

РАЗДЕЛ 1

1. Определение положения линии нулевых работ

На плане строительной площадки в вершинах квадратов указываются рабочие отметки (см. рис.1)

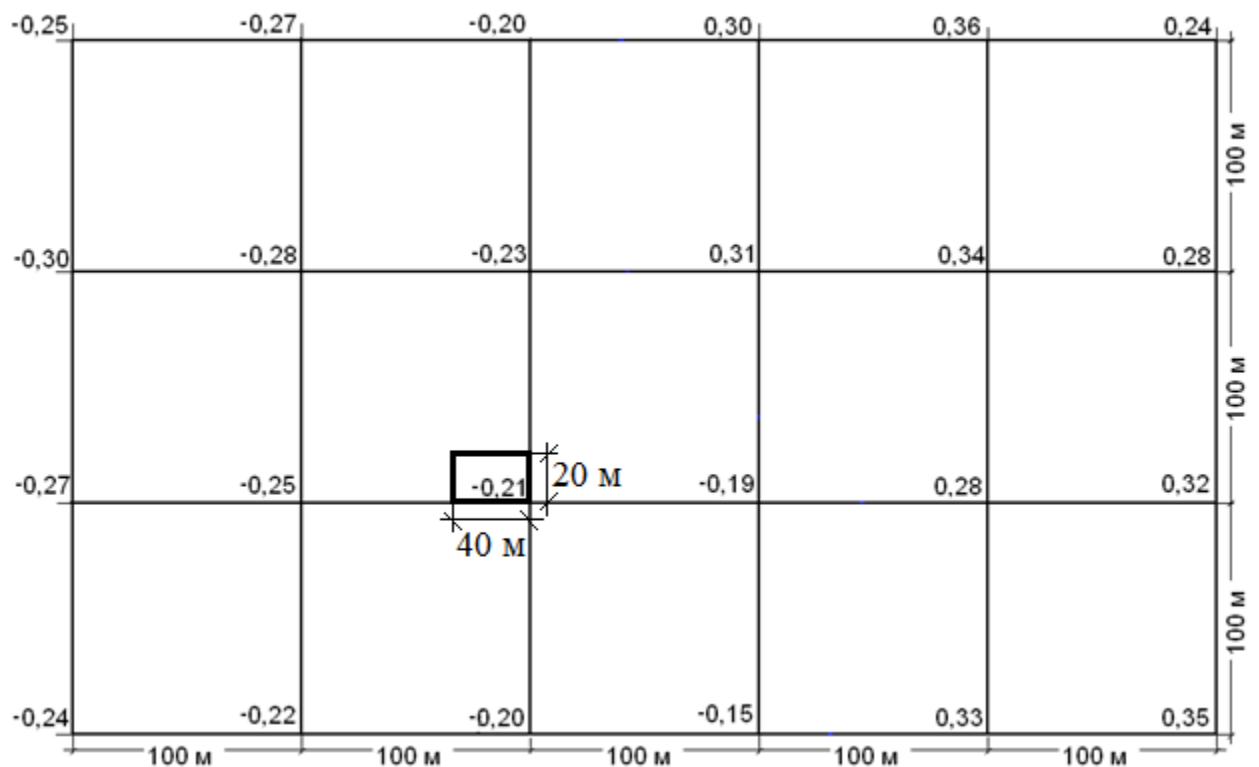
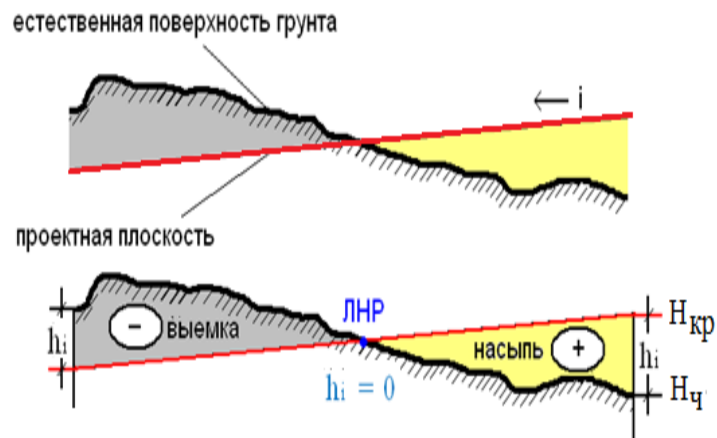


Рисунок 1. План строительной площадки с рабочими отметками.



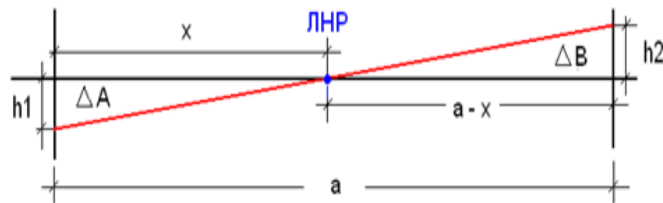
Рабочие отметки принято указывать следующим образом:

рабочие отметки	Чёрные отметки	h_i	$H_{ч}$
	Красные отметки		$H_{кр}$

Чёрные отметки являются отметками естественной поверхности земли, а красные отметки – это отметки проектной плоскости. Рабочие отметки находятся по формуле:

$$h_i = H_{кр} - H_{ч.}$$

Рабочие отметки с отрицательным знаком показывают зоны выемки (АКТИВ), а рабочие отметки с положительным знаком показывают зоны насыпи (ПАССИВ). Линия нулевых работ появляется в местах пересечения проектной плоскости с естественной поверхностью грунта.



Исходя из подобия треугольников ΔA и ΔB , можно составить уравнение:

$$h_2 : h_1 = (100-x) : x$$

Расчёты проводятся каждый раз, когда рабочие отметки в вершинах квадратов строительной сетки меняют знак. Линия нулевых работ наносится на план строительной площадки (см. рис.2).

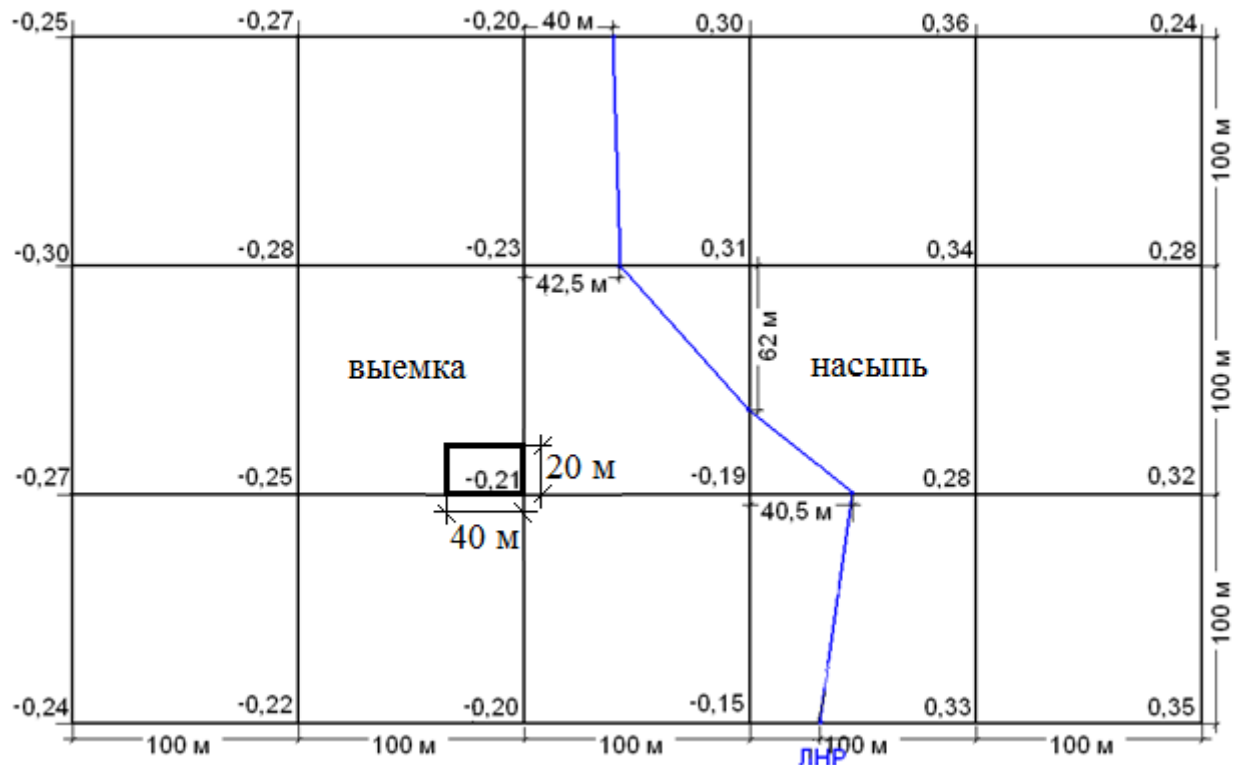


Рис. 2. План строительной площадки с рабочими отметками и линией нулевых работ, разделяющей зону выемки и зону насыпи.

2. Определение объёмов работ по вертикальной планировке

На плане строительной площадки следует указать номера фигур (см.рис.3).

По имеющимся фигурам производится расчёт объёмов грунта. Результаты вычислений заносятся в ведомость (таблица 1).

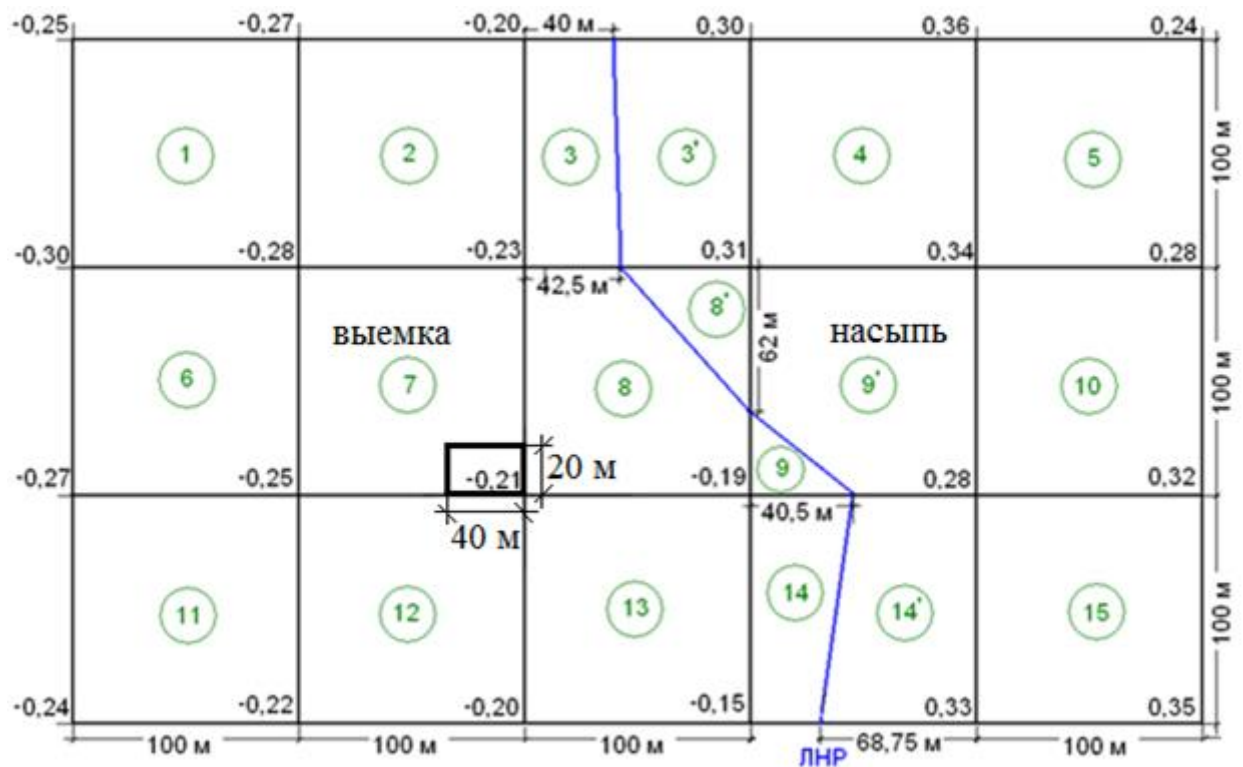


Рис. 3. Номера фигур строительной площадки.

Расчёт ведётся по методу четырёхгранных призм:

Для целых квадратов по рабочим отметкам в каждом квадрате определяют объем четырехгранной призмы, основания которой лежат на естественной поверхности грунта и в проектной плоскости, а высота равна средней рабочей отметке:

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

где:

V – объём грунта выемки или насыпи в естественном залегании, м³;

a - сторона квадрата сетки планировки, м;

h_1, h_2, h_3, h_4 — рабочие отметки углов квадрата, м.

- В квадратах, где выемка переходит в насыпь, объем вычисляется отдельно для участков насыпи и выемки:

$$V_{B(H)} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{B(H)})^2}{\sum h},$$

где:

$V_{B(H)}$ — объем грунта выемки или объем насыпи в естественном залегании, m^3 ;

$\sum h_{B(H)}$ — сумма рабочих отметок одного знака (выемки или насыпи);

$\sum h$ — сумма абсолютных значений всех рабочих отметок по углам квадрата.

Суммарный объем грунта в откосах выемки (насыпи), расположенных по периметру площадки, рассчитывается по формуле:

$$\sum V_{B(H)} = (\sum h_{B(H)} / n)^2 \cdot \sum l_{B(H)} \cdot m / 2,$$

где:

$\sum V_{B(H)}$ — суммарный объем грунта в откосах выемки (насыпи), m^3 ;

$\sum h_{B(H)}$ — сумма всех рабочих отметок по периметру выемки (насыпи), м;

n — количество отметок;

$\sum l_{B(H)}$ — длина основания всех откосов выемки (насыпи), м;

m — величина заложения откосов для данного грунта (см. приложение 1)

Общий объем выемки (насыпи) определяют как сумму частных объемов призм и их частей, лежащих в пределах участка выемки (насыпи).

Таблица 1

Ведомость объемов работ по вертикальной планировке

	Выемка		Насыпь		
№ фигуры	Расчётная формула	$V_{в.геом.}, m^3$	Расчётная формула	$V_{н.геом.}, m^3$	$V_{насыпи}, m^3$
1	2	3	4	5	6

		$\Sigma =$		$\Sigma =$	$\Sigma =$
--	--	------------	--	------------	------------

Примечание: $V_{в.геом.}$ и $V_{н.геом.}$ – объёмы грунта выемки и насыпи в естественном заложении (геометрические);

$V_{насыпи}$ - объём грунта насыпи с учётом коэффициента остаточного разрыхления грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород $P_{о.р}$ (приложение 2);

$V_{насыпи} = V_{н.геом.} / k_{о.р.}$

Приложение 1

Объем котлованов и траншей с откосами без креплений в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует определять при глубине выемки и крутизне откосов по таблице 1-10 ГЭСН-2001-01.

Отношение высоты откоса к его заложению

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

Приложение 2

Показатели разрыхления грунтов и пород

	Наименование грунта	Первоначальное увеличение объёма грунта, %	Остаточное разрыхление грунта, %
1	Глина ломовая	28 – 32	6 – 9
2	Глина мягкая жирная	24 – 30	4 – 7
3	Глина сланцевая	28 – 32	6 – 9
4	Песок	10 – 15	2 – 5
5	Суглинок лёгкий и лессовидный	18 – 24	3 – 6
6	Суглинок тяжёлый	24 – 30	5 – 8

7	Супесь	12 – 17	3 – 5
8	Растительный грунт	20 – 25	3 – 4

$k_{п.р.} = (100 + \Pi_{п.р.}) / 100$, где

$\Pi_{п.р.}$ – показатель первоначального увеличения объёма грунта, %

$k_{о.р.} = (100 + \Pi_{о.р.}) / 100$, где

$\Pi_{о.р.}$ – показатель остаточного разрыхления грунта, %

3. Определение объёмов земляных масс при разработке котлована

Для определения объёма котлована можно воспользоваться следующими формулами:

$$V_{\text{геом.к}} = H_{\text{к}} / 6 \cdot ((2 \cdot a + a_1) \cdot b + (2 \cdot a_1 + a) \cdot b_1);$$

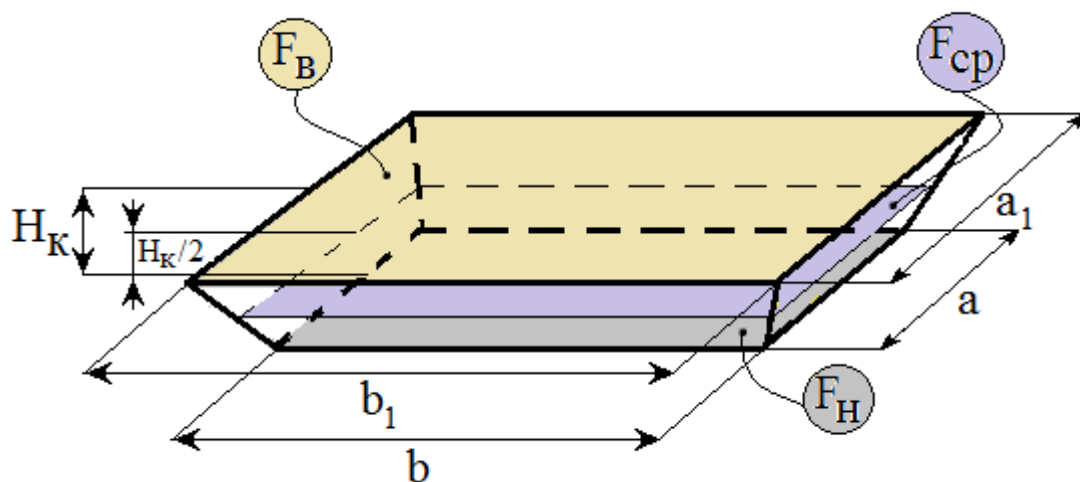
$$V_{\text{геом.к}} = H_{\text{к}} / 3 \cdot (F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + \sqrt{F_{\text{н}} \cdot F_{\text{в}}});$$

$$V_{\text{геом.к}} = H_{\text{к}} / 6 \cdot (F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + 4 \cdot F_{\text{ср}}),$$

где:

$V_{\text{геом.к}}$ – геометрический объём грунта в котловане, м³;

$H_{\text{к}}$ – глубина котлована, м;



$F_{\text{н}}$ – площадь котлована по низу, м²;

$F_{\text{в}}$ – площадь котлована по верху, м²;

$F_{\text{ср}}$ – площадь в средней части котлована, м²;

$$a_1 = a + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot m;$$

$$b_1 = b + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot m,$$

где:

m – показатель крутизны откосов котлована (по приложению 1)

При расчёте объёма грунта в котловане требуется учитывать его расположение на строительной площадке.

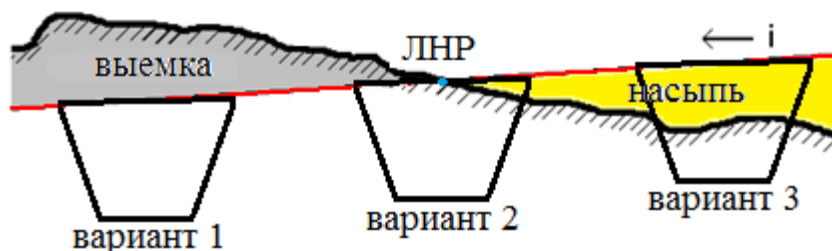


Рис. 1. Варианты расположения котлована.

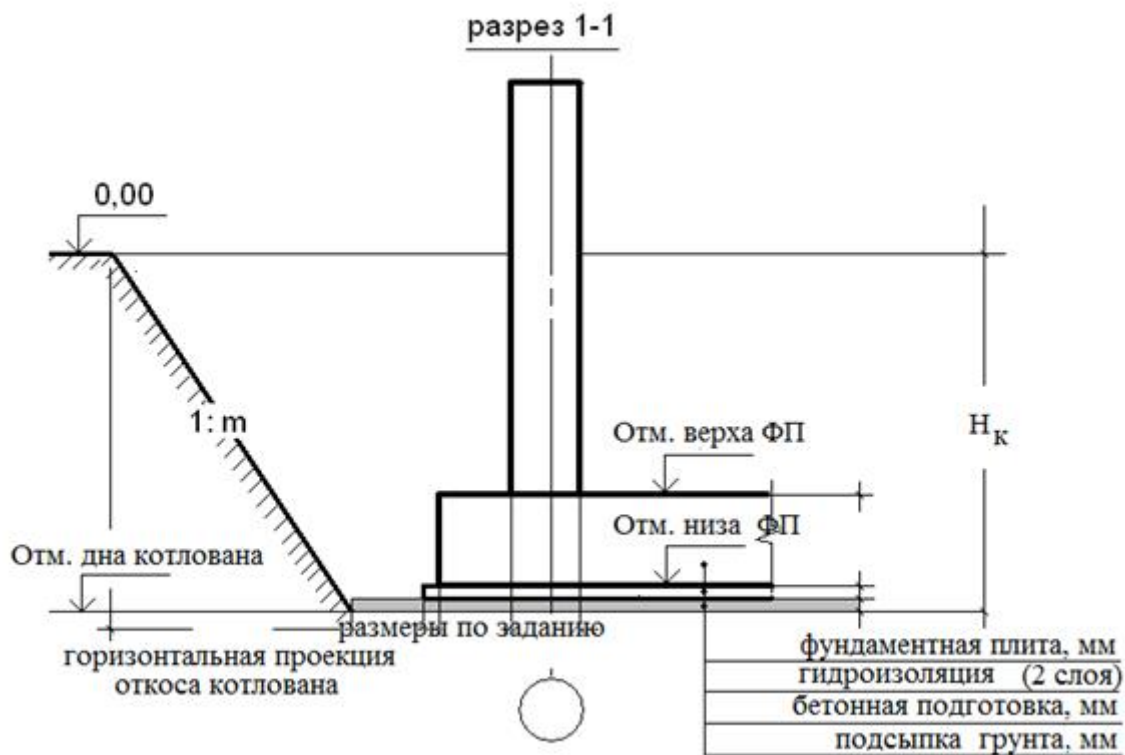
Вариант 1. Если котлован расположен в пределах планировочной выемки, сначала производятся работы по вертикальной планировке строительной площадки, затем от отметки проектной плоскости отрывается грунт из котлована. Фактическая глубина котлована будет равна глубине котлована, указанной в задании.

Вариант 2. Если котлован пересечён линией нулевых работ, надо определить среднее арифметическое значение рабочих отметок по углам котлована. Знак преобладающих рабочих отметок покажет, куда относить котлован: к выемке или к насыпи.

Вариант 3. Если котлован расположен в пределах планировочной насыпи, то грунт из котлована будет отрываться от естественной поверхности. В этом случае фактическая глубина котлована рассчитывается как разность глубины котлована по заданию и рабочей отметки планировки для центра котлована.

1.1. Определение геометрического объёма грунта в котловане

Геометрический объём грунта в котловане определяется с учётом размеров, указанных в задании.



Площадь котлована по низу:

$$F_H = \quad , \text{ м}^2$$

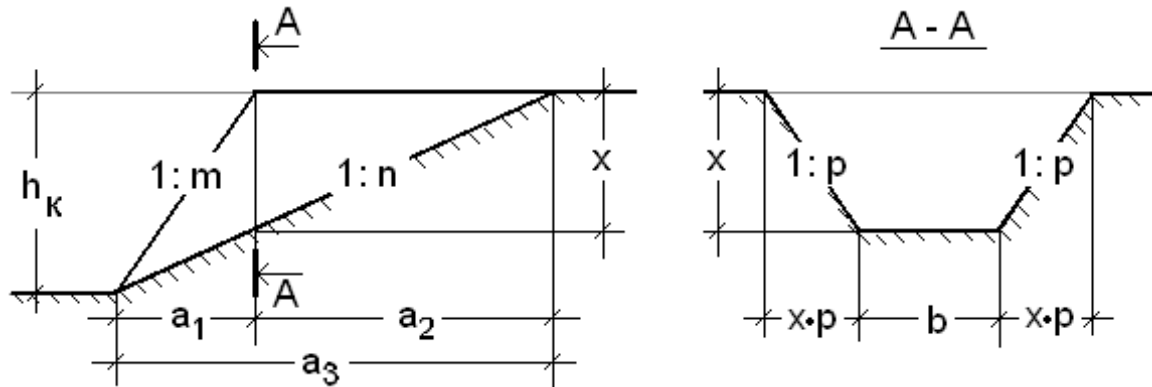
Площадь котлована по верху (определяется с учётом горизонтальной проекции откоса котлована при заложении откосов котлована принимаемому по приложению 1):

$$F_B = \quad , \text{ м}^2$$

Объём котлована:

$$V_{\text{геом.к.}} = \quad , \text{ м}^3$$

1.2. Определение геометрического объёма грунта пандуса (съезда)



h_k – высота котлована, м;

$b = 3,5$ м – ширина съезда (при одностороннем движении автотранспорта);

$1: m$ – заложение откосов котлована (по прил. 1);

$1: n = 1:5 \div 1:8$ – уклон съезда;

$1: p$ – заложение боковых откосов съезда (принимается $1: p = 1: m$);

$$V_{\text{съезда}} = (b \cdot x / 2 + x^2 \cdot p / 3) \cdot a_3, \text{ м}^3$$

где: $a_3 = h_k \cdot n$; $x = a_2 / n$; $a_2 = a_3 - a_1$; $a_1 = h_k \cdot m$

1.3. Определение общего объёма грунта в котловане

$$V_{\text{к.общ.}} = V_{\text{геом.к.}} + V_{\text{съезда}}, \text{ м}^3$$

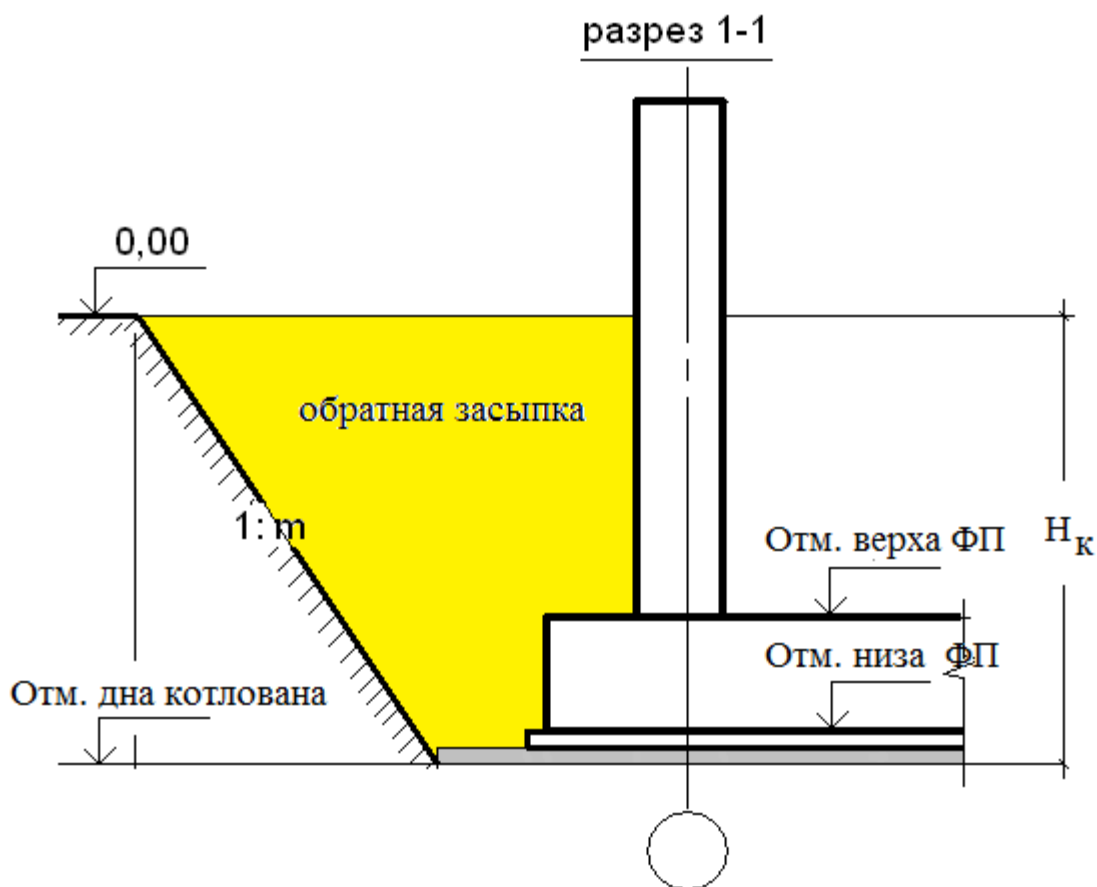
Приложение 1

Объем котлованов и траншей с откосами без креплений в не скальных грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует определять при глубине выемки и крутизне откосов по таблице 1-10 ГЭСН-2001-01.

Отношение высоты откоса к его заложению

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

Определение объёма грунта обратной засыпки



Объём песчаной подсыпки:

$$V_{\text{подс.}} = F_{\text{н}} \cdot h_{\text{песч.подс.}}, \text{м}^3$$

Объём бетонной подготовки:

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

Объём фундаментной плиты:

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

Объём подземной части здания:

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

Объём обратной засыпки пазух котлована (без учёта объёма грунта пандуса):

$$V_{\text{о.з.геом.}} = V_{\text{геом.к.}} - (V_{\text{песч.подс.}} + V_{\text{бет.подг.}} + V_{\text{ФП}} + V_{\text{подз.зд.}}), \text{м}^3$$

Объём грунта обратной засыпки с учётом грунта пандуса

$$V_{\text{о.з.общ.}} = V_{\text{о.з.геом.}} + V_{\text{съезда}}, \text{м}^3$$

4. Составление сводного баланса

В баланс сводят результаты расчётов объёмов грунта насыпи, выемки и котлована. Объём обратной засыпки учитывается в том случае, если обратная засыпка производится грунтом площадки (возможно только в том случае, если в качестве грунта строительной площадки задан песок). Для оформления баланса составляется таблица 1.

Таблица 1

Сводный баланс грунта

АКТИВ			ПАССИВ			
Место разработки грунта	$V_{\text{геом.}}, \text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}, \text{м}^3$	Место образования насыпи	$V_{\text{геом.}}, \text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}, \text{м}^3$	$V_{\text{о.р.}}, \text{м}^3$
1	2	3	4	5	6	7
Выемка			Насыпь		.	.
Котлован						
	$\Sigma=$	$\Sigma=$		$\Sigma=$	$\Sigma=$	$\Sigma=$

Примечание:

1) АКТИВ: $V_{\text{геом}}$ соответствует суммарному объёму выемки $V_{\text{в.геом.}}$, (по $\Sigma[3]$ таблицы 1);

$V_{\text{п.р}}$ - объём грунта выемки с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород $\Pi_{\text{п.р}}$ (см. приложение 1), $V_{\text{п.р}} = V_{\text{геом}} \cdot k_{\text{п.р.}}$;

Для котлована $V_{\text{геом}}$ соответствует $V_{\text{к.общ.}}$ (п. 1.3);

$V_{п.р}$ - объём грунта котлована с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород $\Pi_{п.р}$ (см. приложение 1), $V_{п.р} = V_{к.общ.} \cdot k_{п.р.}$;

2) ПАССИВ: $V_{геом}$ соответствует суммарному объёму насыпи $V_{н.геом.}$, который берётся из (по $\Sigma[5]$ таблицы 1);

$V_{п.р}$ - объём грунта насыпи выемки с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта, $V_{п.р} = V_{геом} \cdot k_{п.р.}$;

$V_{о.р.}$ - соответствует суммарному объёму грунта насыпи $V_{насыпи}$ с учётом коэффициента остаточного разрыхления грунта (по $\Sigma[6]$ таблицы 1).

$$\Sigma A - \Sigma \Pi = [2] - [7] = \pm V_{грунта}, \text{ м}^3$$

По балансу земляных масс определяется количество грунта, которое необходимо вывезти или требуется дополнительно привезти на стройплощадку. При положительном балансе имеются излишки грунта, при отрицательном балансе – нехватка грунта.

5. Перерасчёт средней отметки планировки

Если расхождение составляет более 5%, следует произвести перерасчёт средней отметки планировки:

$$h_{ср} = (\Sigma h_1 + 2 \cdot \Sigma h_2 + 3 \cdot \Sigma h_3 + 4 \cdot \Sigma h_4) / 4n + \Delta h,$$

где:

Σh_1 – сумма отметок вершин квадратов, не являющихся общими с другими квадратами (на углах площадки), м;

$\Sigma h_2, \Sigma h_3, \Sigma h_4$ – сумма отметок общих вершин 2,3,4 смежных квадратов, м;

$4n$ – количество отметок всех вершин квадратов;

Δh – поправка к средней отметке планировки:

$$\Delta h = (\Sigma A + V_{геом} k_{.} - \Sigma \Pi) / F_{пл},$$

где:

$F_{пл}$ – площадь строительной площадки (исключая площадь по верху котлована в том случае, если котлован находится в насыпи).

Положительный знак при Δh указывает на повышение средней планировочной отметки, отрицательный – на понижение.

На Δh необходимо скорректировать все рабочие отметки проектной плоскости. Затем по изменённым рабочим отметкам определяется новое

положение ЛНР и пересчитываются объёмы грунта на площадке. В случае если котлован расположен в пределах планировочной насыпи, следует произвести перерасчёт объёмов грунта в котловане.

По скорректированным отметкам повторно составляется ведомость объёмов работ по вертикальной планировке (таблица 2)

Таблица 2

Ведомость объёмов работ по вертикальной планировке

№ фигуры	Выемка		Насыпь		
	Расчётная формула	$V_{в.геом.}, м^3$	Расчётная формула	$V_{н.геом.}, м^3$	$V_{насыпи}, м^3$
1	2	3	4	5	6
		$\Sigma =$		$\Sigma =$	$\Sigma =$

и сводный баланс земляных масс (таблица 3).

Таблица 3

Сводный баланс грунта

АКТИВ			ПАССИВ			
Место разработки грунта	$V_{геом.}, м^3$	$V_{п.р.}, м^3$	Место образования насыпи	$V_{геом.}, м^3$	$V_{п.р.}, м^3$	$V_{о.р.}, м^3$
1	2	3	4	5	6	7
Выемка			Насыпь			
Котлован						
	$\Sigma =$	$\Sigma =$		$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$

Приложение 1

Показатели разрыхления грунтов и пород

	Наименование грунта	Первоначальное увеличение объёма грунта, %	Остаточное разрыхление грунта, %
1	Глина ломовая	28 – 32	6 – 9
2	Глина мягкая жирная	24 – 30	4 – 7
3	Глина сланцевая	28 – 32	6 – 9
4	Песок	10 – 15	2 – 5

5	Суглинок лёгкий и лессовидный	18 – 24	3 – 6
6	Суглинок тяжёлый	24 – 30	5 – 8
7	Супесь	12 – 17	3 – 5
8	Растительный грунт	20 – 25	3 – 4

$$k_{п.р.} = (100 + П_{п.р.}) / 100 ,$$

где:

$П_{п.р.}$ – показатель первоначального увеличения объёма грунта, %

$$k_{о.р.} = (100 + П_{о.р.}) / 100 ,$$

где:

$П_{о.р.}$ – показатель остаточного разрыхления грунта, %

6. Распределение грунта в котловане

Для определения необходимости укладки в насыпь или вывоза грунта, разрабатываемого в котловане, следует обратиться к сводному балансу грунта на строительной площадке (таблица 1):

Таблица 1

Сводный баланс грунта

АКТИВ			ПАССИВ			
Место разработки грунта	$V_{геом}, м^3$	$V_{п.р.}, м^3$	Место образования насыпи	$V_{геом}, м^3$	$V_{п.р.}, м^3$	$V_{о.р.}, м^3$
1	2	3	4	5	6	7
Выемка			Насыпь		.	.
Котлован						
	$\Sigma=$	$\Sigma=$		$\Sigma=$	$\Sigma=$	$\Sigma=$

1. При положительном балансе земляных масс грунт, извлечённый из котлована, вывозится за пределы строительной площадки.
2. При отрицательном балансе земляных масс грунт, извлечённый из котлована, может использоваться для укладки в насыпь.
3. В некоторых случаях представляется возможным часть грунта уложить в насыпь, а остаток – вывезти.

4. Грунт, извлечённый из котлована, может частично складироваться в отвал, расположенный в пределах строительной площадки, если обратная засыпка будет производится грунтом площадки (возможно только в том случае, если в качестве грунта строительной площадки задан песок).

Для устройства подсыпки применяется привозной грунт, который разрабатывается в карьере.

Обратная засыпка пазух котлована может производиться привозным песком из отвала грунта, расположенного в пределах строительной площадки или песком, завозимым из карьера.

Принятые решения по распределению грунта в котловане заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

Ведомость объёмов грунта в котловане

Место разработки грунта	V _{геом} , м ³	V _{п.р.} , м ³	Место укладки грунта	V _{геом} , м ³	V _{п.р.} , м ³	V _{о.р.} , м ³
1	2	3	4	5	6	7
Котлован			Насыпь			
			Вывоз			
			Отвал грунта	(если грунт на площадке – песок)		
Карьер			Подсыпка			
Отвал грунта	(если грунт на площадке – песок)		Обратная засыпка пазух котлована			
Песчаный карьер						

Примечание:

Объём грунта, вывозимого из котлована, следует рассчитывать с учётом коэффициента первоначального расширения грунта (по приложению 1)

$$V_{п.р.} = V_{к.общ.} \cdot k_{п.р.}$$

Объём песка, требуемого для обратной засыпки пазух котлована, следует рассчитывать с учётом коэффициента остаточного разрыхления (по прил. 1) $V_{о.з.} =$

$$V_{о.з.геом. общ.} / k_{о.р.}$$

Приложение 1

Показатели разрыхления грунтов и пород

	Наименование грунта	Первоначальное увеличение объёма грунта, %	Остаточное разрыхление грунта, %
1	Глина ломовая	28 – 32	6 – 9
2	Глина мягкая жирная	24 – 30	4 – 7
3	Глина сланцевая	28 – 32	6 – 9
4	Песок	10 – 15	2 – 5
5	Суглинок лёгкий и лессовидный	18 – 24	3 – 6
6	Суглинок тяжёлый	24 – 30	5 – 8
7	Супесь	12 – 17	3 – 5
8	Растительный грунт	20 – 25	3 – 4

$$k_{п.р.} = (100 + П_{п.р.}) / 100 ,$$

где:

$П_{п.р.}$ – показатель первоначального увеличения объёма грунта, %

$$k_{о.р.} = (100 + П_{о.р.}) / 100 ,$$

где:

$П_{о.р.}$ – показатель остаточного разрыхления грунта, %.