

Расчет объёма земляных работ при сооружении ГНП

Исходные данные

№ вар	D, мм	V, м/ч	Тип грунта	L, м	№ вар	D, мм	V, м/ч	Тип грунта	L, м
1	820	200	Насыпные несележавшиеся	3000	26	1220	250	Песчаные	2200
2	1020	200	Песчаные	3000	27	1020	250	Супесь	230
3	630	200	Супесь	1000	28	630	250	Суглинок	1250
4	630	200	Суглинок	2000	29	630	180	Глина	1300
5	630	200	Глина	1500	30	1220	180	Лессовые	2800
6	720	200	Лессовые	2500	31	1020	180	Скальные	300
7	920	200	Скальные	500	32	1220	180	Вечномерзлые	50
8	1220	200	Вечномерзлые	300	33	920	180	Насыпные несележавшиеся	2300
9	1420	200	Насыпные несележавшиеся	100	34	1020	180	Песчаные	2700
10	920	200	Песчаные	500	35	1420	180	Супесь	7800
11	820	200	Супесь	800	36	630	220	Суглинок	2250
12	630	300	Суглинок	1500	37	630	160	Глина	1350
13	630	150	Глина	350	38	1420	160	Лессовые	1800
14	1220	150	Лессовые	2500	39	1220	160	Скальные	100
15	1020	150	Скальные	100	40	1020	160	Вечномерзлые	75
16	630	150	Вечномерзлые	150	41	1420	160	Насыпные несележавшиеся	430
17	630	150	Насыпные несележавшиеся	750	42	1220	160	Песчаные	260
18	1220	150	Песчаные	650	43	820	160	Супесь	670
19	1020	150	Супесь	850	44	630	240	Суглинок	255
20	630	240	Суглинок	950	45	630	160	Глина	1350
21	630	150	Глина	720	46	1220	160	Лессовые	1350
22	1420	240	Лессовые	1700	47	1420	160	Скальные	150
23	820	240	Скальные	1200	48	920	160	Вечномерзлые	125
24	1420	240	Вечномерзлые	1300	49	1220	160	Насыпные несележавшиеся	320
25	1420	240	Насыпные несележавшиеся	360	50	1020	160	Песчаные	200

Расчет объёма земляных работ при сооружении ГНП

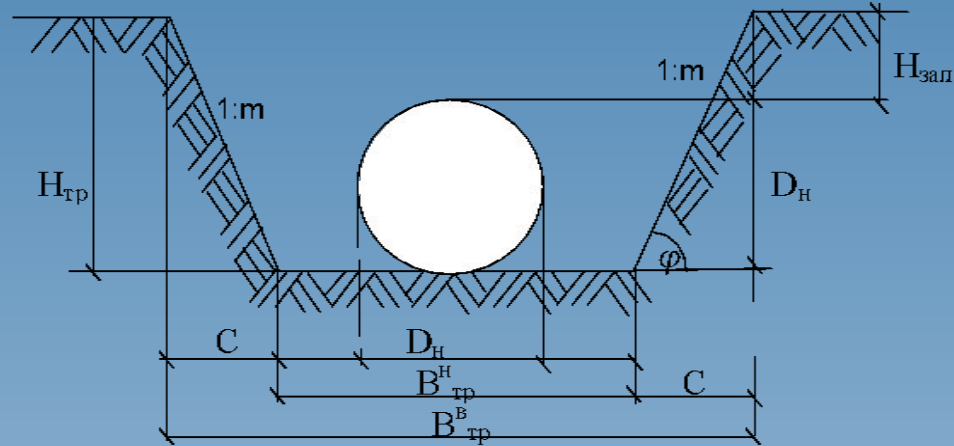


Рисунок 1. Параметры траншеи

Объём земляных работ $V_{тр}$ ИЛИ $V_{з.р.}$ определяется:

$$V_{тр} = \left(\frac{B_{тр}^B + B_{тр}^H}{2} \right) \cdot H_{тр} \cdot L_{тр} \quad V_{з.р.} = (B_{тр}^H \cdot H_{тр} + m \cdot H_{тр}^2) \cdot L_{тр}$$

- где $B_{тр}^B$ – максимальная ширина траншеи по верху, м;
 $B_{тр}^H$ – максимальная ширина траншеи по низу, м;
 $L_{тр}$ – длина траншеи, м;
 $H_{тр}$ – максимальная глубина траншеи, м;
 m – коэффициент откоса (табл. 1) или СНиП III-42-80.

1) Ширину траншеи по низу $B_{тр}^н$ следует назначать по **СП 36.13330.2012**:

$B_{тр}^н = 2,2 D_n$ – для трубопроводов диаметром до 700 мм;

$B_{тр}^н = 1,5 D_n$ – для трубопроводов диаметром 700 мм и более;

$B_{тр}^н = D_n + (2 \cdot 0,3)$ – для трубопроводов на обводненных и заболоченных участках;

1) Глубину траншеи $H_{тр}$ следует назначать по **СП 36.13330.2012**:

$H_{тр} = D_n + 0,8$ м – для трубопроводов диаметром до 700 мм;

$H_{тр} = D_n + 1$ м – для трубопроводов диаметром 700 мм и более;

$H_{тр} = D_n + 1,1$ м – для трубопроводов на обводненных и заболоченных участках;

2) Ширину траншеи по верху $B_{тр}^в$ определяем:

$$B_{тр}^в = B_{тр}^н + 2C$$

где C – заложение откоса.

$$C = H_{тр} \cdot n$$

По таблице 1 определяем коэффициент откоса $m = 1:0,5$

По таблице 1 определяем коэффициент откоса $m = 1:0,5$

Таблица 1 – Крутизна откосов траншеи

№ п/п	Тип/категория грунта	Крутизна откоса m (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
		1,5	3,0	5,0
1	Насыпные неслежавшиеся/І	1:0.67	1:1	1:1.25
2	Песчаные/І	1:0.5	1:1	1:1
3	Супесь/ІІ	1:0.25	1:0.67	1:0.85
4	Суглинок/ІІІ	1:0	1:0.25	1:0.75
5	Глина/ІV	1:0	1:0.5	1:0.5
6	Лессовые/ІІІ	1:0	1:0.5	1:0.5
7	Скальные/V	1:0	1:0.5	1:0.5
8	Вечномерзлые/VI	1:0	1:0.5	1:0.5

Определяем объём земляных работ при разработке траншеи с откосами по формуле:

$$V_{зр} = \left(\frac{B_{тр}^в + B_{тр}^н}{2} \right) \cdot H_{тр} \cdot L_{тр},$$

$$V_{з.р.} = (B_{тр}^н \cdot H_{тр} + m \cdot H_{тр}^2) \cdot L_{тр}$$

Определение ёмкости ковша экскаватора будет зависит от $V_{зр}$, определяем по таблице.

Таблица 2 – Определение емкости ковша экскаватора

$V_{зр}$ (объём земляных работ)	Q (ёмкость ковша экскаватора)
До 500	0,15
500...1500	0,24 и 0,3
1500...5000	0,5
2000...8000	0,65
6000...11000	0,8
13000...18000	1,0-1,25
Более 15000	1,5

Определяем минимальную ёмкость ковша экскаватора , m^3 .

Таблица 3 – Перечень гидравлических экскаваторов

Наименование показателя	Вместимость ковша, m^3	Радиус копания, м
ЭО-2621В-3	0,25	5,3
ЭО-3323А	0,63	7,9
ЭО-3122	0,63	8,1
ЭО-3221	0,63	7,9
ЭО-4322 (ЭО-4321Б)	1(0,8)	9(8,85)
ЭО-4125А	1	9,3
ЭО-5124	1,6	10
ЭО-6123	2,5	11,6

По таблице
выбираем
экскаватор

Пример 2. Произвести расчет объема земляных работ при сооружении трубопровода, определить установочную мощность роторного экскаватора.

Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для расчета

№ варианта	D, мм	V, м/ч	Тип/категория грунта	L, м
52	630	250	Суглинок/III	175

1. Определяем объём земляных работ при разработке траншей с откосами:

- ширина траншеи по низу;
- глубина траншеи.

Согласно таблице в данном случае коэффициент откоса $m = 1:0$ отсутствует, поэтому ширина траншеи по верху равна ширине траншеи по низу.

Определяем объём земляных работ при разработке траншеи:

$$V_{тр} = \left(\frac{B_{тр}^в + B_{тр}^н}{2} \right) \cdot H_{тр} \cdot L_{тр}$$

2. Установочную мощность определяем по формуле:

$$N = k_y \cdot k_B \cdot k_p \cdot S \cdot V / 3600,$$

где k_y - коэффициент, учитывающий отношение времени копания к времени рабочего цикла ($k_y = 1$);

k_B - коэффициент, учитывающий расход мощности на вспомогательные механизмы ($k_B = 0,6-0,8$)

k_p - удельное сопротивление резанию и копанию (определяется по таблице 5);

S – площадь поперечного сечения траншеи, m^2 ;

V – скорость движения экскаватора, $m/ч$.

Таблица 5 – Удельное сопротивление резанию и копанию (k_p) роторного экскаватора

Категория грунта	I	II	III	IV	V	VI
Коэффициент k_p	70-230	210-400	380-660	650-800	800-1200	1000-2200

Принимаем $k_p = 560$; $k_B = 0,75$; $S = V_{зр} / L$.

Траншея с крутизной откосов 1 : 0,25. В этом случае площадь поперечного сечения определяется по формуле:

$$S = \frac{(B_{тр}^в + B_{тр}^н)}{2} \cdot H_{тр},$$

$$S = \frac{B_{тр}^в + (B_{тр}^н + 0,5H_{тр})}{2} \cdot H_{тр},$$

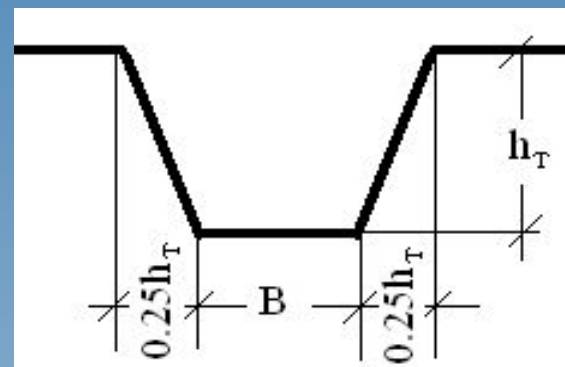


Таблица 6 – Коэффициент, учитывающий отношение времени копания к времени рабочего цикла (k_y)

Тип землеройной техники	Значение коэффициента
Одноковшовый экскаватор	0,5 – 0,8
Бульдозер	0,3 – 0,9
Роторный экскаватор	1,0

Таблица 7 – Коэффициент, учитывающий расход мощности на вспомогательные механизмы ($k_в$)

Тип землеройной техники	Значение коэффициента
Одноковшовый экскаватор	0,2 – 0,5
Бульдозер	0,2 – 0,5
Роторный экскаватор	0,6 – 0,8

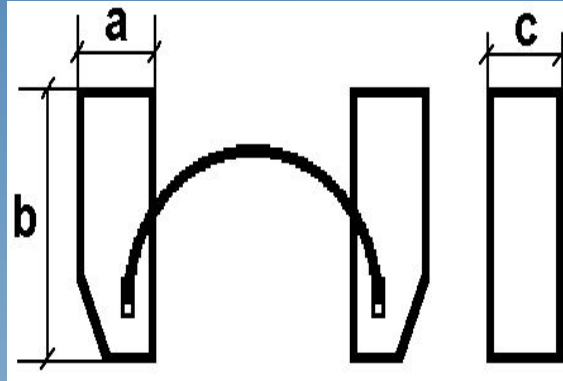
На основании рассчитанной установочной мощности выбираем марку роторного экскаватора для земляных работ по таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики роторных экскаваторов

Параметры	Индекс машины		
	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-254А
Максимальная техническая производительность, м ³ /ч	650	600	1200/220
Категория разрабатываемого грунта	I-IV, мёрзлые грунты при глубине промерзания до 1,2 м		I-IV, мёрзлые грунты при глубине промерзания до 2,5 м
Размеры разрабатываемой траншеи, м:			
глубина	2,2	2,2	2,5
ширина по дну	1,5	0,85	2,1
по верху (с откосами)	2,58	1,85	3,8
Рабочее оборудование (тип)	Навесное		Полуприцепное
Базовая машина	T-10M	T-10M	ДЭТ-250M2
Мощность двигателя, кВт	125	125	220
Диапазон скоростей рабочего хода, м/ч	10...300	10...300	12...1210
Транспортные скорости, км/ч	1,5...4,2	1,5...4,2	0,5...5,75
Диаметр ротора по зубьям ковшей, мм	3830	3830	4410

Вывод: Для разработки траншеи под трубопровод диаметром 630 мм необходимо использовать роторный экскаватор _____ с глубиной копания _____ м, диаметром ротора _____ мм и мощностью _____ м³/ч.

Расчет балластировки трубопровода



Балластировочные грузы УБО-3

Определение шага расстановки грузов

$$l_2 = \frac{Q_{гр} \cdot g \cdot \gamma_v \cdot V_{г}}{q_{бал.возд}^H};$$

$Q_{гр}$ – вес груза на воздухе, Н;

g – ускорение свободного падения, м/с²; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

γ_v – удельный вес воды с учетом растворенных в ней молей, Н/м³; $\gamma_v = (1,1-1,15)10^4 \text{ Н/м}^3$;

$V_{г}$ – средний объем грузов.

Определение шага расстановки грузов

$$n = \frac{L}{l_2};$$

$$q_{бал.возд}^H = \frac{1}{n_{б}} \left(k_{н.в.} \cdot q_v + q_{изг} - q_{тр} - q_{дон} \right) \cdot \frac{\rho_{б}}{\rho_{б} - \rho_v \cdot k_{н.в.}}, \text{ Н / м}$$

Характеристика железобетонных седловидных грузов

Наружный диаметр трубопровода, мм	Масса груза, кг	Размеры, мм						
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>R_г</i>	Δ	<i>h</i>
325	300	840	590	400	200	220	40	170
426	500	1080	760	400	260	280	40	220
530	1500	1320	900	800	330	330	40	240
720	3000	1540	1120	1200	340	430	40	340
820	3000	1640	1210	1100	340	480	40	390
1020	3000	1840	1430	900	340	580	40	500
1220	4000	2000	1600	1050	320	580	50	500
1420	4000	2100	1750	1000	250	800	90	620

Железобетонные кольцевые утяжеляющие грузы

Наружный диаметр трубопровода, мм	Марка груза	Масса груза на воздухе, кг	Объем груза, м ³	Толщина груза, м	Ширина груза, м	Наружный диаметр груза, м
1	2	3	4	5	6	7
530	УТК 530-12-2	658	0,28	0,105	1,2	0,81
720	УТК 720-18-2	2024	0,68	0,165	1,8	1,12
820	УТК 820-18-1	1564	0,88	0,120	1,8	1,13
	УТК 820-18-2	2300	1,00	0,165	1,8	1,22
1020	УТК 1020-24-1	3174	1,38	0,165	2,4	1,43
	УТК 1020-24-2	4048	1,76	0,200	2,4	1,50
1220	УТК 1220-24-1	4508	1,96	0,195	2,4	1,70
	УТК 1220-24-2	5658	2,46	0,240	2,4	1,79
1420	УТК 1420-24-1	5700	2,48	0,210	2,4	1,93

Чугунные кольцевые грузы для балластировки трубопровода

Наружный диаметр трубопровода, мм	Масса груза, кг	Размеры, мм						
		<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>R₃</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>d</i>	ℓ
325	250	275	210	150	260	400	20	120
377	300	305	245	175	285	450	20	130
426	350	330	264	200	310	500	20	130
478	400	355	294	230	335	500	20	140
530	450	385	320	255	360	500	20	170
630	500	435	272	280	410	500	20	170
720	1100	480	415	310	455	960	24	180
820	1100	530	465	360	505	870	24	180
1020	1100	635	570	405	610	725	24	180

1	2	3	4	5	6	7
	УТК 1420-24-2	8240	3,58	0,285	2,4	2,08
530	-	450	0,075	0,065	0,530	0,76
720	-	1100	0,178	0,070	0,910	0,96
820	-	1100	0,179	0,070	0,820	1,06
1020	-	1100	0,185	0,070	0,705	1,26
1220	-	2000	0,352	0,090	0,884	1,65
1420	-	2000	0,455	0,100	0,884	1,74