$

$V_{\text{обв}}$  и  $V_{\text{отв}}$  находятся по формулам (4.24, 4.27).

При значительном уклоне местности объем котлована определяется по выражению (см. [3], с. 134):

$$V_K = (h_K / 3) (F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + F_{\text{п}} * F_{\text{в}}), \text{ м}^3 \quad (4.36)$$

где:  $F_{\text{н}}$  - площадь котлована по низу,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{в}}$  - тоже, по верху,  $\text{м}^2$ .

Если котлован разрабатывается с вертикальными стенками его объем находится как объем призмы с основанием по контуру подошвы откоса по формуле:

$$V_K = F_{\text{дн}} * h_K, \text{ м}^3 \quad (4.37)$$

Объем недобора грунта при отрывке котлована экскаватором вычисляется по формуле:

$$V_{\text{нед}} = F_{\text{нед}} * h_{\text{нед}}, \text{ м}^3 \quad (4.38)$$

где:  $F_{\text{нед}}$  - площадь подчистки,  $\text{м}^2$ ;  $h_{\text{нед}}$  - толщина недобора (см. [4], табл.4).

Для экскаваторов с механическим приводом  $h_{\text{нед}}$  приведена в табл. 4.7.

Для экскаваторов с гидравлическим приводом  $h_{нед} = 10$  см в случае ковша с зубьями. В случае использования гидравлическими экскаваторами планировочно-го ковша (см. [4], табл. 4)  $h_{нед} = 5$  см.

При разработке выемок бульдозерами, скреперами  $h_{нед} = 10$  см

Таблица 4.7. Допустимые недоборы грунта в основании в см при разработке грунта механическими экскаваторами

Рабочее оборудование экскаватора	Объем ковша экскаватора, м <sup>3</sup>				
	0,25 - 0,4	0,5 - 0,6	0,8 - 1,25	1,5 - 2,5	3 - 5
Лопата прямая	5	10	10	15	20
Лопата обратная	10	15	20	-	-
Драглайн	15	20	25	30	30

#### 4.2.3. Определение объемов земляных работ при разработке траншей

Производим в следующем порядке:

а) Определяем  $b_{тр}$  траншей (см. раздел 4.2.1);

б) По длине траншею разбиваем на участки, при этом границы участков определяются изменением глубины и ширины траншей, уклонов поверхности земли (рис. 4.13).

в) Устанавливаем глубину траншей (на основании задания или рабочих чертежей):

$$h_i = H_i - H_{Ф}, \text{ м} \quad (4.39)$$

где:  $H_{Ф}$  - отметка дна траншей, м;  $H_i$  - отметка поверхности земли;

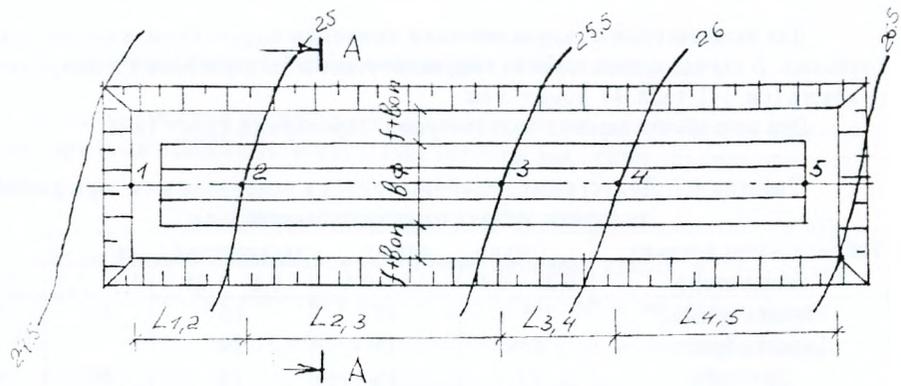
г) Находим объемы участков  $V_{ij}$  траншей между точками разбивки  $i, j$ , в пределах которых поверхность земли меняется по одному закону: - для участков траншей с откосами (рис. 4.14)

$$V_{ij} = L_{ij} * [F_0 + m * (h_i + h_j)^2 / 12], \text{ м}^3 \quad (4.40)$$

где:  $L_{ij}$  - длина участка траншеи между точками разбивки  $i$  и  $j$ , м;  $h_i$  и  $h_j$  - глубина траншеи в точках  $i$  и  $j$  соответственно, м;  $F_0$  - площадь среднего сечения, м<sup>2</sup>.

$$F_0 = (b_{тр} + m * h_{ср}) * h_{ср}, \text{ м} \quad (4.41)$$

где:  $h_{ср}$  - глубина траншей в среднем сечении, м



A-A

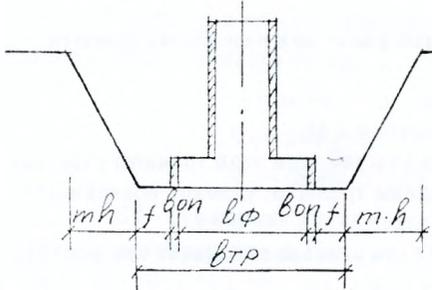


Рис.4.13. Схема траншеи под ленточный монолитный фундамент (опалубка показана условно)

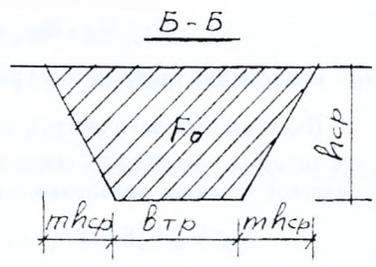
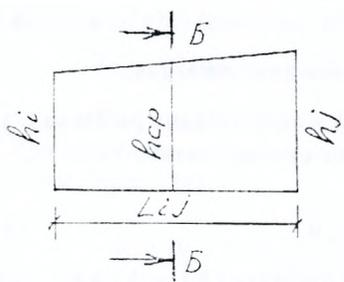


Рис.4.14. Схема участка траншеи с откосами

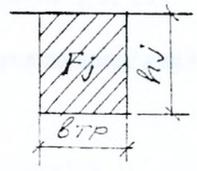
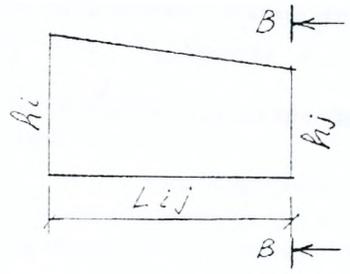


Рис.4.15. Схема участка траншеи с вертикальными стенками

$$h_{\text{CP}} = (h_i + h_j) / 2, \text{ м} \quad (4.42)$$

- для участков траншеи с вертикальными стенками (рис. 4.15)

$$V_{ij} = L_{ij} * (F_i + F_j) / 2 = b_{\text{ТР}} * L_{ij} * (h_i + h_j) / 2, \text{ м}^3 \quad (4.43)$$

д) Определяем объемы откосов  $V_0$  в торцах траншеи по формулам (4.33, 4.35).

е) Находим общий объем траншеи

$$V_T = \sum V_{ij} + \sum V_0, \text{ м}^3 \quad (4.44)$$

ж) Определяем объем обратной засыпки

$$V_{\text{ОБР}} = (V_T - V_{\Phi}) / (1 + K_{\text{ОР}}), \text{ м}^3 \quad (4.45)$$

где:  $V_{\Phi}$  - объем, занимаемый фундаментами,  $\text{м}^3$ .

з) Определяем объем отвозимого грунта по выражению:

$$V_{\text{ОТВ}} = V_T - V_{\text{ОБР}}, \text{ м}^3 \quad (4.46)$$

#### 4.3. Определение объемов подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ

Объем работ по срезке растительного слоя определяется площадью строительной площадки:

$$F_{\text{ПЛ}} = A * B, \text{ м}^2 \quad (4.47)$$

где А и В - длина сторон стройплощадки, м.

Объем работ по предварительной и окончательной планировке строительной площадки находится по выражению:

$$F_{\text{ПЛ}}^{\text{ОК}} = F_{\text{ПЛ}} - F_{\text{зд}}, \text{ м}^2 \quad (4.48)$$

где  $F_{\text{зд}}$  - площадь здания в плане,  $\text{м}^2$ .

Объем работ по планировке откосов стройплощадки определяется площадью откосов и находится по выражению:

$$F_{\text{ОТК}} = h_{\text{CP}} * p \sqrt{1 + m^2}, \text{ м}^2 \quad (4.49)$$

где:  $h_{CP}$  - средняя рабочая отметка по контуру стройплощадки, м;  $P$  - периметр стройплощадки, м,

$$h_{CP} = \sum h_i / Z, \text{ м} \quad (4.50)$$

где:  $h_i$  - рабочая отметка  $i$ -ой вершины по контуру площадки (в сумму включаются и точки, принадлежащие л.и.р. - нулевые точки), м;  $Z$  - количество учтенных рабочих отметок, шт.

Например, для площадки на рис. 4.9

$$h_{CP} = (1,67 + 1,89 + 0,32 + 0 + 1,07 + 1,51 + 2,2 + 1,26 + 0,37 + 0,11 + 0 + 1,32) / 12 = 0,97 \text{ м}$$

Объем работ по окучиванию грунта, грузимого в автотранспорт, равен разности между  $\Sigma 1$  и  $\Sigma 2$  (см. табл. 4.4).

Объем грунта по рыхлению мерзлого грунта при планировке строительной площадки равен объему планировочной емкости на глубину промерзания грунта.

Объем работ по рыхлению мерзлого грунта при разработке котлована определяется по формуле:

$$V_{РЫХЛ} = F_B * h_{ПР}, \text{ м}^3 \quad (4.51)$$

где:  $F_B$  - площадь котлована по верху с учетом въезда в котлован,  $\text{м}^2$ ;  $h_{ПР}$  - глубина промерзания грунта, м (дается в задании или определяется районом строительства).

Объем работ по формированию кавальеров определяется по формуле:

$$V_{КАВ} = V_{ОВР} + V_B / (1 + K_{OP}), \text{ м}^3 \quad (4.52)$$

где:  $V_B$  - объем въездной траншеи в котлован,  $\text{м}^3$  (учитывается только при устройстве въезда),

$$V_B = (h_K^2 / 6) [3b + 2m * h_K (m' - m) / m'] (m' - m), \text{ м}^3 \quad (4.53)$$

где:  $b$  - ширина въездной траншеи (при одностороннем движении  $b = 3 \dots 3,5 \text{ м}$ , при двустороннем -  $b = 7 \dots 7,5 \text{ м}$ );  $m'$  - коэффициент заложения дна въездной траншеи ( $m' = 6 \dots 8$ );  $m$  - коэффициент откоса котлована (см. табл. 4.6).

Объем работ по разравниванию грунта определяется объемом отсыпанного автомобильным или тракторным транспортом грунта в насыпь.

Объем работ по обратной засыпке пазух равен  $V_{КАВ}$  (см. формулу 4.52).

Объем работ по уплотнению грунта в пазухах в случае его измерения в  $\text{м}^2$  находится по выражению:

$$F_{УПЛ} = V_{КАВ} / h_{УПЛ}, \text{ м}^2 \quad (4.54)$$

где,  $b_{упл}$  - толщина уплотнения (отсыпки) грунта, м (принимается исходя из технических характеристик грунтоуплотняющей машины).

#### 4.4. Определение объемов работ при устройстве фундаментов и монтаже конструкций перекрытия подвала

##### 4.4.1. Разработка конструктивно - планировочной схемы монолитных фундаментов подземной части здания

Осуществляется согласно задания на проектирование.

##### 4.4.2. Выбор конструкции опалубки

Индустриальные методы строительства обуславливают применение инвентарной опалубки унифицированной конструкции.

В соответствии с указаниями [6], а также с учетом назначения сооружения и основных конструктивных особенностей фундаментов выбирают тип опалубки. Конструкции опалубок можно выбирать по [6] с. 3. . .12.

В пояснительной записке должен быть обоснован выбор конструкции опалубки и размер ее элементов, составлена спецификация элементов опалубки в форме таблицы 4.8. В технологической карте следует показать схемы установки опалубки и поддерживающих конструкций.

Таблица 4.8. Спецификация элементов опалубки монолитных фундаментов

№ п/п	Наименование и марка элементов	Габаритные размеры элементов, м			Ко-во, шт	Масса одного эл-та, кг	Общая масса, кг
		Длина	Ширина	Толщина			
1	2	3	4	5	6	7	8

##### 4.4.3. Выбор способа армирования конструкций.

Арматуру, как правило, устанавливают в опалубку в виде готовых арматурных изделий: сеток, плоских и пространственных каркасов. Арматуру устанавливают до, после или совместно с устройством опалубки.

При отсутствии в задании готовой спецификации арматурных изделий студент совместно с руководителем проекта уточняет тип армирования (сеток, каркасов, пакетов одиночных стержней) применительно к размерам кузова бортовой машины или тягача с полуприцепом.

В пояснительной записке приводится спецификация арматурных изделий в форме таблицы 4.9.

Таблица 4.9. Спецификация арматурных изделий

№ п/п	Наименование и марка изделия	Габаритные размеры, м			Ко-во, шт	Масса одного изделия, кг	Общая масса, кг
		Длина	Ширина	Высота			
1	2	3	4	5	6	7	8

#### 4.4.4. Определение объемов работ

Объемы работ подсчитывают по конструктивным элементам и по видам работ. Объем работ по установке и разборке опалубки определяется количеством квадратных метров поверхности опалубки, соприкасающейся с бетоном. Объем работ по устройству лесов исчисляется в метрах (погонная длина). Объем арматурных работ определяется в зависимости от геометрических размеров конструктивных элементов (в сетках, тоннах). Объем бетонных работ определяется по объему укладываемой бетонной смеси (объему фундаментов) в метрах кубических.

Например, для фундаментов, изображенных на рис. 4.10, объемы работ составляют:

- при установке и разборке опалубки (как площадь боковой поверхности фундаментов)

$$F_{\text{оп}} = 4(a' + b')h_{\text{ф}}, \text{ м}^2 \quad (4.55)$$

где:  $h_{\text{ф}}$  - высота фундамента, м.

- при укладке бетонной смеси (объем фундаментов)

$$V_{\text{ф}} = 2(a' + b') \cdot b_{\text{п}} \cdot h_{\text{ст}} + 2(a' + b') \cdot b_{\text{с}} \cdot (h_{\text{ф}} - h_{\text{ст}}), \text{ м}^3 \quad (4.56)$$

#### 4.5. Определение объемов монтажных работ

##### 4.5.1. Разработка конструктивно - планировочных схемы фундаментов подземной части здания

Осуществляется согласно задания на проектирование.

##### 4.5.2. Подбор требуемых конструкций фундаментов, блоков стен подвалов, плит перекрытия

Параметры сборных конструкций можно определить по приложению или по каталогам сборных конструкций промышленных и гражданских зданий.

##### 4.5.3 Составление спецификации сборных элементов

Спецификацию составляем в форме табл. 4.10.

Таблица 4.10. Спецификация сборных конструкций

№ п/п	Наименование элемента	Марка эле- мента	Ко- во, шт	Размеры, м			Масса, т		Объем, м <sup>3</sup>	
				l	b	h	Одного элемен- та	Об- щая	Одного элемен- т	Об- щая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

#### 4.5.4. Определение объемов работ

При выполнении комплексно - механизированного процесса монтажа подземной части зданий и сооружений необходимо выполнить подготовительные, основные (монтажные) и вспомогательные работы.

Подготовительные работы заключаются, в случае необходимости, в устройстве выравнивающего слоя под фундаменты (песок, товарный бетон).

Объемы основных работ определяются непосредственно количеством монтируемых элементов согласно спецификации сборных конструкций (табл. 4.10).

Объемы вспомогательных работ находятся следующим образом:

а) объем работ по заливке швов плит перекрытия определяется длиной шва, которая находится на основании предварительно разработанной схемы раскладки плит перекрытия по выражению:

$$L_{шв} = (n_{прод} * l_{прод} + n_{поп} * l_{поп}), \text{ м} \quad (4.57)$$

где:  $n_{прод}$  и  $n_{поп}$  - соответственно количество продольных и поперечных швов, шт.;  $l_{прод}$  и  $l_{поп}$  - соответственно длина продольного и поперечного шва на все здание, м.

б) объемы работ по заделке отверстий в пустотных плитах перекрытий определяются количеством отверстий, шт.

#### 4.6. Определение объемов гидроизоляционных работ

Объемы работ по устройству гидроизоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей определяются площадью изолируемых поверхностей в м<sup>2</sup>.

### 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО РАССТОЯНИЯ $L_{ср}$ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУНТА ПРИ ПЛАНИРОВКЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

#### 5.1. Выбор метода определения $L_{ср}$

Существуют следующие, наиболее распространенные методы определения

$L_{ср}$ : а) аналитический (метод статических моментов);

- б) графо - аналитический (способ Кутьинова);
- в) графический.
- г) на основании шахматной балансовой ведомости;
- д) на основе линейного программирования (транспортная задача).

Недостатками способов а) . . в) являются:

1. Отсутствие информации о конкретном распределении земляных масс из выемки в насыпь, что приводит к значительным отклонениям расчетного  $L_{CP}$  от фактического.

2. Низкая точность.

3. Использование методов может привести к абсурду в случае площадок, представленных на рис. 5.1, для которых расчетное  $L_{CP}$  примерно получается равным нулю (в случае аналитического метода) из-за симметрии выемок и насыпей, или существенно отличается от фактического  $L_{CP}$ . В этом случае площадку необходимо разбивать на 2 и более частей относительно осей симметрии.

4. Необходимость наличия баланса планировочной выемки и насыпи, в противном случае возникает необходимость в создании местного нулевого баланса (т.е. отсекаются недостающие или лишние объемы).

Указанных недостатков лишены способы, основанные на составлении шахматной балансовой ведомости и на методах линейного программирования, что определяет широкое применение последних при нахождении  $L_{CP}$ .

Если в задании не задан способ определения  $L_{CP}$  студент должен решать задачу по своему усмотрению одним из указанных способов, однако при этом обязательно должна быть решена задача и по распределению земляных масс.

## 5.2. Нахождение приведенных объемов $V^n$ пунктов выемки и насыпи

Прежде всего необходимо грунт насыпи перевести в плотное тело, т.е. в одно состояние с грунтом выемки, что достигается путем деления геометрических объемов на  $1 + K_{OP}$ .

Объемы откосов суммируются с объемами прилегающих квадратов (треугольников).

Например, вышесказанное для площадки, приведенной на рис. 4.9, реализуется следующим образом (см. рис.5.2):

$$\begin{aligned} \text{Квадрат №1} - V_{II} &= (V_1 + V_1^{OTK} + V_2^{OTK} + V_6^{OTK}) / (1 + K_{OP}) = \\ &= (2252 + 90,6 + 6,2 + 127,2) / 1,03 = 2403,9 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Выемка квадрата №3} - V_{B3} &= V_3^5 + V_5^{OTK} + V_6^{OTK} + V_7^{OTK} = \\ &= - 1049,5 - 11,8 - 1,6 - 68,5 = - 1131,4 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Нахождение остальных приведенных объемов представлено на рис. 5.2.

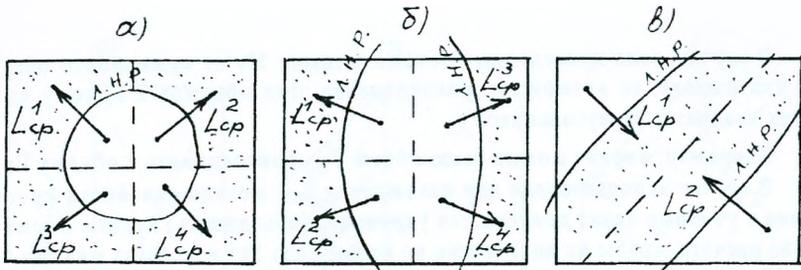


Рис. 5.1. Виды площадок, для которых определение  $L_{cp}$  графическим, аналитическим и графо-аналитическим методами затруднительно

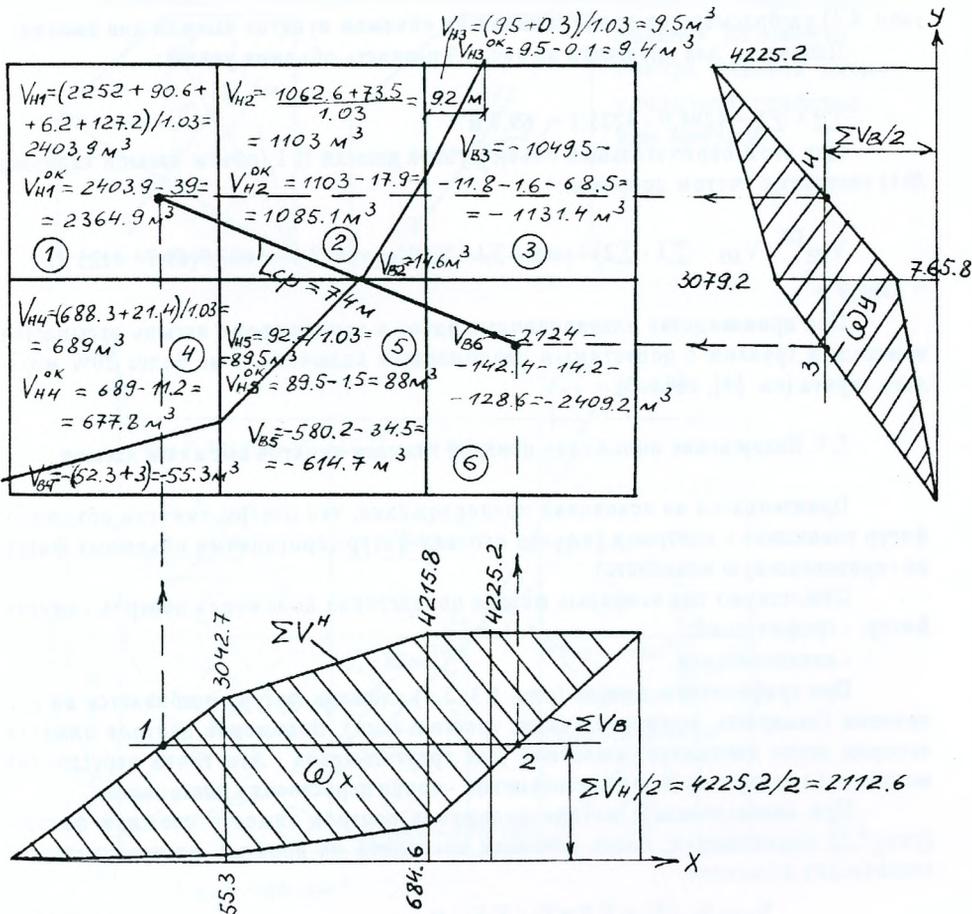


Рис. 5.2. Схема к определению  $L_{cp}$  графо-аналитическим методом

В случае, если приведенные объемы меньше 5% от суммарного объема выемки или насыпи, то возможно присоединение этих объемов к одному из прилегающих квадратов (треугольников).

Например, вполне можно было объем  $V_{НЗ}$  присоединить к объему  $V_{Н2}$ .

В случае использования для нахождения  $L_{ср}$  метода линейного программирования в учебных целях допускается укрупнять (объединять) пункты выемки и насыпи из расчета, чтобы их количество не превышало  $5 \times 5$  и не было меньше  $4 \times 4$ .

В случае, если объемы отдельных откосов составляют более 5% от суммарного объема выемки или насыпи, то необходимо рассматривать их самостоятельно (без присоединения к прилегающим пунктам).

В случае нулевого баланса разность между суммами  $\Sigma 1 - \Sigma 2$  или  $\Sigma 3 - \Sigma 4$  (см. табл. 4.4) разбрасывается пропорционально объемам пунктов выемки или насыпи.

Например, для площадки на рис. 4.9 разность объемов равна:

$$\Sigma 2 - \Sigma 1 = 4294,9 - 4225,2 = 69,7 \text{ м}^3$$

При этом окончательный объем пункта насыпи Н 1 (объем насыпи квадрата №1) составит, с учетом поправки:

$$V_{Н1}^{OK} = V_{Н1} - (\Sigma 1 - \Sigma 2) / (\min \{ \Sigma 1 / \Sigma 2 \} V_{Н1} = 2403,9 - 2403,9(69,7 / 4225,2) = 2364,9 \text{ м}^3$$

При производстве планировочных работ в зимнее время насыпь отсыпается мерзлым грунтом с допустимым равномерным включением не более 20% мерзлого грунта (см. [4], табл. 7).

### 5.3. Нахождение положения центров тяжести пунктов выемки и насыпи

Производится на основании предположения, что центры тяжести объемных фигур совпадают с центрами тяжести плоских фигур (проекциями объемных фигур на горизонтальную плоскость).

Существуют два основных метода определения положения центров тяжести фигур: - графический;

- аналитический.

При графическом методе (рис. 5.3, 5.4) сложная фигура разбивается на ряд простых (квадраты, прямоугольники, треугольники), положение центров тяжести которых легко находится (известно). Для треугольников - это точка пересечения медиан, для квадратов и прямоугольников - точка пересечения диагоналей.

При аналитическом методе положение центров тяжести сложной фигуры (рис. 5.5) определяется, после разбивки последней на простые фигуры, методом статических моментов.

$$X_{цт} = S_y / F_i = \Sigma F_i * X_i / \Sigma F_i, \text{ м} \quad (5.1)$$

$$Y_{цт} = S_x / F_i = \Sigma F_i * Y_i / \Sigma F_i, \text{ м} \quad (5.2)$$

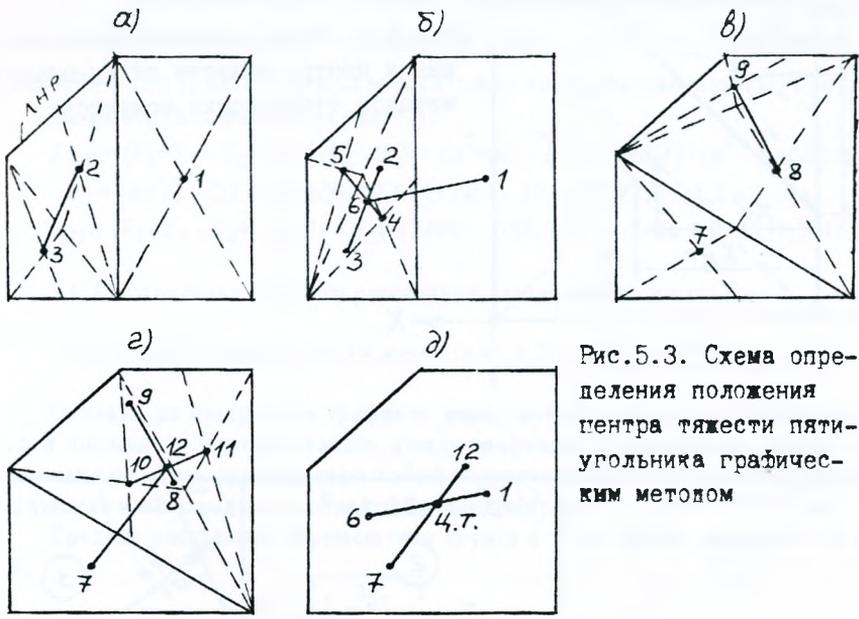


Рис.5.3. Схема определения положения центра тяжести пятиугольника графическим методом

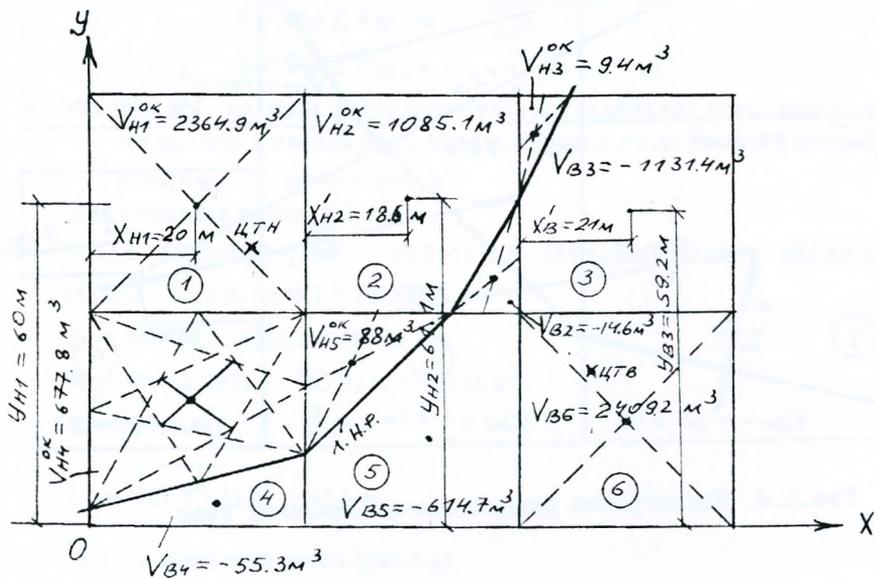


Рис.5.4. Схема к определению  $L_{cp}$  аналитическим методом

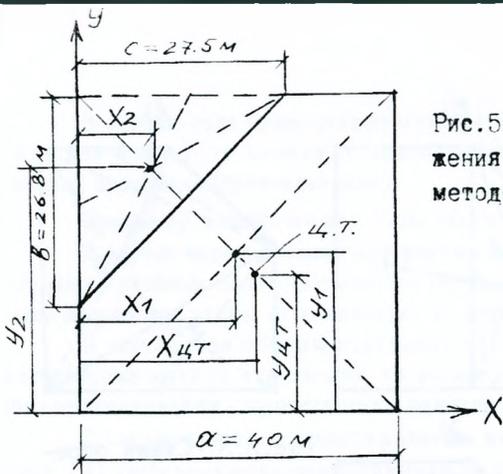


Рис.5.5. Схема к определению положения центра тяжести пятиугольника методом статических моментов

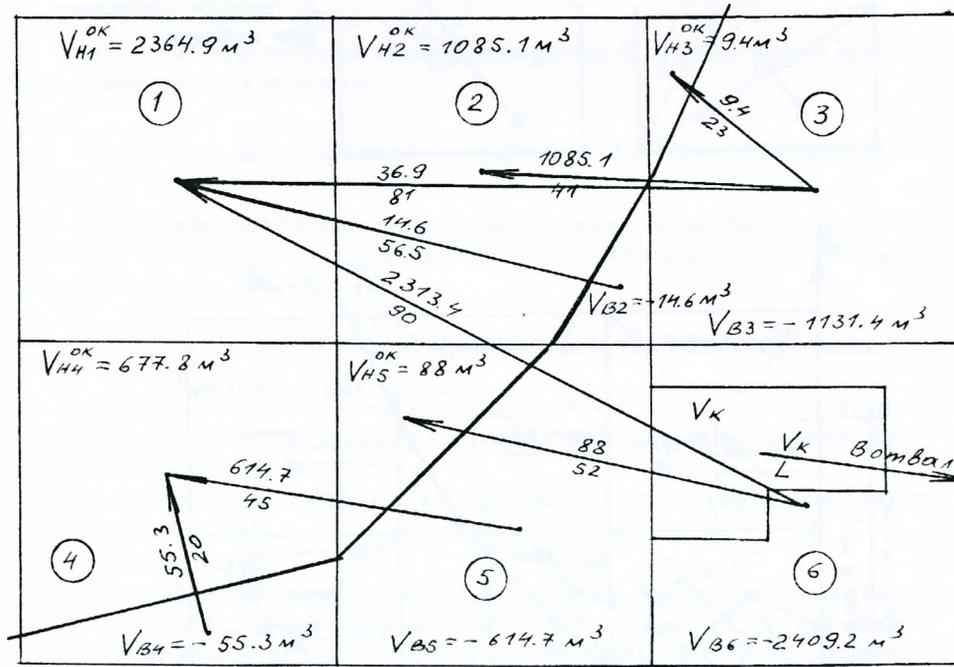


Рис.5.6. Картограмма распределения земляных масс

где:  $S_x, S_y$  - статический момент составной фигуры относительно осей  $X$  и  $Y$ , соответственно,  $м^3$ ;  $F_i$  - площадь  $i$ -той простой фигуры,  $м^2$ ;  $X_i, Y_i$  - координаты центра тяжести  $i$ -той простой фигуры относительно координатных осей  $XOY$ ,  $м$ .

Например, для фигуры на рис. 5.5:

$$X_{ЦТ} = (F_1 * X_1 - F_2 * X_2) / (F_1 - F_2) = [a^2 * a/2 - (b * c/2) * c/3] / (a^2 - b * c/2) =$$

$$= [40^3/2 - (27,5 * 26,8/2) * 27,5/3] / (40^2 - 27,5 * 26,8/2) = 23,2 \text{ м}$$

$$Y_{ЦТ} = (F_1 * Y_1 - F_2 * Y_2) / (F_1 - F_2) = [32000 - 368,5(40 - 1/3 * 26,8)] / 1231,5 = 16,7 \text{ м}$$

#### 5.4. Определение среднего расстояния перемещения грунта $L_{CP}$

##### 5.4.1. Графо - аналитический метод (рис. 5.2)

Основан на построении графиков нарастающих итогов по сторонам строительной площадки. Заштрихованная между графиками нарастающих итогов выемки и насыпи площадь представляют собой условную работу по перемещению грунта из выемки в насыпь вдоль соответствующей стороны.

Среднее расстояние перемещения грунта в этом случае находится по формуле:

$$L_{CP} = \sqrt{L_x^2 + L_y^2}, \text{ м} \quad (5.3)$$

где:  $L_x, L_y$  - соответственно горизонтальная и вертикальная проекция  $L_{CP}$ ,  $м$ .

$$L_x = W_x / \sum V_{Bi}, \text{ м} \quad (5.4)$$

$$L_y = W_y / \sum V_{Bi}, \text{ м} \quad (5.5)$$

где:  $W_x, W_y$  - площадь фигур, ограниченных графиками нарастающих итогов выемки и насыпи вдоль горизонтальной и вертикальной сторон площадки, соответственно,  $м^3$ .

Для площадки на рис. 5.2:

$$W_x = (3042,7 - 55,3) * 40 / 2 + (3042,7 - 55,3 + 4215,8 - 684,6) / 2 * 40 + (4225,2 - 684,6) / 2 * 40 -$$

$$- (4225,2 - 4215,8) / 2 * 9,2 = 260888,8 \text{ м}^3$$

$$L_x = 260888,8 / 4225,2 = 61,7 \text{ м}$$

$$W_y = 40 * 2(3079,2 - 765,8) / 2 = 92536 \text{ м}^3$$

$$L_y = 92536 / 4225,2 = 21,9 \text{ м}$$

$$L_{CP} = \sqrt{61,7^2 + 21,9^2} = 65,5 \text{ м}$$

##### 5.4.3. Графический метод (рис. 5.2)

Отличается от графо-аналитического тем, что после построения графиков нарастающих итогов по сторонам стройплощадки параллельно осям  $X$  и  $Y$  прово-

дят средние линии, отстоящие от осей на расстоянии  $V_H/2$  и  $V_B/2$ . После чего устанавливаются точки пересечения средних линий с графиками нарастающих итогов (точки 1, 4 на рисунке 5.2) и сносят их на план площадки. В местах пересечения проекционных линий от точек 1, 4 и 2, 3 получаем положение центров тяжести насыпи и выемки, соответственно. В качестве  $L_{CP}$  принимается расстояние между полученными центрами тяжести (рис. 5.2,  $L_{CP} = 74$  м).

#### 5.4.3. Аналитический метод.

Основан на нахождении центров тяжести выемки и насыпи методом статических моментов пунктов выемки и насыпи относительно осей  $X$  и  $Y$  по формулам:

$$X_{ЦТ}^B = S_y^B / \sum V_{Bi} = \sum V_{Bi} * X_{Bi} / \sum V_{Bi}, \text{ м} \quad (5.6)$$

$$Y_{ЦТ}^B = S_x^B / \sum V_{Bi} = \sum V_{Bi} * Y_{Bi} / \sum V_{Bi}, \text{ м} \quad (5.7)$$

$$X_{ЦТ}^H = S_y^H / \sum V_{Hi} = \sum V_{Hi} * X_{Hi} / \sum V_{Hi}, \text{ м} \quad (5.8)$$

$$Y_{ЦТ}^H = S_x^H / \sum V_{Hi} = \sum V_{Hi} * Y_{Hi} / \sum V_{Hi}, \text{ м} \quad (5.9)$$

где:  $S_y^B, S_x^H, S_y^H, S_x^B$  - статические моменты выемки и насыпи относительно осей  $Y$  и  $X$ , соответственно,  $\text{м}^4$ ;  $V_{Bi}, V_{Hi}$  - объем  $i$ -го пункта выемки или насыпи, соответственно,  $\text{м}^3$ ;  $X_{Bi}, X_{Hi}, Y_{Bi}, Y_{Hi}$  - координаты центров тяжести  $i$ -го пункта выемки или насыпи в координатных осях  $XOY$  (см. рис. 5.4), м.

После нахождения центров тяжести выемки и насыпи  $L_{CP}$  определяется как расстояние между ними по теореме Пифагора:

$$L_{CP} = \sqrt{(X_{ЦТ}^B - X_{ЦТ}^H)^2 + (Y_{ЦТ}^B - Y_{ЦТ}^H)^2}, \text{ м} \quad (5.10)$$

Для примера на рис. 5.4:

$$X_{ЦТ}^H = [2364,9 * 20 + 1085,1(40 + 18,6) + 677,8 * 18,5 + 88(40 + 27,5/3) + 9,4(80 + 9,2/3)] / 4225,2 = 30,4 \text{ м}$$

$$Y_{ЦТ}^H = [2364,9 * 60 + 1085,1 * 61,1 + 9,4(80 - 19,4/3) + 677,8 * 23 + 88(40 - 26,8/3)] / 4225,2 = 52,5 \text{ м}$$

$$X_{ЦТ}^B = [14,6x(80 - 12,5/3) + 1131,4(80 + 21) + 55,3 * 23,5 + 614,7 * 63,2 + 2409,2 * 100] / 4225,2 = 93,8 \text{ м}$$

$$Y_{ЦТ}^B = [14,6(40 + 20,6/3) + 1131,4 * 59,2 + 55,3 * 4 + 614,7 * 16,7 + 2409,2 * 20] / 4225,2 = 29,9 \text{ м}$$

$$L_{CP} = \sqrt{(30,54 - 93,8)^2 + (52,5 - 29,9)^2} = 67,3 \text{ м}$$

5.4.4. На основе шахматной балансовой ведомости

Общий вид шахматной балансовой ведомости представлен в форме табл.

5.1, в которой по горизонтали в шапке указаны условные обозначения и приведенные объемы пунктов насыпи, а по вертикали - пунктов выемки.

При  $\Sigma 1 > \Sigma 2$  (см. табл. 4.4) в табл. 5.1 добавляется дополнительный пункт насыпи "отвал".

При  $\Sigma 2 > \Sigma 1$  и  $\Sigma 3 > \Sigma 4$  вводится пункт выемки "котлован" с объемом, равным  $\Sigma 2 - \Sigma 1$  (пункт насыпи "отвал" отсутствует).

При  $\Sigma 2 > \Sigma 1$  и  $\Sigma 4 > \Sigma 3$  кроме пункта выемки "котлован" с объемом  $V_{\text{отв}}$  вводится дополнительный пункт выемки "резерв" (при этом пункт насыпи "отвал" отсутствует) с объемом, равным  $\Sigma 4 - \Sigma 3$ .

В конце концов суммарный объем пунктов выемки должен получиться равным суммарному объему пунктов насыпи.

Распределение грунта из пунктов выемки в пункты насыпи может производиться следующими способами:

а) по здравому смыслу (т.е. как считает нужным разработчик);

б) по наименьшим расстояниям (в первую очередь заполняются клетки с минимальным расстоянием между пунктами выемки и насыпи на плане).

Таблица 5.1. Общий вид шахматной балансовой ведомости

Насыпь		H1	H2	H3	H4	Hn	Отвал	$\Sigma$
Выемка		$V_{H1}^{\text{ок}}$	$V_{H2}^{\text{ок}}$	$V_{H3}^{\text{ок}}$	$V_{H4}^{\text{ок}}$	$V_{Hn}^{\text{ок}}$	$\Sigma 1 - \Sigma 2$	$\Sigma V_{H1}^{\text{ок}}$
B1	$V_{B1}$	$L_{11}$ $V_{11}$	-	-	$L_{14}$ $V_{14}$	-	-	$V_{B1}$
B2	$V_{B2}$	-	$L_{22}$ $V_{22}$	$L_{23}$ $V_{23}$	-	-	-	$V_{B2}$
B3	$V_{B3}$	-	-	-	-	$L_{3n}$ $V_{3n}$	$L_{3o}$ $V_{3o}$	$V_{B3}$
Bm	$V_{Bm}$	$L_{m1}$ $V_{m1}$	-	-	-	$L_{mn}$ $V_{mn}$	-	$V_{Bm}$
Котлован	$V_{\text{отв}}$	-	$L_{K2}$ $V_{K2}$	-	$L_{K4}$ $V_{K4}$	-	-	$V_{\text{отв}}$
Резерв	$\Sigma 4 - \Sigma 3$	-	-	$L_{P3}$ $V_{P3}$	-	$L_{Pn}$ $V_{Pn}$	-	$\Sigma 4 - \Sigma 3 - V_{\text{отв}}$
$\Sigma$	$\Sigma V_{B_i}$	$V_{H1}^{\text{ок}}$	$V_{H2}^{\text{ок}}$	$V_{H3}^{\text{ок}}$	$V_{H4}^{\text{ок}}$	$V_{Hn}^{\text{ок}}$	$\Sigma 1 - \Sigma 2$	$\Sigma V_{B_i}$

После полного распределения грунта в заполненных клетках с поставками грунта проставляются расстояния между соответствующими пунктами выемки и насыпи (дальность перемещения), которые находятся как расстояния между соот-

ветствующими центрами тяжести пунктов выемки и насыпи на плане площадки, построенном в масштабе (см. рис. 5.4).

Дальность перемещения грунта из "резерва" в пункты насыпи и из пунктов выемки в котлована в "отвал" принимается равной расстоянию возки грунта, указанному в задании.

На заключительном этапе определяются следующие расстояния перемещения грунта:

а) общее среднее расстояние перемещения грунта

$$L_{\text{CP}}^{\text{O}} = (\sum V_{ij} * L_{ij} + \sum V_{kj} * L_{kj} + \sum V_{pj} * L_{pj}) / (\sum V_{ij} + \sum V_{kj} + \sum V_{pj}), \text{ м} \quad (5.11)$$

где:  $V_{ij}, V_{kj}, V_{pj}$  - объем грунта, перемещаемого из пунктов выемки  $i$  или "котлована", "резерв" в пункты насыпи  $j$ ,  $\text{м}^3$ ;  $L_{ij}, L_{kj}, L_{pj}$  - расстояние перемещения грунта из пунктов выемки  $i$  или "котлована", "резерв" в пункт насыпи  $j$ , м.

б) среднее расстояние перемещения грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь

$$L_{\text{CP}}^{\text{Пл}} = \sum V_{ij} * L_{ij} / \sum V_{ij}, \text{ м} \quad (5.12)$$

в) среднее расстояние перемещения грунта из котлована в планировочную насыпь

$$L_{\text{CP}}^{\text{K}} = \sum V_{kj} * L_{kj} / \sum V_{kj}, \text{ м} \quad (5.13)$$

При определении  $L_{\text{CP}}^{\text{O}}$  объемы грунта резерва и отвала в случае расстояния отвозки или привозки грунта более 3...5 км не учитываются.

Шахматная балансовая ведомость для площадки на рис. 5.4 представлена в табл. 5.2.

$$L_{\text{CP}}^{\text{Пл}} = (14,6 * 21,5 + 51,5 * 81 + 1070,5 * 41 + 9,4 * 23 + 55,3 * 20 + 526,7 * 45 + 88 * 20 + 2313,4 * 90 + 95,8 * 81) / 4225,2 = 68,9 \text{ м}$$

Таблица 5.2. Пример шахматной балансовой ведомости

Насыпь		Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Σ
Выемка		2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2
B2	14,6	—	21,5 14,6	—	—	—	14,6
B3	1131,4	81 51,5	41 1070,5	23 9,4	—	—	1131,4
B4	55,3	—	—	—	20 55,3	—	55,3
B5	614,7	—	—	—	45 526,7	20 88	614,7
B6	2409,2	90 2313,4	—	—	81 95,8	—	2409,2
Σ	4225,2	2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2

#### 5.4.4. На основе методов линейного программирования

Отличается от предыдущего метода тем, что перед получением первоначального плана распределения грунта в пустые ячейки проставляются дальности перемещения грунта из пунктов выемки в пункты насыпи.

После составления первоначального плана (см.табл.5.3) распределения грунта (по методике, аналогичной в предыдущем способе) проверяется достаточность полученного плана, которая обеспечивается при условии соблюдения следующего неравенства :

$$N \geq m+n - 1 \quad (5.14)$$

где: N - количество заполненных ячеек, шт.; m - количество пунктов выемки, шт.; n - количество пунктов насыпи, шт.

Если условие (5.14) не соблюдается, то в любые пустые ячейки вводятся нулевые поставки (просто проставляется 0), и ячейки считаются заполненными.

Для примера в табл.5.3  $m+n - 1=5+5 - 1=N=9$ , т.е. условие достаточности соблюдается.

Таблица 5.3. Первоначальный план распределения грунта

Насыпь		H1	H2	H3	H4	H5	Σ
Выемка		2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2
B2	14,6	56,5	21,5	28	61	30	14,6
		-	14,6	-	-	-	
B3	1131,4	81	41	23	90	59	1131,4
		51,5	1070,5	9,4	-	-	
B4	55,3	56	67	91	20	36	55,3
		-	-	-	55,3	-	
B5	614,7	61,5	45	60	45	20	614,7
		-	-	-	526,7	88	
B6	2409,2	90	58	57	81	52	2409,2
		2313,4	-	-	95,8	-	
Σ	4225,2	2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2

Далее осуществляем проверку составленного плана на оптимальность, используя метод замкнутых контуров. Для этого строим замкнутые контуры, в одной из вершин которых должны находиться пустые клетки, а в остальных - заполненные (см. рис. 5.7).

В вершинах контура (в кружках) проставляем расстояния перемещения грунта с чередующимися знаками, причем расстояние перемещения в пустой клетке (проверяемой на оптимальность) принимается со знаком (+).

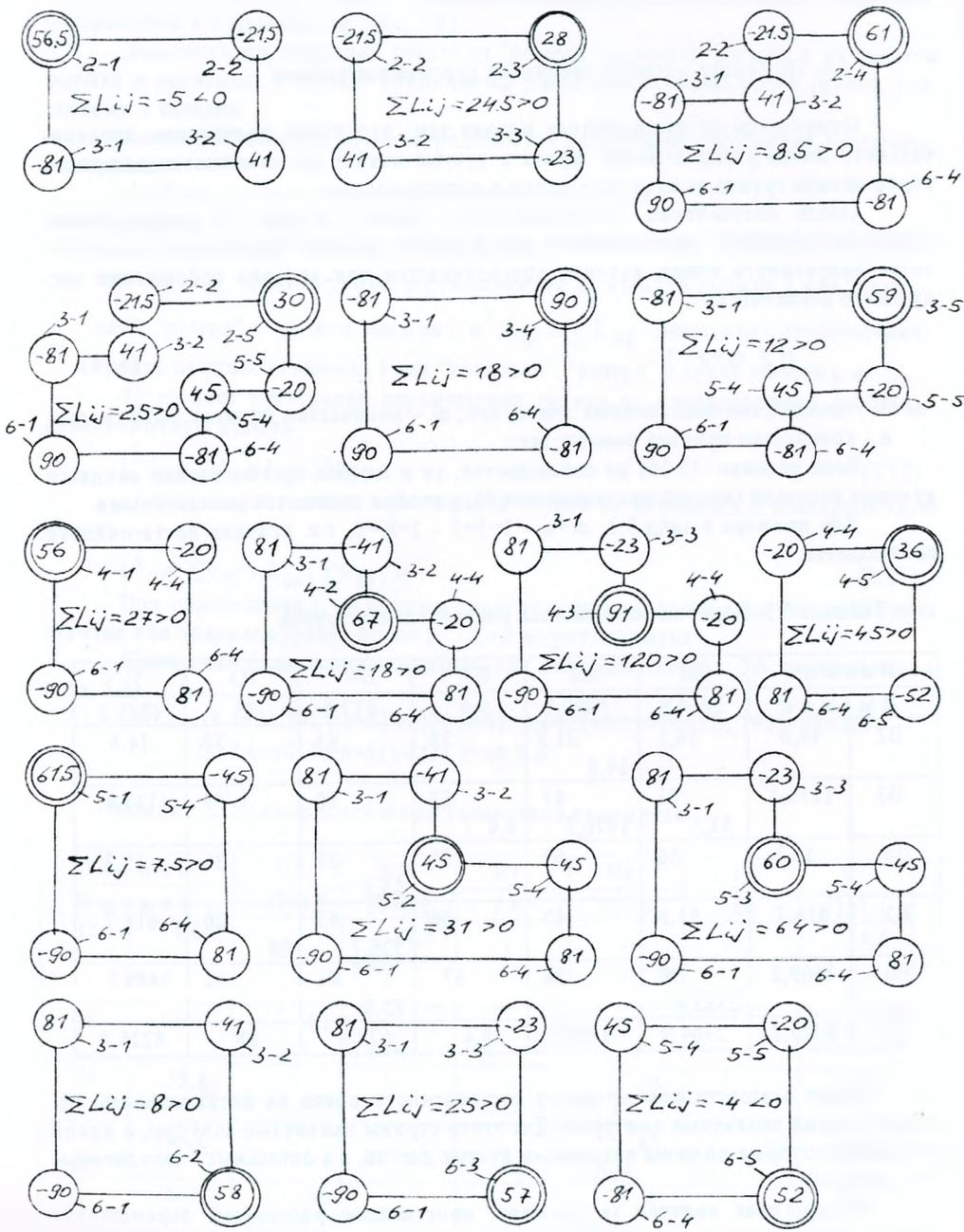


Рис.5.7. Схема проверки плана распределения грунта в табл.5.3 на оптимальность

Условием оптимальности для пустых ячеек является выполнение неравенства:

$$\sum L_{ij} \geq 0, \text{ м} \quad (5.15)$$

где  $L_{ij}$  - сумма расстояний в вершинах контура, м.

Например, для ячейки 2 - 5 (табл. 5.3)

$$\sum L_{ij} = 30 - 21,5 + 41 - 81 + 90 - 81 + 45 - 20 = 2,5 > 0$$

Аналогичные условия выполняются для всех остальных пустых ячеек, кроме ячеек 2 - 1 и 6 - 5, в которых  $L_{ij}$  соответственно равны  $L_{2-1} = 56,5 \text{ м}$ ;  $L_{6-5} = 52 \text{ м}$ , а  $\sum L_{ij}^{2-1} = -5 \text{ м}$ ,  $\sum L_{ij}^{6-5} = -4 \text{ м}$ , т.е. меньше 0 (см. рис. 5.7). В план перемещений включается ячейка с наименьшей  $\sum L_{ij}$ , т.е. ячейка 2 - 1 (за один раз в план перемещений включается только одна ячейка). Для включения в план перемещений пустой ячейки 2 - 1 в вершинах ее контура (рис. 5.8) помещаем объемы перемещений со знаками, соответствующими знакам  $L_{ij}$ . Перемещению подвергается минимальный объем по абсолютной величине в вершинах контура со знаком (-):

$$V_{\min} = \min\{|V_{2-2}|, |V_{3-1}|\} = 14,6 \text{ м}^3$$

Для осуществления включения в план перемещений пустой ячейки 2 - 1 необходимо к объемам в вершинах контура прибавить  $V_{\min} = 14,6 \text{ м}^3$ , в результате чего контур преобразуется к виду, изображенному на рис. 5.9. Таким образом, получаем новый план распределения грунта с заполненной ячейкой 2 - 1 и ставшей пустой ячейкой 2 - 2. Далее, в полученном новом плане пустые ячейки вновь проверяем на оптимальность. Если в результате проверки плана на оптимальность  $\sum L_{ij} > 0$  для всех пустых ячеек, то данный план распределения грунта является оптимальным, если нет - опять включаем в план одну из пустых ячеек с  $V_{\min}$  и расчет повторяем заново.

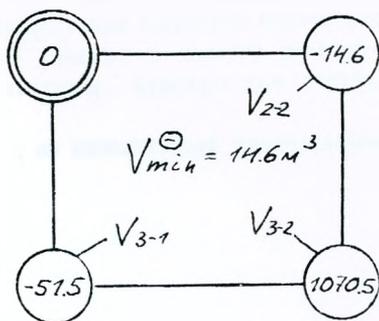


Рис. 5.8. Схема к установлению  $V_{\min}$

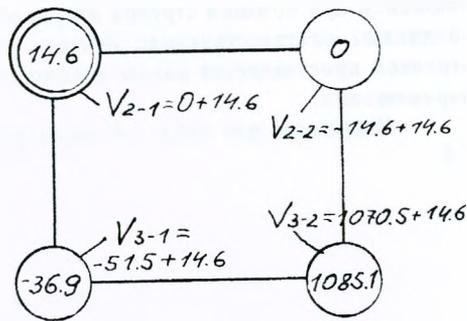


Рис. 5.9. Схема введения в план распределения ячейки 2-1

В табл. 5.4. представлен окончательный план распределения земляных масс.

Таблица 5.4. Окончательный план распределения земляных масс

Насыпь		H1	H2	H3	H4	H5	Σ
Выемка		2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2
B2	14,6	56,5 14,6	21,5 0	28 -	61 -	30 -	14,6
B3	1131,4	81 36,9	41 1085,1	23 9,4	90 -	59 -	1131,4
B4	55,3	56 -	67 -	91 -	20 55,3	36 -	55,3
B5	614,7	61,5 -	45 -	60 -	45 614,7	20 0	614,7
B6	2409,2	90 2313,4	58 -	57 -	81 7,8	52 88	2409,2
Σ	4225,2	2364,9	1085,1	9,4	677,8	88	4225,2

На заключительном этапе определяем по формулам (5.11. . 5.13) среднее расстояние перемещения :

$$L_{\text{ср}}^0 = L_{\text{ср}}^{\text{III}} = (14,6 \times 56,5 + 36,9 \times 81 + 1085,1 \times 41 + 9,4 \times 23 + 55,3 \times 20 + 614,7 \times 45 + 2313,4 \times 90 + 7,8 \times 81 + 88 \times 52) / 4225,2 = 68,84 \text{ м}$$

### 5.5. Составление картограммы распределения грунта земляных масс

В случае определения  $L_{\text{ср}}$  аналитическим, графическим или графо-аналитическим способами предварительно составляется шахматная балансовая ведомость в форме табл. 5.1. Картограмма распределения строится на основе табл. 5.2, 5.4 с указанием при помощи стрелок направления перемещения земляных масс (стрелки соединяют соответствующие центры тяжести пунктов выемки и насыпи). Над стрелкой проставляется объем перемещаемого грунта, под стрелкой - расстояние перемещения.

Например, для табл. 5.4 картограмма распределения представлена на рис. 5.6.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СТ БПИ - 01 - 98. Стандарт института. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления / Т.Н.Базенков, А.А.Кондратчик, А.М.Левданский, Н.В.Хомич. - Брест: БПИ, 1998. - 42 с.
2. ЕНиР. Сб. Е2. Земляные работы. Вып. 1 механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1988 г. - 224 с.
3. Ганичев И.А. Технология строительного производства, - М.: Стройиздат, 1972. - 468 с.
4. СНиП 3.02.01 - 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР. - М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1988. - 128 с.
5. СНиП III - 4 - 80\*. Техника безопасности в строительстве. - М.: Стройиздат, 1981. - 255 с.
6. Щербач В.П., Плосконосов В.Н., Чиндарев В.В., Методические указания к выполнению курсового проекта "Производство монолитных бетонных и железобетонных работ" по дисциплине "Технология возведения зданий и сооружений" для студентов специальности 29.03.- Брест; БрПИ, 1991. - 56 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Табл. 1. Железобетонные плиты ленточных фундаментов и блоков стен подвала

Марка Элемента	Размеры элемента, м			Чэ, т	Марка элемента	Размеры элемента, м			Чэ, т
	l	b	h			l	b	h	
Фундаментные плиты					Блоки стен				
Ф6	2,38	0,6	0,3	1,04	ФС3	2,38	0,3	0,58	0,98
Ф8	2,38	0,8	0,3	1,4	ФС3-8	0,78	0,3	0,58	0,3
Ф10	2,38	1,0	0,3	1,52	ФС4	2,38	0,4	0,58	1,3
Ф12	2,38	1,2	0,3	1,76	ФС4-8	0,78	0,4	0,58	0,42
Ф14	2,38	1,4	0,3	2,11	ФС5	2,38	0,5	0,58	1,68
Ф16	2,38	1,6	0,3	2,47	ФС6	2,38	0,6	0,58	1,96
Ф20	1,18	2,0	0,5	2,44	ФСН4	1,18	0,5	0,28	0,38
Ф24	1,18	2,4	0,5	2,85	ФСН5	1,18	0,5	0,28	0,38
Ф28	1,18	2,8	0,5	3,42					
Ф32	1,18	3,2	0,5	4					

Табл. 2. Многопустотные железобетонные плиты перекрытия

Марка элемента	Размеры элемента, м			Чэ, т
	l	b	h	
ПК30.15-3Т (4Т, 6Т, 8Т)	2,98	1,49	0,22	1,425
ПК30.12-3Т (4Т, 6Т, 8Т)	2,98	1,19	0,22	1,08
ПК60.12-3АтУТ (4АтУТ, 6АтУТ, 8АтУТ)	5,98	1,19	0,22	2,1
ПК60.15-3АтУТ (4АтУТ, 6АтУТ, 8АтУТ)	5,98	1,49	0,22	2,8
ПК60.18-3АтУТ (4АтУТ, 6АтУТ, 8АтУТ)	5,98	1,79	0,22	3,17
ПК90.12-4,5АтУТ (6АтУТ, 8АтУТ)	8,98	1,19	0,22	3,17
ПК90.15-4,5АтУТ (6АтУТ, 8АтУТ)	8,98	1,49	0,22	4,19

Учебное издание

Составители:

Вячеслав Николаевич Пчелин

Владимир Петрович Чернюк

Валерий Петрович Щербач

Вячеслав Николаевич Черноиван

Петр Петрович Ивасюк

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового и раздела дипломного проектов

"Разработка технологической карты на производство  
земляных работ и устройство фундаментов".

Часть 1. Определение номенклатуры и объемов работ  
и среднего расстояния перемещения грунта при  
планировке строительной площадки.

Для студентов специальности "Промышленное и  
гражданское строительство" (Т19.01.00) очной  
и заочной форм обучения.

Ответственный за выпуск - Пчелин В.Н.

Редактор - Строкач Т.В.

Подписано к печати 28.12.98 г. Формат 60x84/16. Усл.п.л. 2,79 Уч. изд. л. 3,0.  
Заказ № 315. Тираж 200 экз. Бесплатно. Отпечатано на ротапринте Брестского  
политехнического института. 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.