



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Технология строительного производства»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

практических занятий по дисциплинам  
«Технологические процессы в строительстве»  
и «Основы технологии возведения  
зданий и сооружений»

обучающихся по направлению подготовки  
08.03.01 «Строительство», 08.05.01 «Строительство  
уникальных зданий и сооружений»

Авторы

к.т.н. Т.Н. Жильникова

к.т.н. Е.В. Иванчук

к.т.н. Ю.И. Корянова

Ростов-на-Дону, 2022

## Аннотация

Методические указания по проведению практических занятий по дисциплинам «Технологические процессы в строительстве» и «Основы технологии возведения зданий и сооружений» для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство», 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

## Авторы

д.т.н. Т.Н. Жильникова,  
к.т.н. Е.В. Иванчук,  
к.т.н. Ю.И. Корянова





## Оглавление

Тема 1: Земляные работы. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей.....	4
Тема 2: Монтажные работы. Приспособления для монтажа сборных конструкций .....	19
Тема 3: Каменные работы. Общие положения возведения каменных конструкций.....	33
Рекомендуемая литература .....	45

## ТЕМА 1: ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ

При отрывке котлованов для подземной части зданий и сооружений размеры котлована несколько превышают размеры возводимого в них здания и сооружения. Так, согласно п. 6.1.3 [1] ширина по дну котлованов и траншей для ленточных и отдельно стоящих фундаментов должна назначаться с учетом ширины конструкций фундаментов, гидроизоляции, опалубки и креплений с добавлением 0,2 м. Кроме того, если котлован или траншея возводится без креплений, то боковые стенки котлована или траншеи делают с уклоном, крутизна которого назначается согласно п. 5.2.6 [2] в зависимости от вида грунта и глубины выемки.

Если котлован отрывают с помощью экскаватора с прямой лопатой или если для возведения конструкций в котловане в дальнейшем необходимо заводить механизмы (автомобили, краны и др.) на дно котлована, то для спуска машин в котлован приходится делать съезды и выезды.

Съезды и выезды, устраиваемые за пределами котлована, также увеличивают объем разработки грунта. Ширина съездов и выездов для автомобилей-самосвалов грузоподъемностью до 12 т должна быть при двустороннем движении 7 м, а при одностороннем – 3,5 м. Наибольший уклон съездов и выездов не должен превышать 0,1, а при специальном обосновании 0,15.

### Пример 1

Определить объем грунта, извлеченного из котлована для возведения подземной части здания, имеющего размеры по наружным граням фундамента 72 м x 144 м, при следующих условиях – суглинок, глубина котлована – 4,0 м, количество съездов (выездов)  $V=2$ .

### Решение

Определим размеры котлована по низу:

$$A_H = A + 2P = 72 + 2 \times 0,2 = 72,4 \text{ м,}$$

$$B_H = B + 2P = 144 + 2 \times 0,2 = 144,4 \text{ м,}$$

где  $A$  - ширина проектируемого сооружения, м;

$B$  - длина проектируемого сооружения, м;

$P$  - расстояние от сооружения до грани откоса по низу (0,2 м).

Определим размеры котлована по верху:

$$A_B = A_H + 2C = 72,4 + 6 = 78,4 \text{ м,}$$



$$V_B = V_H + 2C = 144,4 + 6 = 150,4 \text{ м},$$

где  $A_B, V_B$  – размеры котлована по верху, м;

$A_H, V_H$  – размеры котлована по низу, м;

$C$  – величина заложения откоса.

Определим величину заложения откоса

$$C = M \times H_K = 0,75 \times 4 = 3,0 \text{ м},$$

где  $M$  – коэффициент откоса, принимаемый как отношение заложения откоса к его высоте  $b/h$ . Для суглинка при глубине котлована  $H_K = 4$  м согласно табл. 1 [2]  $M = 0,75$ .

Определим площадь котлована по низу

$$F_H = A_H \times V_H = 72,4 \times 144,4 = 10454,6 \text{ м}^2$$

Определим площадь котлована по верху

$$F_B = A_B \times V_B = 78,4 \times 150,4 = 11791,4 \text{ м}^2$$

Объем котлована

$$V_K = ((F_H + F_B) / 2) \times H_K = ((10454,6 + 11791,4) / 2) \times 4 = 44492 \text{ м}^3$$

При более точных расчетах следует использовать формулу для расчета объема обелиска

$$V_K = H_K / 6 = [A_B \times V_B + A_H \times V_H + (A_H + A_B)(V_H + V_B)]$$

Объем земляных работ по устройству двух въездов

$$V_b = ((L \times E \times H_K) / 2) \times 2 = ((40 \times 3,5 \times 4) / 2) \times 2 = 560 \text{ м}^3$$

где  $E$  – ширина въезда, принимаем  $E = 3,5$  м согласно п. 6.1.26 [1];

$L$  – длина въезда (горизонтальная его проекция), м,

$$L = H_K \div i = 4 \div 0,1 = 40 \text{ м}$$

здесь  $i$  – уклон въезда в котлован.

Объем ручной подчистки

$$V_p = A \times B \times D = 72 \times 144 \times 0,1 = 1036,8 \text{ м}^3$$

где  $D$  – допустимый недобор грунта (толщина подчистки дна котлована), м, согласно табл. 6.3 [1] для экскаватора с прямой лопатой  $D = 0,1$  м.

Объем механизированной разработки грунта

$$V_m = (V_K + V_b) \times V_p = (44492 + 560) \times 1036,8 = 44015,2 \text{ м}^3$$

Объем грунта, подлежащего вывозке

$$V_T = A \times B \times H_K = 72 \times 144 \times 4 = 41472 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемого в отвал (объем обратной засыпки)

$$V_0 = V_K + V_b - V_T = 44492 + 560 - 41472 = 3580 \text{ м}^3$$

**Задача 1.** Решить задачу, аналогичную примеру 1, с изменением условий по вариантам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

№ варианта	Размер котлована в плане (по дну), м	Глубина котлована, м	Грунт	Количество въездов	Уклон въезда в котлован
1	2	3	4	5	6
1	30x40	2,5	Песок	1	0,1
2	45x35	3,0	Глина	2	0,15
3	70x20	3,5	Гравий	1	0,1
4	80x30	4,0	Супесь	2	0,15
5	40x50	4,5	Лесс	1	0,1
6	50x80	5,0	Суглинок	2	0,15
7	35x50	2,5	Глина	1	0,1
8	55x45	3,0	Песок	2	0,15
9	60x25	3,5	Глина	1	0,1
10	65x20	4,0	Гравий	2	0,15
11	75x15	4,5	Супесь	1	0,1
12	25x70	5,0	Лесс	2	0,15
13	20x60	2,5	Суглинок	1	0,1
14	15x80	3,0	Лесс	2	0,15
15	65x55	3,5	Песок	1	0,1
16	20x75	4,0	Глина	2	0,15
17	85x15	4,5	Гравий	1	0,1
18	35x85	5,0	Супесь	2	0,15
19	90x20	2,5	Лесс	1	0,1
20	40x90	3,0	Суглинок	2	0,15

### Пример 2

I. Определить, сколько требуется вынуть из резерва плотного грунта, чтобы засыпать котлован объемом  $W_1=750 \text{ м}^3$  с утрамбовкой грунта.

Грунт – легкий суглинок.

II. Определить, сколько циклов необходимо сделать для перевозки вынутого грунта самосвалами.

Емкость кузова автомобиля – самосвала  $W_2=3 \text{ м}^3$ .

### Решение

I. Согласно данным [3], показатель остаточного разрыхления в среднем равен 3 %, т.е. коэффициент увеличения объёма будет составлять 1,03.

Следовательно, для засыпки котлована объёмом  $750 \text{ м}^3$  требуется вынуть грунта в плотном теле

$$W=750/1,03=728 \text{ м}^3$$

II. Показатель первоначального разрыхления грунта, согласно [3], в среднем равен 28 %; тогда объём вынутого грунта в разрыхлённом состоянии составляет

$$728 \times 1,28 = 932 \text{ м}^3$$

Для транспортирования этого грунта потребуется

$$932/3 = 313 \text{ циклов.}$$

### Задача 2

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 2.

Таблица 2

№ варианта	Характер грунта	Объём котлована $W_1, \text{ м}^3$	Ёмкость кузова $W_2, \text{ м}^3$
1	Песок	920	2
2	Суглинок тяжёлый	600	2,5
3	Супесь без примесей	550	3,5
4	Супесь с примесями	800	4,0
5	Глина мягкая жирная	900	3,0
6	Лёсс естественной влажности	1000	3,2
7	Песок	650	4,0
8	Суглинок тяжёлый	700	2
9	Супесь без примесей	750	2,5
10	Супесь с примесями	850	3,5
11	Глина мягкая жирная	950	4,0
12	Лёсс естественной влажности	570	3,0
13	Песок	820	3,2
14	Суглинок тяжёлый	620	2
15	Супесь без примесей	770	2,5
16	Супесь с примесями	520	3,5
17	Глина мягкая жирная	720	4,0
18	Лёсс естественной влажности	670	3,0
19	Супесь без примесей	870	3,2
20	Супесь с примесями	970	3,0

### Пример 3

Определить объём траншеи длиной  $L=150 \text{ м}$ , шириной по дну  $a=1,5 \text{ м}$ . Глубина траншеи в начале её  $h=3,0 \text{ м}$ . Продольный уклон траншеи  $i_1 = - 0,002$ ; продольный уклон поверхности земли  $i_2 = - 0,008$ . Крутизна откосов траншеи  $1:m=1:1,5$ . Продольный профиль траншеи изображен на рис.1.

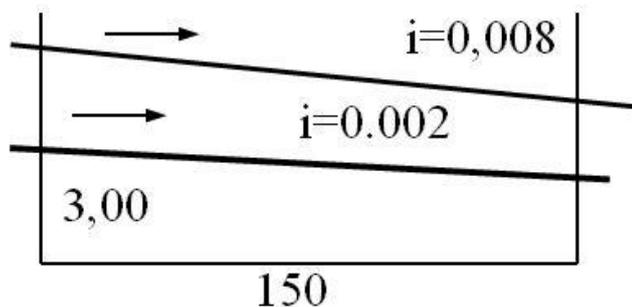


Рисунок 1 - Продольный профиль траншеи

В поперечном направлении к траншее поверхность земли горизонтальна.

Объём следует подсчитать дважды: по точным и приближённым формулам, а также определить ошибку в процентах, получаемую в последнем случае.

### Решение

1. Глубина траншеи в конце участка

$$h_2 = h_1 + L \times i_1 - L \times i_2$$

$$h_2 = 3,00 + 150 \times 0,002 - 150 \times 0,008 = 2,10 \text{ м.}$$

Ширина траншеи по верху в начале участка

$$b_1 = a + 2 \times h_1 \times \alpha;$$

$$b_2 = a + 2 \times h_2 \times \alpha$$

$$b_1 = 1,5 + 2 \times 3,0 \times 1,5 = 10,5 \text{ м,}$$

то же в конце участка

$$b_2 = 1,5 + 2 \times 2,10 \times 1,5 = 7,80 \text{ м.}$$

2. Объём траншеи по точной формуле (формула Винклера)

$$W_1 = [(F_1 + F_2)/2 - ((h_2 - h_1)^2 m)/6] \times L,$$

где  $F_1$  – площадь поперечного сечения траншеи в начале участка;

$F_2$  – в конце её.

Из условий задачи определяем площади поперечного сечения траншеи

$$F_1 = ((a + b_1)/2) \times h_1;$$

$$F_2 = ((a + b_2)/2) \times h_2;$$

$$F_1 = ((1,5 + 10,5)/2) \times 3 = 18,00 \text{ м}^2 ;$$

$$F_2 = ((1,5 + 7,80)/2) \times 2,10 = 9,76 \text{ м}^2.$$

Тогда

$$W_1 = [(18,00 + 9,76)/2 - ((2,10 - 3,0)^2 \times 1,5)/6] \times 150 = 2052 \text{ м}^3.$$

3. Объём траншеи по другой точной формуле (формула Мурзо)

$$W_2 = [F_0 + ((h_2 - h_1)^2 m)/12] \times L,$$

где  $F_0$  – площадь поперечного сечения траншеи в середине участка;  
в этом месте глубина её будет равна

$$h_0 = (h_1 + h_2) / 2;$$

$$h_0 = (3,0 + 2,10) / 2 = 2,55 \text{ м};$$

$$F_0 = [(1,5 + (1,5 + 2 \times 2,55 \times 1,5)) / 2] \times 2,55 = 13,58 \text{ м}^2.$$

Тогда

$$W_2 = [(13,58 + ((2,10 - 3,0)^2 \times 1,5) / 12)] \times 150 = 2052 \text{ м}^3.$$

4. Объем траншеи по приближенной формуле будет равен

$$W = ((F_1 + F_2) / 2) \times L = ((18,00 + 9,76) / 2) \times 150 = 2082 \text{ м}^3;$$

$$W_2 = [13,58 + ((2,10 - 3,0)^2 \times 1,5) / 12] \times 150 = 2052 \text{ м}^3.$$

Ошибка, полученная при применении приближённой формулы, равна

$$((W - W_2) / W_1) \times 100 = ((2082 - 2052) / 2052) \times 100 = 1,5\%$$

### Задача 3

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий, согласно вариантам таблицы 3.

Таблица 3

№ варианта	l, м	h <sub>1</sub> , м	i <sub>1</sub>	i <sub>2</sub>	1:m
1	80	2,0	- 0,002	- 0,01	1 : 1,25
2	100	2,5	- 0,003	- 0,008	1 : 1
3	120	3,2	+ 0,004	+ 0,002	1 : 1,5
4	140	2,9	- 0,005	- 0,01	1 : 1,5
5	180	3,8	+ 0,003	+ 0,006	1 : 1,25
6	200	2,4	+ 0,004	+ 0,007	1 : 1,25
7	90	2,1	-0,001	-0,009	1 : 1
8	110	2,2	+0,001	+0,008	1 : 1,25
9	130	2,3	+0,002	+0,009	1 : 1
10	150	2,6	+0,005	+0,005	1 : 1,5
11	190	2,7	-0,004	-0,004	1 : 1,5
12	210	2,8	-0,006	-0,002	1 : 1,25
13	160	3,0	+0,007	+0,001	1 : 1
14	170	3,1	+0,006	+0,003	1 : 1,25
15	220	3,3	-0,007	-0,001	1 : 1
16	230	3,4	-0,008	-0,003	1 : 1,5
17	240	3,5	+0,008	+0,04	1 : 1,5
18	250	3,6	-0,009	-0,007	1 : 1,25
19	260	3,7	-0,01	-0,006	1 : 1,25
20	270	3,9	+0,01	+0,01	1 : 1

**Пример 4**

1. Определить объём земляных работ при выкопке траншеи для прокладки канализационных труб внутренним диаметром  $D=250$  мм (толщина стенок  $c=22$  мм) на участке длиной  $L=200$  м.

Глубина траншеи в начале участка  $h_1=2,20$  м, а в конце его –  $h_2=3,10$  м.

Стенки траншеи вертикальные.

2. Определить объём излишнего грунта, подлежащего отвозке после прокладки труб и засыпки траншеи. Грунт – тяжёлый суглинок.

**Решение**

1. Согласно [4] ширина траншеи по дну должна быть  $D_1=0,6$  м, где  $D_1$  – наружный диаметр трубы. Для условий задачи ширина траншеи

$$A=D+2\times c+D_1;$$

$$A=250+22\times 2+600=894 \text{ мм} \approx 0,9 \text{ м.}$$

Площади поперечных сечений траншеи в ее начале:

$$F_1=A\times h_1;$$

$$F_2=A\times h_2;$$

$$F_1=0,9\times 2,20=1,98 \text{ м}^2,$$

в конце траншеи

$$F_2=0,9\times 3,10=2,79 \text{ м}^2.$$

Объём траншеи

$$W=[(F_1+F_2)/2]\times L;$$

$$W=[(1,98+2,79)/2]\times 200=477,0 \text{ м}^3.$$

2. Объём, занимаемый трубой

$$W_2=[\pi\times(D+2\times c)^2/4]\times L$$

$$W_2=[(3,14\times 0,294^2)/4]\times 200=13,6 \text{ м}^3.$$

Для тяжелого суглинка первоначальное разрыхление составляет 24 - 30 % (в среднем 27 % - 1,27), а остаточное разрыхление 4 – 7 % (в среднем 5,5 % - 1,055) [2].

Объём засыпанного грунта, приведенный к плотному телу, будет равен

$$W_3=(477,0-13,6)/1,055=439,2 \text{ м}^3.$$

Объём грунта, подлежащего отвозке, приведенный к плотному телу

$$W_4 = 477 - 439,2 = 37,8 \text{ м}^3.$$

Объём грунта, подлежащего отвозке в рыхлом состоянии

$$W_5 = 37,8 \times 1,27 = 48,0 \text{ м}^3.$$

#### Задача 4

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 4.

Таблица 4

№ варианта	D, мм	c, мм	l, м	h <sub>1</sub> , м	h <sub>2</sub> , м	Грунт
1	200	20	120	2,10	2,80	Глина
2	250	22	150	1,80	2,30	Песок
3	300	25	170	2,30	3,50	Суглинок
4	350	28	210	3,20	2,90	Лёгкий суглинок
5	200	20	250	3,50	2,10	Тяжёлый суглинок
6	250	20	80	2,60	3,10	Глина
7	300	22	120	1,90	3,40	Песок
8	350	25	150	2,00	3,30	Глина
9	200	28	170	2,20	3,20	Песок
10	250	22	210	2,40	3,00	Суглинок
11	300	20	250	2,50	2,70	Лёгкий суглинок
12	350	22	80	2,70	2,60	Тяжёлый суглинок
13	200	25	120	2,80	2,50	Глина
14	250	28	150	2,90	2,40	Суглинок
15	300	25	170	3,00	2,20	Глина
16	350	20	210	3,10	2,00	Песок
17	200	22	250	3,30	1,90	Суглинок
18	250	25	80	3,40	1,80	Лёгкий суглинок
19	300	28	120	2,00	3,50	Тяжёлый суглинок
20	350	28	150	3,00	2,50	Глина

#### Пример 5

Определить объём траншеи на участке длиной  $L=80$  м при ширине траншеи по дну  $a=1,0$  м и крутизне откосов  $1:m=1:0,67$ . Глубина траншеи в начале участка  $h_1=2,0$  м, в конце участка  $h_2=3,10$  м. Местность имеет поперечный уклон  $i=0,12$ .

#### Решение

1. Площадь поперечного сечения в начале участка определяется по формуле

$$F_1 = ((h'_1 b_1)/2) + ((h''_1 c_1)/2) + ((h'_1 \times h''_1)/2) \times a.$$

Из условий задачи определяем:

$$h'_1 = h_1 - 0,5 \times i,$$

$$h''_1 = h_1 + 0,5 \times i,$$

$$h'_1 = 2,0 - 0,5 \times 0,12 = 1,94 \text{ м},$$

$$h''_1 = 2,0 + 0,5 \times 0,12 = 2,06 \text{ м},$$

$$b_1 = h'_1 / (1/m + i),$$

$$c_1 = h''_1 / (1/m + i),$$

$$b_1 = 1,94 / (1/0,67 + 0,12) = 1,21 \text{ м},$$

$$c_1 = 2,06 / (1/0,67 + 0,12) = 1,51 \text{ м}.$$

Тогда площадь сечения в начале участка будет равна:

$$F_1 = ((1,94 \times 1,21) / 2) + ((2,06 \times 1,51) / 2) + ((1,94 \times 2,06) / 2) \times 1,0 = 4,73 \text{ м}^2.$$

Для поперечного сечения в конце участка имеем

$$h'_2 = 3,10 - 0,5 \times 0,12 = 3,04 \text{ м};$$

$$h''_2 = 3,10 + 0,5 \times 0,12 = 3,16 \text{ м};$$

$$b_2 = 3,04 / (1/0,67 + 0,12) = 1,89 \text{ м};$$

$$c_2 = 3,16 / (1/0,67 - 0,12) = 2,32 \text{ м};$$

$a = 1,0$  м (как и в начале участка).

Отсюда

$$F_2 = ((3,04 \times 1,89) / 2) + (3,16 \times 2,32) / 2 + (3,04 \times 3,16) / 2 \times 1,0 = 9,64 \text{ м}^2.$$

2. Объем траншеи  $W$  по приближённой формуле будет равен:

$$W = ((F_1 + F_2) / 2) L = ((4,73 + 9,64) / 2) \times 80 = 575 \text{ м}^3.$$

### Задача 5

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 5.

Таблица 5

№ варианта	L, м	a, м	1:m	$h_1$ , м	$h_2$ , м	i
1	2	3	4	5	6	7
1	60	0,80	1 : 0,5	1,50	2,10	0,10
2	90	1,20	1 : 1	1,80	2,50	0,15
3	120	1,50	1 : 1,25	2,10	2,80	0,12
4	110	1,10	1 : 0,67	2,40	3,10	0,14
5	150	2,10	1 : 1,25	1,60	2,60	0,13
6	210	1,80	1 : 0,67	1,90	3,20	0,11
7	70	0,90	1 : 0,5	1,70	2,20	0,13
8	100	1,00	1 : 1	2,00	2,30	0,10
9	130	1,30	1 : 0,5	2,30	2,40	0,15
10	160	1,40	1 : 1	2,20	2,70	0,12
11	190	1,60	1 : 1,25	2,50	2,90	0,14
12	80	1,70	1 : 0,67	2,10	3,00	0,13
13	140	1,90	1 : 0,5	2,40	2,10	0,11
14	170	2,00	1 : 1	1,80	2,50	0,12
15	200	1,10	1 : 1,25	1,60	2,80	0,10

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
16	100	1,40	1 : 0,67	2,00	3,10	0,15
17	150	1,70	1 : 0,5	1,90	2,60	0,12
18	200	2,10	1 : 1	1,70	2,30	0,14
19	90	0,90	1 : 1,25	2,30	2,40	0,13
20	130	1,20	1 : 0,67	2,10	2,70	0,11

### Пример 6

1. Определить объем котлована прямоугольной формы в плане, размерами по дну  $a \times b = 12 \times 30$  м, глубиною  $h = 4,0$  м; грунт – супесь. Поверхность участка можно принять горизонтальной.

Расчет произвести по точной и по приближенной формулам и определить ошибку в процентах в последнем случае.

Определить объем грунта, подлежащей отвозке после засыпки пазух. Грунт - песок.

### Решение

Согласно [4], наибольшая крутизна откосов должна составлять 1:1.

Размеры котлована по верху будут равны:

$$a_1 = a + 2 \times h \times (1:m),$$

$$b_1 = b + 2 \times h \times (1:m),$$

ширина

$$a_1 = 12 + 2 \times 4 \times 1 = 20 \text{ м},$$

длина

$$b_1 = 30 + 2 \times 4 \times 1 = 38 \text{ м}.$$

Точный объем котлована определяется по так называемой формуле объема обелиска:

$$W_1 = (h/6) \times [(2a + a_1) \times b + (2a_1 + a) \times b_1] = 4/6 \times [(2 \times 12 + 20) \times 30 + (2 \times 20 + 12 \times) 38] = 2197 \text{ м}^3.$$

Приближенный объем котлована определяют по формуле:

$$W_2 = (F + F_1) / 2 \times h,$$

где  $F$  и  $F_1$  – площади котлована по низу и по верху;

$$F = a \times b = 12 \times 30 = 360 \text{ м}^2,$$

$$F_1 = 20 \times 38 = 760 \text{ м}^2.$$

Отсюда

$$W_2 = (360 + 760) / 2 \times 4 = 2240 \text{ м}^2.$$

Приблизжённый объём котлована оказался больше его истинного значения на

$$((2240 + 2197) \times 100) / 2240 = 1,9 \text{ \%}.$$

Объём грунта в пазухах (в плотном состоянии) составляет

$$2197 - 12 \times 30 \times 4 = 757 \text{ м}^3.$$

Согласно [2] коэффициент остаточного разрыхления для песка составляет 1-2,5%; принимаем его равным 2 %. Исходя из этого, объём грунта, подлежащего отвозке (в плотном теле), будет равен:

$$12 \times 30 \times 4 + 757 \times 0,02 = 1455 \text{ м}^3.$$

Коэффициент первоначального разрыхления для песка, согласно тому же справочнику, принимаем равным 12 %. Отсюда объём грунта в рыхлом состоянии будет равен

$$1455 \times 1,12 = 1629 \text{ м}^3.$$

### Задача 6

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 6.

Определить, в каких случаях можно пользоваться приближённой формулой, если допускаемая при этом погрешность не должна превышать 3 %.

Таблица 6

№ варианта	a, м	b, м	h, м	Грунт
1	2	3	4	5
1	4	16	2,5	Песчаный
2	14	6	3,5	Суглинок
3	12	8	4,0	Глина
4	6	14	4,5	Супесь
5	3	17	2,0	Песчаный
6	5	15	1,8	Суглинок
7	7	13	3,0	Глина
8	8	12	2,2	Супесь
9	9	11	4,3	Песчаный
10	10	10	3,7	Суглинок
11	11	9	2,7	Глина
12	13	7	2,3	Супесь
13	15	5	4,2	Песчаный
14	16	4	4,1	Суглинок

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5
15	17	3	3,3	Глина
16	18	5	1,9	Супесь
17	19	7	2,1	Песчаный
18	20	9	3,4	Суглинок
19	21	6	3,9	Глина
20	22	8	2,8	Супесь

### Пример 6а

1. Определить техническую и эксплуатационную производительность экскаватора – прямой лопаты с ёмкостью ковша  $q_1=1,0 \text{ м}^3$  при разработке тяжёлой глины (по трудности разработки экскаваторами грунт III группы) с погрузкой экскаватора при работе  $\alpha=135^\circ$ .

2. Определить необходимое количество автомобилей–самосвалов для отвозки грунта на расстояние  $L=4 \text{ км}$  по дорогам III класса за пределами города.

### Решение

1. Техническая часовая производительность одноковшовых экскаваторов  $P_{\text{тех}}$  определяется по формуле:

$$P_{\text{тех}}=(3600/t_{\text{ц}})q_1(K_{\text{н}}\times K_{\text{п}}/K_{\text{р}}),$$

где  $t_{\text{ц}}$  – практическая продолжительность одного цикла экскаватора,

$q_1$  – геометрическая ёмкость ковша,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий разрыхление грунта;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий неизбежные потери времени во время работы на передвижки экскаватора;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент наполнения ковша.

Для условий задачи:

$$t_{\text{ц}} = 34 \text{ сек};$$

$$q_1 = 1,0 \text{ м}^3;$$

$$K_{\text{р}} = 1,33;$$

$$K_{\text{п}} = 1;$$

$$K_{\text{н}} = 0,96.$$

Подставляя эти значения получим:

$$P_{\text{тех}}=(3600\times 1,0\times 1,0\times 0,96)/(34\times 1,33)=76,4 \text{ м}^3.$$

Эксплуатационная производительность за одну смену определяется по формуле

$$P_3 = P_{\text{мех}} \times T_{\text{см}} \times K_3,$$

где,  $T_{\text{см}}$  – производительность за одну смену (7 часов),  $\text{м}^3$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий организационные потери времени ( $K_3 = 0,78$ )

Тогда

$$P_3 = 76,4 \times 7 \times 0,78 = 417 \text{ м}^3.$$

2. В сочетании с экскаватором емкость ковша  $1,0 \text{ м}^3$  рекомендуется применять автомобили - самосвалы грузоподъемностью 5-10 т.

Принимаем автомобиль ЛАЗ-210-Е.

Искомое количество автомобилей, необходимое для обеспечения бесперебойной работы экскаватора, определяется по формуле

$$N = t_{\text{ц}} / t_{\text{н}},$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла работы автомобиля, мин;

$t_{\text{н}}$  – продолжительность загрузки автомобиля экскаватором, мин.

Объем глинистого грунта в кузове автомашины – автосамосвала ЛАЗ-210-Е равен  $5,3 \text{ м}^3$  (в плотном теле).

Объем грунта в ковше экскаватора, емкостью  $1,0 \text{ м}^3$  составит  $0,77 \text{ м}^3$ ; число ковшей грунта, потребных для загрузки в кузов автосамосвала, равно

$$5,3 / 0,77 = 7.$$

При этом вес загруженного грунта составит

$$1,38 \times 7 = 9,7 \text{ т.}$$

Самосвал работает с недогрузкой

$$(0,3 \times 100) / 10 = 3 \%,$$

что допустимо, перегруз автосамосвала допускается не более 5 %, а недогруз – не более 10 %.

Нагрузка самосвала неполными ковшами является неэкономичной, и ее следует избегать.

Продолжительность загрузки одного самосвала можно определить, исходя из определенной выше продолжительности цикла ковша экскаватора, равной 34 сек,

$$T_{\text{н}} = (34 \times 7) / 0,96 \times 60 = 4,1 \text{ мин.}$$

Продолжительность разгрузки самосвала  $t_{\text{р}}$  равна 3,6 мин.

Расчетная скорость автомобиля для грунтовых дорог за городом равна

$$v = 25 \text{ км/ч или } 25000 / 60 = 415 \text{ м/мин};$$

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{р}} + (2L/v) = 4,1 + 3,6 + (2 \times 4000 / 415) = 27 \text{ мин}$$

Необходимое количество автомобилей

$$N=(t_c/t_n)=(27,0/4,1)=6,6.$$

Принимаем 7 автомобилей.

### Задача 6а

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 6а.

Таблица 6а

№ варианта	Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Группа грунта по трудности разработки	$\alpha^0$	L, км	Класс дороги
1	2	3	4	5	6
1	0,8	I	90	3	II в городе
2	1,25	I	120	6	IV за городом
3	1,25	II	135	1,5	III за городом
4	2,0	III	90	6	III в городе
5	2,0	III	120	4	II за городом
6	3,0	II	135	5	I за городом
7	0,8	I	90	2	I в городе
8	3,0	II	120	3,5	IV в городе
9	0,8	III	135	2,5	II в городе
10	1,25	III	90	4,5	IV за городом
11	1,25	II	120	5,5	III за городом
12	2,0	I	135	2	III в городе
13	2,0	II	90	4	II за городом
14	3,0	III	120	6	I за городом
15	0,8	I	135	3	I в городе
16	3,0	II	90	5	IV в городе
17	0,8	I	120	2,5	III в городе
18	1,25	III	135	1,5	II за городом
19	20	I	90	5,5	I за городом
20	3,0	III	120	4,5	I в городе

### Пример 7

Определить наибольшую возможную ширину котлована глубиной  $H=3,5$  м при разработке его драглайном Э-651 на транспорт. Драглайн используется со стрелой длиной 10,0 м, наклоненной под углом  $\alpha=30^\circ$ . Рабочие передвижки производят по прямой на наибольшую возможную величину.

Угол боковых откосов забоя  $\varphi_1$  принят  $60^\circ$ , угол торцевого откоса забоя  $\varphi_2=45^\circ$ .

### Решение

Наибольший практически применяемый радиус резания  $A = 10,3$  м, наименьший радиус резания на уровне стоянки  $D_{ст} = 3,0$  м.

Наименьший радиус резания на уровне дна забоя определяется по формуле:

$$D_3 = D_{ст} + H \times \operatorname{tg} \varphi_2 = 3,0 + 3,5 \times \operatorname{tg} 45^\circ = 6,5 \text{ м.}$$

Наибольшая возможная длина рабочей передвижки будет равна:

$$L_{п} = A - D_3 = 10,3 - 6,5 = 3,8 \text{ м.}$$

Наибольшая возможная ширина проходки экскаватора равна:

$$B = 2\sqrt{A^2 - L_{п}^2} = 2\sqrt{10,3^2 - 3,8^2} = 19,16 \text{ м.}$$

Ширина забоя на уровне подошвы:

$$B_3 = 2\left(\frac{B}{2} - H \times \operatorname{ctg} \varphi_1\right) = 2\left(\frac{19,16}{2} - 3,5 \times \operatorname{ctg} 60^\circ\right) = 15,16 \text{ м}$$

Забой торцовой, симметричный.

### Задача 7

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

№ варианта	Марка экскаватора	H, м	$\varphi_1$ , град	$\varphi_2$ , град	$\alpha$ , град
1	Э-651	2,5	60	45	45
2	Э-1251	3,5	65	50	60
3	Э-1252	4,0	50	40	45
4	Э-2001	3,8	55	45	60
5	Э-1004	1,9	55	45	45
6	Э-651	2,5	60	50	60
7	Э-1251	2,0	50	45	45
8	Э-1252	2,1	60	50	60
9	Э-2001	2,2	65	40	45
10	Э-1004	2,3	50	45	60
11	Э-651	2,4	55	45	60
12	Э-1251	2,6	55	50	45
13	Э-1252	2,7	60	45	60
14	Э-2001	2,8	60	50	45
15	Э-1004	2,9	65	40	60
16	Э-651	3,0	50	45	60
17	Э-1251	3,2	55	45	45
18	Э-1252	3,4	55	50	45
19	Э-2001	3,6	60	40	60
20	Э-1004	3,3	50	50	45

**Справочные данные для задач по теме «Земляные работы»**

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после раз-работки, %	Остаточное разрыхление грун-та, %
Глина ломовая	28-32	6-9
Глина мягкая жирная	24-30	4-7
Глина сланцевая	28-32	6-9
Гравийно-галечные грунты	16-20	5-8
Растительный грунт	20-25	3-4
Лесс мягкий	18-24	3-6
Лесс твердый	24-30	4-7
Мергель	33-37	11-15
Опока	33-37	11-15
Песок	10-15	2-5
Разборно-скальные грунты	30-45	15-20
Скальные грунты	45-50	20-30
Солончак и солонец мягкие	20-26	3-6
Солончак и солонец твердые	28-32	5-9
Суглинок легкий и лессовидный	18-24	3-6
Суглинок тяжелый	24-30	5-8
Супесь	12-17	3-5
Торф	24-30	8-10
Чернозем и каштановый грунт	22-28	5-7
Шлак	14-18	8-10

## ТЕМА 2: МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МОНТАЖА СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для монтажа сборных конструкций требуются: грузозахватные приспособления для установки, выверки и временного закрепления конструкций; приспособления, обеспечивающие безопасное производство работ.

К грузозахватным приспособлениям относятся стропы, траверсы и специальные захваты с полуавтоматическим устройством для расстроповки конструкций с земли.

К приспособлениям для установки, выверки и временного закрепления конструкций относятся: кондукторы для установки колонн; соединительные элементы (линейные плоские, объемные); клинья, расчалки, распорки и др.

Основными требованиями, предъявляемыми к вышеуказанным приспособлениям, являются небольшой вес и универсальность, т.е. возможность использования приспособления для монтажа нескольких разнообразных элементов.

Грузозахватные приспособления выбираются в зависимости от веса и размеров конструкции, способов их монтажа. Все грузозахватные приспособления перед их применением должны испытываться в соответствии с «Правилами устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов».

При строповке строительных конструкций должны соблюдаться следующие условия: строповка должна обеспечивать подъем и подачу элементов к месту монтажа в положении, соответствующем проектному, необходимо добиться равномерного распределения усилий в ветвях стропов и траверс, чтобы исключить перенапряжение монтируемых конструкций стальными канатами в местах обхвата следует устанавливать подкладки во избежание повреждения каната и скола бетона. Расстроповка конструкций допускаются после надежного временного или постоянного закрепления монтируемых конструкций.

Приспособления для временного закрепления установленных конструкций должны обеспечивать устойчивость конструкций и возможность последующей выверки и окончательного закрепления сборных конструкций по проекту при помощи кондукторов, домкратов, распорок, фаркопов и др. Временное закрепление должно быть проверено расчетом на собственный вес, ветровую и монтажную нагрузки.

### **Расчет стальных канатов**

Стальные канаты используются для изготовления стропов и грузовых подвесок в качестве расчалок, оттяжек и тяг, а также для оснастки полиспастов, лебедок и монтажных кранов.

В зависимости от назначения применяются канаты следующих типов:

- для стропов, грузовых подвесок и оснастки полиспастов, лебедок, кранов – более гибкие канаты типа ЛК-РО конструкции  $6 \times 36 (1+7+7/7+14)+1$  о.с. (ГОСТ 7668-80); в качестве замены могут быть использованы канаты типа ТЛК-0 конструкции  $6 \times 37 (1+6+15+15)+1$  о.с. (ГОСТ 3079-80);

- для расчалок, оттяжек и тяг – более жесткие канаты типа ЛК-Р конструкции  $6 \times 19 (1+6+6/6)+1$  о.с. (ГОСТ 2688-80); в качестве замены допускается применение канатов типа ЛК-0 конструкции  $6 \times 19 (1+9+9)+1$  о.с. (ГОСТ 3077-80).

Канатные стропы рассчитывают в следующем порядке:

1. Определяют натяжение, кН, в одной ветви стропа по формуле

$$S=P/m \times \cos \alpha,$$

где P - расчетное усилие, приложенное к стропу, без учета коэффициента пере-

грузки и динамичности, кН;

$m$  – общее количество ветвей стропа;

$\alpha$  – угол между направлением действия расчетного усилия и ветвью стропа, которым задаются, исходя из поперечных размеров поднимаемого груза и способа строповки (этот угол рекомендуется назначать не более  $45^\circ$ , имея в виду, что с увеличением его усилие в ветви стропа значительно возрастает).

2. Находят разрывное усилие в ветви стропа, кН, по формуле

$$S=R_k/K_3,$$

где  $R_k$  – разрывная нагрузка каната, кН (принимается в условиях монтажа по сертификату, а при проектировании по ГОСТам);

$K_3$  – коэффициент запаса прочности, в которой  $K_3$  в зависимости от типа стропа.

3. По расчетному разрывному усилию подбирают наиболее гибкий стальной канат и определяют его технические данные: тип и конструкцию, временное сопротивление разрыву, разрывное усилие и диаметр.

### Пример 8

Рассчитать стальной канат для двухветвевое стропа, предназначенного для подъема подкрановой балки массой 7,4 т. Угол наклона стропа к вертикали составляет  $30^\circ$ .

### Решение

1. Определим натяжение в одной ветви стропа

$$S=(10 \times 74)/2 \times \cos 30^\circ=(10 \times 74)/2 \times 0,87=42,5 \text{ кН}$$

2. Найдем разрывное усилие в ветви стропа, используя формулу

$$R_k=S \times K_3,$$

$$R_k=42,5 \times 6=255 \text{ кН}$$

3. По найденному разрывному усилию, подберем канат

типа ЛК-РО

конструкции  $6 \times 36 (1+7+7/7+14)+1$  о.с. (ГОСТ 7668-80) с характеристиками:

- временное сопротивление, Мпа - 1960;

- разрывное усилие, кН – 280,5;

- диаметр каната, мм – 22;

- масса 1000 м каната, кг - 1830.

### Задача 8

Решить задачу при условиях, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Условия задачи	Варианты задачи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса поднимаемого груза, т	10	15	20	25	78	22	14	16	13	28
Количество ветвей в стропе	2	4	4	6	4	3	2	2	2	2
Угол наклона ветви стропы к вертикали, град	30	40	45	25	35	30	20	40	42	45
Условия задачи	Варианты задачи									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Масса поднимаемого груза, т	26	24	12	17	18	19	21	23	27	29
Количество ветвей в стропе	6	4	3	4	6	3	6	3	3	6
Угол наклона ветви стропы к вертикали, град	35	30	20	45	20	25	35	40	25	42

### Пример 9

Проверить стальную ферму на устойчивость при монтаже. Монтаж производится при помощи траверсы.

Общий вес фермы 3300 кг. Расстояние между уголками  $\delta = 10$  мм.

Значение  $\alpha = (l/L) = 0,40$ .

### Решение

Согласно указаниям справочника монтажника стальных конструкций, устойчивость фермы пролетом 24 м во время монтажа будет обеспечена при строповке в любой точке, при минимальном сечении нижнего пояса (состоящего из двух уголков) 100x75x8 мм и верхнего пояса 120x80x8 мм.

В заданной форме сечение нижнего пояса равно 90x60x8 мм, а верхнего пояса – 100x75x12 мм. Так как сечение поясов меньше указанных минимальных, требуется проверить их устойчивость.

1. Проверка устойчивости нижнего пояса.

Устойчивость пояса постоянного сечения обеспечивается при соблюдении условия

$$g_{\phi} A_k \leq J_{\text{пояса}}, \quad (1)$$

где  $g_{\phi}$  - вес 1 м фермы, кг.

Из условий задачи получим:

$$g_{\phi} = (3300/24) = 138 \text{ кг.}$$

Для значения  $\alpha = (l/L) = (9,6/24) = 0,4$  и  $L = 24,0$ ; значение  $A_k = 2,42$ ;

$J$  пояса – момент инерции двух уголков проверяемого пояса относительно вертикальной оси, в  $\text{см}^2$ .

Согласно справочных данных, радиус инерции  $i_y=4,48$  см, или момент инерции

$$J_1=i_y^2 \times F=4,48^2 \times 11,5 \times 2=462 \text{ см}^2$$

Для проверки устойчивости подставим значения  $g_\phi$ ,  $A_k$  и  $J$  пояса в уравнение (1):

$$g_\phi \times A_k=138 \times 2,42=334 \text{ см};$$

$334 \leq 462$ , поэтому нижний пояс фермы устойчив, и усиливать его не требуется.

2. Проверка устойчивости верхнего пояса производится аналогично по формуле

(1).

Так как значение  $\alpha=(l/L)=0,40 < 0,70$ , то проверять на устойчивость верхний пояс не требуется.

### Задача 9

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 9.

Таблица 9

№ варианта	L, м	Q, кг	Размеры сечения нижнего пояса, мм	Размеры сечения верхнего пояса, мм	$\alpha=(l/L)$	$\delta$ , мм
1	21	2800	90x60x8	100x75x10	0,8	8
2	24	3000	90x60x8	120x80x8	0,5	8
3	27	3600	90x60x10	100x75x10	0,6	10
4	18	3800	100x75x8	120x80x8	0,75	8
5	30	4000	100x75x10	(150x100x10)/ (120x80x10)	0,4	10
6	33	4500	120x80x10	(150x100x14)/ (120x160x12)	0,5	10

### Пример 10

Подобрать диаметр каната для подъема железобетонной балки весом  $Q = 1,5$  т.

Угол наклона строп к вертикали  $\alpha = 45^\circ$ , число ветвей  $n = 2$ .

### Решение

Действующее усилие в канате

$$P_d=(0,5 \times Q / \cos \alpha),$$

где  $Q$  – вес балки = 1500 кг;

$$\cos \alpha=\cos 45^\circ=0,71;$$

$$P_d = (0,5 \times Q / \cos \alpha) = (0,5 \times 1500) / 0,71 = 1056 \text{ кг.}$$

Грузоподъемность строп определяется допускаемым разрывным усилием каната  $P_p$  с учетом количества ветвей и коэффициента запаса прочности  $K$ , который принимается равным 4 при огибании каната груза и равным 6 – при примыкании каната к грузу без его огибания, при этом

$$P_p / P_d \geq K.$$

Отсюда,

$$P_p \geq P_d \times K,$$

или

$$P_p \geq 1056 \times 6 = 6336 \text{ кг.}$$

Принимаем канат типа ТК 6.37 с пределом прочности стальной проволоки 180 кг/мм<sup>2</sup>. Требуемому условию удовлетворяет канат диаметром 11 мм с диаметром проволок 0,5 мм, который имеет разрывное усилие (в целом) 6420 кг > 6336 кг.

### Задача 10

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 10.

Таблица 10

№ варианта	Q, т	$\alpha^\circ$	n, шт.	№ варианта	Q, т	$\alpha^\circ$	n, шт.
1	3	45	4	11	1,5	30	2
2	2	35	2	12	2,2	45	4
3	1	40	2	13	1,8	40	2
4	1,2	45	4	14	1,1	45	4
5	2,1	35	2	15	2,5	35	2
6	1,7	40	4	16	1,6	40	4
7	1,4	30	2	17	1,3	30	4
8	2,3	45	2	18	1,9	45	4
9	2,7	40	4	19	2,4	40	2
10	2,9	30	4	20	2,8	30	2

### Пример 11

Подобрать башенный кран для монтажа 5-этажного четырехсекционного жилого дома из керамзитобетонных панелей. Размеры здания в плане (по осям стен) 12x72 м. Кровля плоская. Отметка перекрытия 5 этажа 13,75 м, отметка покрытия кровли плитами по утеплителю 14,35 м. Отметка верха карнизных блоков 14,78 м. Размеры и веса характерных элементов здания приведены в таблице 11.

Таблица 11

Наименование	Размеры, м	Вес 1 шт, т
Панели наружных стен	3,58×2,78×0,30	1,0/3,5
Панели внутренних стен	3,30×2,64×0,254	1,0/3,5
Перегородки	3,75×2,55×0,08	0,5/1,10
Панели покрытия кровли	5,96×0,277×0,085	1,37
Парапетный блок	2,51×0,95×0,12	0,26

### Решение

Составляем монтажную таблицу требуемых параметров крана, необходимых для монтажа всех элементов здания (таблица 11а).

Таблица 11а

Наименование элементов	Требуемые параметры крана		
	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м (ширина здания по осям + толщина наружных стен + длина гуська + ширина монтируемой конструкции)	Высота подъема крюка, м (отметка здания + высота монтируемой конструкции + монтажный запас)
Панели наружной стены	3,5	$12,0+0,30+1,25+2,0=15,55$	$13,75+1,5+0,5=15,75$
Панели покрытия кровли	1,37	$12,0+3,0+0,30+1,25+2,0=18,5$	$14,78+2,35+0,5=17,63$
Парапетные блоки	0,26	15,55	$14,78+1,5+0,5=16,78$
Панели перегородок	1,10	13,77	$13,75+0,5+2,55+1,9=18,7$

Наиболее характерными элементами, определяющими требуемые параметры крана, являются:

а) панели наружных стен, перегородки; б) парапетные блоки и прокатные панели покрытия кровли.

Ширина колеи  $a$  в таблице 11а принята условно 4 м с тем, чтобы уточнить этот размер при окончательном выборе крана.

Обоснование требуемого вылета стрелы и высоты подъема крюка приведено в таблице 11а. Из этой таблицы видно, что параметры башенного крана должны быть следующие:

грузоподъемность - не менее 3,5 т;

вылет стрелы - не менее 15,6 м;

высота подъема крюка - не менее 18,7 м.

Из таблицы 116 подбираем несколько башенных кранов, наиболее близко удовлетворяющих требуемых параметрам.

Таблица 116

Наименование крана	Грузоподъемность при наибольшем вылете стрелы, т	Наибольший вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Ширина колеи, м	Вес крана без балласта, т
БК-370	5	20	26	4,5	28,8
МСК-5-20	5	20	26	4	28,9
МБТК-80	4	20	28	5	28
БКСМ-5-5с	5	22	21,5	4,5	34,4
СМК-5	5	22	23	4,5	39
БКСМ-5-5	5	22	21,5	4	35
Т-226	5	25	25	4,5	38

Выбор того или иного крана производят исходя из оценки различных показателей (вес крана, стоимость машино-смены, мобильность расход электроэнергии) и наличия того или иного крана.

Из числа кранов, перечисленных в таблице 116, наиболее экономичными являются первые три крана, как имеющие наименьший вес, что определяет и меньшую стоимость машино-смены.

Ввиду того, что башенный кран МБТК-80 имеет ширину колеи 5 м вместо предложенных 4 м, наибольший вылет стрелы по таблице 11а должен быть не менее 19,2 м. Кран МБТК-80 имеет вылет 20 м > 19,2 м, то есть этот кран по своим параметрам подходит к заданным условиям монтажа.

### Задача 11

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 11в.

Таблица 11в

Наименование показателей	Ед. изм.	№ варианта					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
Ширина здания по осям	м	10,4	12,0	11,4	13,0	14,0	12,5
Толщина наружных стен	м	0,26	0,24	0,32	0,30	0,25	0,31
Отметка:							
а) панелей чердачного перекрытия		13,40	15,10	16,10	14,40	18,10	21,1
б) свеса кровельных плит		14,16	16,00	16,81	14,95	18,80	21,5
в) конька кровли		15,49	17,40	18,30	16,75	18,90	23,3

Наибольший вес панелей наружных стен	т	3,0	2,0	5,0	4,0	3,0	1,5
Окончание таблицы 11в							
1	2	3	4	5	6	7	8
Наибольшие размеры панелей или блоков наружных стен	м	3,58× 3,28	3,30× 3,28	3,40×3 ,28	3,2×3, 3	3,3×3, 3	3,4×1, 8
Наибольший вес блоков парапетов (карнизов)	т	0,8	0,6	1,0	0,9	0,7	0,9
Размеры блоков парапетов (карнизов)	м	2,10× 0,6	2,10× 0,5	1,80×0 ,6	1,90×0 ,6	1,80×0 ,8	1,90×0 ,9
Наибольший вес панелей перегородок	т	2,0	1,5	2,0	1,8	2,5	3,0
Наибольшие размеры панелей перегородок	м	3,04× 2,5	3,10× 2,5	2,70×2 ,6	2,80×2 ,3	2,70×2 ,4	3,0×2, 4
Наибольший вес кровельных плит чердачного перекрытия	т	1,6	1,0	0,8	0,75	0,49	1,0
Наибольшие размеры кровельных плит чердачного перекрытия	м	6,26× 0,99	4,66× 0,99	4,66×1 ,79	2,98×1 ,59	2,58×1 ,19	4,66×0 ,99

### Пример 12

Определить минимальную длину стрелы крана, необходимую для монтажа плит покрытия одноэтажного промышленного здания, и подобрать подходящий стреловой кран при следующих условиях:

Высота укладки плит  $H=12,0$  м, длина плит  $a=6$  м, вес  $q=1,5$  т, высота основания стрелы крана над землёй  $h_1=1,5$  м, зазор между установленной фермой и стрелой крана при её вращении должен быть не менее  $c=1,0$  м.

### Решение

Пользуясь схемой, изображенной на рисунке 2, выразим  $l_1$ ,  $l_2$  и  $a$  через известные по условию величины:

$$l_1 = a / (2 \times \cos \alpha);$$

$$l_2 = h_2 / (\sin \alpha);$$

$$L = l_1 + l_2 = h_2 / (\sin \alpha) + a / (2 \times \cos \alpha)$$

Для нахождения минимального значения величины  $L$  в зависимости от угла  $\alpha$  следует взять первую производную величины  $L$  по  $\alpha$  и приравнять её к нулю:

$$dL/d\alpha = -( \cos \alpha \times h_2 ) / \sin^2 \alpha + ( a \times \sin \alpha ) / 2 \cos^2 \alpha = 0$$

откуда

$$a \times \sin \alpha / 2 \cos^2 \alpha = h_2 \times \cos \alpha / \sin^2 \alpha,$$

или после преобразований

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{2h_2/a}$$

Для нашего случая имеем:

$$h_2 = H + C - h_1 = 12,0 + 1,0 - 1,5 = 11,5 \text{ м};$$

$$\alpha = \sqrt[3]{2h_2/a} = \sqrt[3]{(2 \times 11,5)/6} = \sqrt[3]{3,84} = 1,57$$

откуда

$$\alpha = 57^\circ 30';$$

$$\sin \alpha = 0,843;$$

$$\cos \alpha = 0,537.$$

$$L = h_2 / \sin^2 \alpha + a / 2 \cos \alpha = 11,5 / 0,843^2 + 6,0 / 2 \times 0,537 = 19,2 \text{ м.}$$

$$l_3 = h_2 / \operatorname{tg} \alpha = 11,5 / 1,57 = 7,3 \text{ м};$$

вылет стрелы равен

$$l_3 + a/2 = 7,3 + 6/2 = 10,3 \text{ м.}$$

По длине стрелы для заданных условий наиболее близко подходит кран-экскаватор Э-801, имеющий длину стрелы 20 м. При вылете стрелы 10,3 м кран имеет грузоподъемность 2,8 т > 1,5 т, т.е. удовлетворяет заданным условиям монтажа.

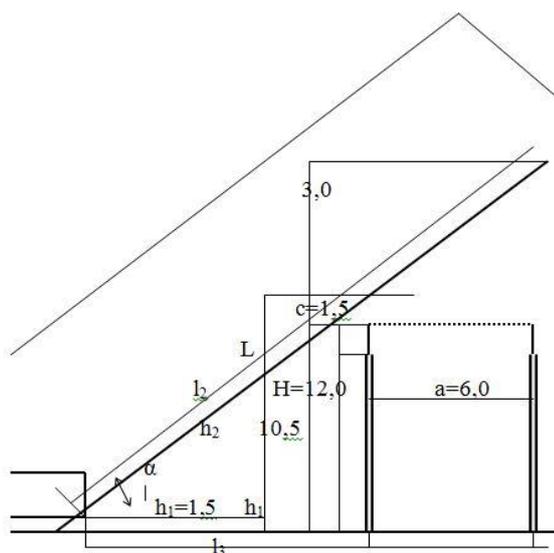


Рисунок 2 - Схема расчёта требуемой стрелы крана

### Задача 12

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 12.

Таблица 12

№ варианта	H, м	a, м	q, т	h <sub>1</sub> , м
1	2	3	4	5
1	10	12	3,0	1,0
2	13	6	1,5	1,5
3	15	12	3,8	1,3
4	8	6	2,35	1,6
5	9	12	3,5	1,5
6	8	12	3,8	1,6

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5
7	11	6	3,0	1,4
8	14	6	1,5	1,0
9	10	6	3,8	1,5
10	13	12	2,35	1,3
11	9	6	3,5	1,6
12	14	12	3,8	1,5
13	15	6	3,0	1,6
14	11	12	1,5	1,4
15	8	12	3,8	1,0
16	9	6	2,35	1,5
17	10	12	3,5	1,3
18	11	6	3,8	1,6
19	13	6	3,0	1,5
20	15	12	1,5	1,6

### Пример 13

Составить почасовой график монтажа железобетонных элементов с транспортных средств и график работы транспорта. В течение смены монтируются панели наружных стен. Панели перевозятся на панелевозе ЗИЛ УПП-9 грузоподъемностью 7-8 т. Расстояние перевозки от завода до строительной площадки  $L=15$  км по городу. На панелевозе одновременно перевозятся 4 панели.

### Решение

1. Продолжительность монтажа одной панели наружных стен может быть принята  $t_m=20$  мин.

2. Цикл одного автомобиля  $t_{ц}=t_2+t_3+t_1$ ,

где  $t_1$ -продолжительность пробега от строительной площадки до завода и обратно;

$t_2$  - продолжительность погрузки деталей на заводе;

$t_3$  – продолжительность стоянки машины на строительной площадке во время

монтажа.

Продолжительность погрузки деталей на заводе составляет

$$t_2 = 6 \times 4 = 24 \text{ мин.}$$

Продолжительность стоянки автомобиля на строительной площадке равна продолжительности монтажа 3 панелей, продолжительности застропливания последнего элемента и подъёма его с автомобиля

$$t_3 = 20 \times 3 + 5 = 65 \text{ мин,}$$

продолжительность пробега автомобиля при расчётной скорости 17 км/ч составит

$$t_4 = 53 + 24 + 65 = 142 \text{ мин.}$$

Требуемое количество транспортных средств  $N$  для обеспечения бесперебойной работы по монтажу определяется из формулы:

$$N = t_4 / (t_m \times 4) = 142 / 20 \times 4 = 1,8$$

Принимаем 2 машины.

### Задача 13

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 13.

Таблица 13

№ варианта	Монтируемые элементы здания	Марка автомобиля	Число одновременных перевозимых элементов	Расстояние перевозки $L$ , км
1	2	3	4	5
1	Панели внутренних стен	ЗИЛ УПП-9, 17 км/ч	3	10
2	Панели перегородок	ЗИЛ УПП-9, 17 км/ч	4	12
3	Плиты перекрытий	ЗИЛ-150, 20 км/ч; ММ-3-584, 21 км/ч	6	8
4	Шлакобетонные простеночные блоки	МЛЗ-200, 25 км/ч	3	6
5	Шлакобетонные подоконные блоки, блоки-перемычки.	ЗИЛ-150, 20 км/ч	4	14
6	Лестничные панели и площадки (2 панели и одна площадка)	Панели ЗИЛ УПП-9, 17 км/ч; площадки ЗИЛ-150 с прицепом, 20 км/ч	4 6	11 10

### Пример 14

Путём корректировки первоначального варианта стройгенплана удалось расположить сборные элементы ближе к зданию, что позволяет уменьшить угол поворота крана при каждом цикле на  $\alpha=50^\circ$ .

Кроме того, в первом варианте при монтаже каждого элемента крану пришлось бы перемещаться по горизонтали в среднем  $l=6$  м; при втором (улучшенном варианте) эти перемещения сокращены до 3 м.

Определить, насколько повышается производительность башенного крана БКСМ-10 при расположении элементов по второму варианту.

### Решение

По характеристике крана находим, что скорость поворота стрелы крана БКСМ-10 составляет  $v=0,6$  об/мин.

В случае сокращения угла поворота на  $50^\circ$  (или на  $50/360=0,14$  оборота) продолжительность каждого цикла уменьшена на  $0,14/0,6=0,23$  мин.

При скорости горизонтального перемещения  $v_2=30$  м/мин сокращение перемещений для каждого цикла на 3 м сокращает продолжительность цикла на 1 мин. Общее сокращение каждого цикла при втором варианте - 0,33 мин.

По данным ЕНиР – Е4 средняя норма времени на монтаж 1 блока составляет  $0,9 \times 0,15 \times 60 = 8,5$  мин.

При сокращении цикла на 0,33 мин производительность крана увеличивается на  $((8,5/8,17)-1)100 \approx 6\%$ .

Из приведённого расчёта видно, что сборные элементы следует располагать около здания таким образом, чтобы угол поворота стрелы крана был, возможно, меньшим и горизонтальные передвижения крана были также возможно меньшими.

### Задача 14

Решить предыдущую задачу с изменением её условий согласно вариантам, приведённым в таблице 14.

Таблица 14

№ варианта	Тип крана	$\alpha^\circ$	$l, \text{ м}$
1	БКСМ-5м, $v=0,7$ об/мин	45	4
2	Т-178-1, $v=0,8$ об/мин	60	5
3	Т-189, $v=0,6$ об/мин	55	4
4	БТК-100, $v=0,5$ об/мин	48	3

5	Т-226, $v=0,9$ об/мин	52	2
6	Т-223, $v=0,7$ об/мин	58	4
7	БКСМ-5м, $v=0,7$ об/мин	50	2
8	Т-178-1, $v=0,8$ об/мин	45	3
9	Т-189, $v=0,6$ об/мин	60	5
10	БТК-100, $v=0,5$ об/мин	55	4
11	Т-226, $v=0,9$ об/мин	48	5
12	Т-223, $v=0,7$ об/мин	52	4
13	БКСМ-5м, $v=0,7$ об/мин	58	3
14	Т-178-1, $v=0,8$ об/мин	50	2
15	Т-189, $v=0,6$ об/мин	45	4
16	БТК-100, $v=0,5$ об/мин	60	4
17	Т-226, $v=0,9$ об/мин	55	5
18	Т-223, $v=0,7$ об/мин	48	4
19	БКСМ-5м, $v=0,7$ об/мин	52	3
20	Т-178-1, $v=0,8$ об/мин	58	2

**Справочные данные для задач по теме «Монтажные работы»**
**Канаты стальные**

Таблица А

Диаметр каната, мм	Масса 1000 м каната, кг	Маркировочная группа. Мпа				
		1372	1568	1666	1764	1960
		Разрывное усилие				
1	2	3	4	5	6	7
Канат типа ЛК-РО конструкции 6×36 (1+7+7/7+14)+1 о.с. (ГОСТ 7668-8)						
13,5	697	-	90,6	96,3	101,5	109
16,0	812	-	104,5	111,5	116,5	128,0
16,5	1045	-	135,5	144,0	150,0	128,0
18,0	1245	-	161,5	171,5	175,0	190,5
20,0	1520	-	197,5	210,0	215,0	233,5
22,0	1830	207,7	237,5	252,5	258,5	280,5
23,5	2130	242,5	277,0	294,0	340,0	338,0
25,5	2495	283,5	324,0	344,0	352,5	383,0
27,0	2800	318,5	364,5	387,5	396,5	430,5
29,0	3215	366,0	417,5	444,0	454,5	493,5
31,0	3655	416,0	475,0	505,0	517,0	561,5
33,0	4155	473,0	540,5	574,5	588,0	638,5
34,5	4550	518,0	592,0	629,5	644,5	700,0
36,5	4966	565,5	646,0	686,5	703,5	764,0
39,5	6080	692,5	791,5	841,0	861,0	935,0
42,0	6750	768,5	878,5	933,5	955,5	1030,0
43,0	7120	806,5	919,5	976,0	1005,0	1080,0
44,5	7770	885,0	1005,0	1065,0	1095,0	1185,0
46,5	8400	956,5	1090,0	1160,0	1180,0	1280,0
50,5	9440	1130,0	1290,0	1370,0	1400,0	1510,0
53,5	11150	1265,0	1455,0	1540,0	1570,0	1705,0
56,0	12050	1365,0	1560,0	1640,0	1715,0	-
58,5	13000	1470,0	1685,0	1730,0	1790,0	-
60,0	14250	1625,0	1855,0	1915,0	1970,0	-
63,5	15200	1725,0	1970,0	2020,0	2085,0	-

### Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности такелажных средств

Таблица Б

Наименование каната	Коэффициент запаса прочности $K_3$
Грузовые канаты: а) с ручным приводом	4,0
б) с машинным приводом для режима работы: легкого	5,0
среднего	5,5
тяжелого	6,0
Канаты для полиспастов с изменяющейся длиной под нагрузкой а) грузоподъемностью от 5 до 50 т при соотношении $D/d$ от 13 до 16	5,0
от 16 и более	4,0
б) грузоподъемностью от 50 до 100 т при соотношении $D/d$ от 13 до 16	4,0
от 16 и более	3,5
в) грузоподъемностью от 100 т и более при соотношении $D/d$ от 13 до 16	3,5
от 16 и более	3,0
Стропы: а) с обвязкой или зацепкой крюками или серьгами	6,0
б) витые при соотношении $D_a/d_c$ от 2 и более	5,0
в) полотнатые при соотношении $D_a/d_c$ от 3,5 до 6	5,5
от 6 и более	5,0
Расчалки, оттяжки, тяги при соотношении $D_a/d$ от 4 до 5	5,0
более 5 до 7	4,0
10 и более	3,0
от 7 до 9	3,5

Примечание: Значение буквенных обозначений :  $D$  – диаметр ролика;  $d$  – диаметр каната;  $D_3$  – диаметр захватного устройства (элемента, сгибаемого стропом, расчалкой, тягой, крепящим канатом);  $d_c$  – диаметр витого стропа.

Легкий режим характеризуется работой при малых скоростях без рывков с числом изгибов на роликах не более четырех, а тяжелый режим – работой на больших скоростях с рывками и числом изгибов на роликах более четырех.

## ТЕМА 3: КАМЕННЫЕ РАБОТЫ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Положения распространяются на производство и приемку работ по возведению каменных конструкций из керамического и силикатного кирпича, керамических, бетонных, силикатных и природных камней и блоков.

Сплошную кладку наружных стен из материалов с плотностью более 1400 г/м<sup>3</sup> следует применять для неотапливаемых зданий или для промзданий с большим выделением тепла.

Работы по возведению каменных конструкций должны выполняться в соответствии с проектом. Подбор состава кладочного раствора с учетом условий эксплуатации зданий и сооружений следует осуществлять, руководствуясь Приложением У СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Применение материалов кладки в зависимости от влажностных параметров помещений приведены в СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции».

Не допускается ослабление каменных конструкций отверстиями, бороздами, нишами, монтажными проемами, не предусмотренными проектом или ППР.

Каменную кладку заполнения каркасов следует выполнять в соответствии с требованиями, предъявляемыми к возведению несущих каменных конструкций, и в соответствии с требованиями 9.3 -9.6 СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

При вынужденных разрывах кладку необходимо выполнять в виде наклонной штрабы.

Разность высот возводимой кладки на смежных захватках и при кладке примыканий наружных и внутренних стен, а также разность высот между смежными участками кладки фундаментов не должна превышать 1,2 м.

Установку креплений в местах примыкания железобетонных конструкций к кладке следует выполнять в соответствии с проектом. Возведение каменных конструкций последующего этажа допускается только после укладки несущих конструкций перекрытий возведенного этажа, анкеровки стен и замоноличивания швов между плитами перекрытий. Не допускается монтаж плит перекрытий в заранее заготовленные штрабы.

Предельная высота возведения свободно стоящих каменных стен (без укладки перекрытий или покрытий) не должна превышать значений, указанных в таблице А. При возведении свободно стоящих стен большей высоты следует применять временные крепления.

Высота каменных неармированных перегородок, не раскрепленных перекрытиями или временными креплениями, не должна превышать 1,5 м для перегородок толщиной 9 см, выполненных из камней и кирпича на ребро толщиной 8,8 см, и 1,8 м -

для перегородок толщиной 12 см, выполненных из кирпича.

Таблица А

Толщина одно- слойных, двух- слойных и внут- ренней части трехслойных стен, см	Объемная масса (плот- ность) кладки, кг/м <sup>3</sup>	Допустимая высота стен, м для ветрового района			
		Ia	I	II	III
25	от 400 до 700	1,3	-	-	-
	от 700 до 1000	1,6	1,3	-	-
	от 1000 до 1300	2,3	1,6	1,3	-
	от 1300 до 1600	3,0	2,1	1,4	-
	более 1600	3,8	2,6	1,6	-
38	от 400 до 700	3,9	3,2	-	-
	от 700 до 1000	4,2	3,6	1,7	-
	от 1000 до 1300	4,5	4,0	2,4	1,3
	от 1300 до 1600	4,8	4,3	3,1	1,5
	более 1600	5,2	4,7	4,0	1,7
51	от 400 до 700	4,5	3,9	1,7	-
	от 700 до 1000	5,6	4,6	3,0	1,5
	от 1000 до 1300	6,0	5,7	4,3	2,0
	от 1300 до 1600	6,3	6,0	5,6	2,5
	более 1600	6,5	6,3	6,0	3,1
64	от 400 до 700	5,0	4,6	3,0	1,3
	от 700 до 1000	6,0	5,6	5,0	1,9
	от 1000 до 1300	7,0	6,6	6,0	2,35
	от 1300 до 1600	7,4	7,0	6,5	3,5
	более 1600	7,7	7,4	7,0	4,3

При связи перегородки с поперечными стенами или перегородками, а также с другими жесткими конструкциями допускается их высоты увеличивать на 15% при расстоянии между жесткими конструкциями менее 3,5Н, на 25% - при расстоянии не более 2,5Н и на 40% - не более 7,5Н.

Контроль за качеством кладки осуществляется производителем работ, строительным мастером. Строгая прямолинейность и горизонтальность рядов в период кладки обеспечивается натяжением причалок, выкладкой маяков и проверкой уровнем; отклонение в толщине шва допускается до +/- 2 мм.

Вертикальность стен и столбов проверяется провешиванием отвесом. Отклонение от вертикальности не должно быть более 5 мм при кладке под расшивку и не более 7 мм при кладке под штукатурку. Горизонтальность и вертикальность поверхностной кладки периодически проверяется геодезическими инструментами.

После окончания кладки каждого этажа следует производить инструментальную проверку горизонтальности и отметок верха кладки независимо от промежуточных проверок горизонтальности ее рядов.

### Пример 15

Определить трудоемкость работ, их продолжительность и величину заработной платы рабочих для кладки кирпичных стен жилого здания.

Определить заработок каждого рабочего в бригаде каменщиков при следующих условиях:

Наружные стены имеют толщину  $2 \frac{1}{2}$  кирпича под штукатурку средней сложности. Объем кирпичной кладки наружных и внутренних стен  $3523 \text{ м}^3$ .

Бригада каменщиков состоит из 24 человек, из них

6 разряд – 1 чел.;

5 разряд – 2 чел.;

4 разряд – 9 чел.;

3 разряд – 12 чел.

Бригада вела работу с перевыполнением норм на 30 %.

### Решение

Трудоемкость работы определяем согласно ЕНиР – ЕЗ: каменщиков

$$3,0 \times 3523 = 10569 \text{ чел.-час,}$$

$$\text{или } 1510 \text{ чел.-смен.}$$

Так как каменщики выполняли нормы на 130 %, фактически было ими затрачено

$$(1510/1,3) = 1161 \text{ чел.-смен.}$$

Общая продолжительность работ равна

$$(1161/24) = 48 \text{ рабочих дней.}$$

Величина заработной платы рабочих по ЕНиР – ЕЗ составляет

$$1 \text{ р. } 37 \text{ к.} \times 3523 = 4826 \text{ р. } 51 \text{ к.}$$

Распределение заработной платы между рабочими бригады производилось пропорционально их тарифным коэффициентам.

Зарплата на 1 условного рабочего 1 разряда составит :

$$(4826 \text{ р. } 51 \text{ к.}) / ((2,0 \times 1) + (1,75 \times 2) + (1,52 \times 9) + (1,34 \times 12)) = 138 \text{ р. } 38 \text{ к.}$$

Зарплата 1 рабочего 6 разряда –  $138 \text{ р. } 38 \text{ к.} \times 2,0 = 276 \text{ р. } 76 \text{ к.}$

Зарплата 1 рабочего 5 разряда – 138 р. 38 к.  $\times 1,75 = 241$  р. 76 к.

Зарплата 1 рабочего 4 разряда – 138 р. 38 к.  $\times 1,52 = 209$  р. 08 к.

Зарплата 1 рабочего 3 разряда – 138 р. 38 к.  $\times 1,34 = 185$  р. 33 к.

### Задача 15

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 15.

Таблица 15

№ варианта	Объем кирпичной кладки, м <sup>3</sup>	Толщина наружных стен, кирпичи	Характер отделки стен	Перевыполнение норм, %	Продолжительность работ, рабочих дней
1	2420	2	Под штукатурку	20	28
2	1840	2	Под штукатурку	15	36
3	1260	2½	Под расшивку	30	35
4	3600	2	Под расшивку	25	45
5	4500	2½	Под штукатурку	28	54
6	4110	2½	Под расшивку	35	48
7	1350	2	Под расшивку	16	29
8	2640	2	Под штукатурку	21	34
9	3790	2½	Под штукатурку	32	46
10	4860	2	Под расшивку	18	53
11	1430	2½	Под расшивку	33	30
12	2840	2½	Под штукатурку	19	44
13	3570	2	Под расшивку	23	52
14	4250	2	Под расшивку	17	31
15	1780	2½	Под штукатурку	31	47
16	2220	2	Под штукатурку	34	51
17	3960	2½	Под расшивку	27	32
18	4340	2½	Под расшивку	22	48
19	1950	2	Под штукатурку	26	50
20	3440	2	Под расшивку	29	33

### Пример 16

Найти наименьший фронт работ, т.е. длину деланки для звена каменщиков из  $n = 4$  человек при работе:

а) на наружной стене толщиной в  $a = 2$  кирпича;

б) на внутренней стене толщиной в  $b = 1\frac{1}{2}$  кирпича с учетом следующих условий:

1. нормы кладки, предусмотренные ЕНиР – ЕЗ, будут перевыполнены на  $p = 20$  %;
2. звено должно быть обеспечено работой на делянке в течение одной смены (7 часов);
3. кладка ведется без расшивки швов;
4. высота одного яруса кладки  $h = 1,10$  м.

### Решение

Для определения длины делянки, укрупненные нормы ЕНиР – ЕЗ непригодны, и их следует дифференцировать.

В среднем можно принять, что в жилых зданиях объем кладки в наружных стенах толщиной в 2 кирпича составляет около 25 %, во внутренних толщиной в  $1\frac{1}{2}$  кирпича - около 30 % и во внутренних, толщиной в 1 кирпич – 15 % .

Нормы на внутренние стены определяем по примечанию 1, табл. 4, ЕЗ:

- для стен толщиной в 1 кирпич –  $3,6 \times 0,85 = 3,06$  чел.-ч;
- для стен толщиной в  $1\frac{1}{2}$  кирпича –  $2,9 \times 0,85 = 2,47$  чел.-ч;
- комплексная норма при наружных стенах в 2 кирпича по указанному источнику 2,9 чел.-ч.

По этим нормам можно вывести ориентировочную дифференцированную норму для кладки наружных стен толщиной в 2 кирпича из уравнения:

$$3,06 \times 0,15 + 2,47 \times 0,30 + 0,55N = 2,9,$$

откуда

$$N = 3,10 \text{ чел.-ч.}$$

Объем кладки, выполняемый за 1 смену звеном из 4 человек при перевыполнении норм на 20 % при кладки стен толщиной в 2 кирпича, будет равен

$$(7/3,10) \times 4 \times 1,20 = 10,75 \text{ м}^3.$$

То же при кладке внутренних стен в  $1\frac{1}{2}$  кирпича:

$$(7/2,47) \times 4 \times 1,20 = 13,6 \text{ м}^3$$

Наименьшая длина делянки для кладки стены толщиной 2 кирпича составит:

$$l_1 = (10,75 / (0,51 \times 1,10)) = 19,2 \text{ м};$$

тоже для стены толщиной в  $1\frac{1}{2}$  кирпича:

$$l_2 = (13,6 / (0,38 \times 1,10)) = 32,5 \text{ м.}$$

### Задача 16

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 16.

Таблица 16

№ варианта	n, человек	a, число кирпичей наружные стены	b, число кирпичей внутренние стены	p, %	h, м
1	2	3	4	5	6
1	2	2	1	10	1,0
2	4	2½	1½	15	1,10
3	3	2	1	25	1,20
4	5	2	1	-	1,10
5	2	2½	1½	10	1,15
6	3	2	1	25	1,20
7	2	2½	1½	25	1,15
8	4	2	1½	10	1,20
9	3	2½	1	15	1,0

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6
10	5	2	1½	10	1,10
11	2	2	1	15	1,0
12	3	2½	1	25	1,10
13	2	2	1½	-	1,20
14	4	2½	1	10	1,10
15	3	2	1½	25	1,15
16	5	2½	1	10	1,20
17	2	2	1	15	1,0
18	3	2	1½	25	1,10
19	4	2½	1	-	1,20
20	5	2	1	10	1,10

*Примечание.* Для вывода дифференцированных норм при толщине наружных стен толщиной в 2½ кирпича принимать следующее соотношение объемов: в стенах толщиной в 2½ кирпича – 61 %; в 1 кирпич – 13 %.

### Пример 17

Произвести расчет организации производства работ по кладке кирпичных стен 5-этажного четырехсекционного жилого дома при следующих условиях:

1. высота этажа от пола до пола  $h = 3,0$  м;
2. кладка средней сложности ведется под штукатурку;
3. продолжительность работы и количество каменщиков определяется из условия возможно более полного использования башенного крана грузоподъемно-

стью 3 т ( с учетом требований поточной организации работ);

4. кирпичная кладка ведется в 1 смену;

5. требуемое количество машино-смен крана для подъема различных материалов на этажи, кроме кирпича и раствора, составляет 10 % от машино-смен, необходимых для подъема кирпича и раствора.

Необходимо:

1) определить количество рабочих в комплексной бригаде, количество и состав специализированных звеньев;

2) составить график производства работ;

3) определить количество захваток на здании и делянок на каждой захватке и наметить границы захваток и делянок.

В графике производства работ необходимо показать увязку работ по производству кирпичной кладки с работами по монтажу железобетонных конструкций (плиты перекрытия, лестничные площадки и марши, оконные перемычки).

Для расчета принять следующие:

1) монтаж плит покрытий, лестничных площадок и маршей на один этаж по нормам -

кран - 10,2 маш.-смен;

рабочих - 68 чел.-смен;

2) монтаж оконных перемычек на одном этаже –

кран - 0,7 маш.-смен;

рабочих - 4,6 чел.-смен;

3) заливка швов между плитами перекрытий – 38 чел.-смен.

### Решение

1. Определяем объем кирпичной кладки для одного этажа 5-этажного четырехсекционного здания:

а) объем кладки наружных стен толщиной в 2 кирпича за вычетом оконных проемов будет равен:

$$W_1 = \{[(19,93 \times 2 + 20,0 \times 2) \times 2 + 11,41 \times 2] \times 3,0 - 1,5 \times 1,7 \times 32 - 1,0 \times 1,7 \times 8\} \times 0,51 = 230,73 \text{ м}^3;$$

б) объем кирпичной кладки внутренних стен толщиной в 1,5 кирпича за вычетом дверных проемов:

$$W_2 = \{[(11,41 - 0,51) \times 7 + (6,9 + 0,38) \times 4 + (3,19 - 0,38) \times 4] \times 3,0 - 1,5 \times 2,0 \times 8\} \times 0,25 = 67,1$$

$m^3$ 

в) то же внутренних стен толщиной в 1 кирпич за вычетом дверных проемов:

$$W_3 = \{[(11,41 - 0,51) \times 8 + (1,2 - 0,25) \times 8] \times 3,0 - 1,0 \times 2 \times 16 - 1,5 \times 2 \times 8\} \times 0,25 = 123,87 \text{ м}^3$$

Общий объем кирпичной кладки на один этаж равен

$$230,73 + 123,87 + 57,1 = 411,7 \text{ м}^3.$$

2. Определяем трудоемкость работы. Согласно ЕНиР – ЕЗ требуется каменщиков

$$2,9 \times 411,7 = 1194 \text{ чел.-ч.}$$

$$\text{или } 170,6 \text{ чел.-смен.}$$

3. Определяем продолжительность работы, исходя из наиболее полной нагрузки башенного крана. Башенный кран в первую смену работает на монтаже межэтажных перекрытий на 1-й захватке, а во вторую смену – на подаче кирпича.

Для 1 м<sup>3</sup> кладки требуется кирпича 0,38 тыс. шт. и раствора 0,25 м<sup>3</sup>, или:

на 1 этаж требуется кирпича  $0,38 \times 411,7 = 156,45$  тыс. шт.;

на 1 этаж – раствора  $0,25 \times 411,7 = 102,93$  м<sup>3</sup>.

Башенный кран грузоподъемностью 1,5 т за 1 подъем может поднять 2 поддона по 200 шт. кирпича в каждом (вес –  $35 \times 200 \times 2 = 1400$  кг).

Раствор поднимают в бункерах емкостью 0,75 м<sup>3</sup> (вес  $2000 \times 0,75 = 1500$  кг).

Для подъема кирпича и раствора, для кладки пятого этажа (подъем на высоту 14 м), согласно ЕНиР – ЕЗ, требуется

$$(0,25 + 0,034) \times 156,45 + (0,11 + 0,02) \times 102,93 = 57,81 \text{ маш.-ч.}$$

$$\text{или } 8,25 \text{ маш.-смен.}$$

По условиям задачи с учетом 10 % времени для подъема различных остальных материалов на этажи требуется  $8,26 \times 1,10 \approx 9,08$ ; принимаем 9 маш.-смен.

Так как монтаж оконных перемычек должен производиться одновременно с кирпичной кладкой, то на эту работу по условиям задачи будет затрачено краном дополнительно – 0,7 маш.-смен. Таким образом, всего кран должен работать

$$9,08 + 0,7 = 9,78 \text{ маш.-смен.}$$

Производим разбивку здания в плане на 3 захватки, а каждого этажа по высоте – на 3 яруса высотой по 1,0 м. Шаг потока принимаем равным 1 дню; при этом общая продолжительность кладки одного этажа будет равна  $3 \times 3 = 9$  дней. При этом кран и обслуживающая его бригада такелажников должны работать с перевыполнением дневных норм.

4. Определяем состав комплексной бригады. В нее входят каменщики на кладке стен, плотники на установке и переустановке подмостей и такелажники, работающие на подъеме кирпича и раствора.

а) трудоемкость работ по кирпичной кладке равна по предыдущему 170,6 чел.-смен.

По нормам число рабочих в бригаде  $(170,6/9) = 19$  чел. Принимаем в состав бригады в 18 человек (работа с перевыполнением норм на 5 %). Монтаж оконных перемычек ведут каменщики.

Принимаем, что на стенах толщиной в 1 кирпич будут работать звенья из двух человек, а на стенах толщиной в 1½ и 2 кирпича – из трех человек;

б) площадь одного этажа равна около 900 м<sup>2</sup>. Исходя из этого, согласно ЕНиР – Е6 необходим следующий состав рабочих:

1) для сборки подмостей на 1-м ярусе требуется плотников  $0,145 \times 900 = 130$  чел.-смен.;

2) для подъема подмостей на 2-й ярус на выдвижных штоках в пяти этажах – плотников  $0,125 \times 900 \times 5 = 653$  чел.-смен.

3) для перестановки подмостей с подъемом на следующий этаж 4 раза – плотников  $0,26 \times 900 \times 4 = 936$  чел.-смен.

Принимаем общую продолжительность работы по подмащиванию  $6 \times 5 = 30$  дней. Состав звена плотников, исходя из этих условий, будет равен  $(246/30) = 8$  чел.;

в) Звено такелажников, согласно ЕНиР – Е1, состоит из 3 человек (не считая машиниста).

Таким образом, в состав комплексной бригады должны войти:

каменщиков 18 чел. (4 разр. – 9; 2 разр. – 3; 1 разр. – 2); такелажников 3 чел. (3 разр. – 3);

5. монтаж железобетонных конструкций (плиты перекрытий, лестничные марши и площадки) производят тем же краном в первую смену (кирпичная кладка ведется во вторую смену). Для того чтобы выполнить эту работу в 9 дней, бригада монтажников должна работать с перевыполнением норм на

$$100 \times (10,2 - 9) / 9 = 13 \%$$

При этих условиях поточная организация работ с ритмом 9 дней на один этаж оказывается возможной.

На этой работе должна работать бригада монтажников в количестве

$$68/10,2=6 \text{ чел.}$$

Заливка швов между плитами производится в первую смену на захватке свободных от каменных работ. На этой работе должно быть поставлено

$$38/9=4 \text{ чел.};$$

б) определение количество захваток, делянок и границ.

Количество захваток принято – 3; объем кладки на всех захватках приблизительно одинаков.

Длина делянки определяется из условия обеспеченности звена работой на 1 смену (7 часов). Дифференцированные нормы принимаем:

для кладки 1 м<sup>3</sup> стен толщиной 2 кирпича – 3,10;

для кладки 1 м<sup>3</sup> стен толщиной 1½ кирпича – 2,47;

для кладки 1 м<sup>3</sup> стен толщиной 1 кирпич – 3,06.

Высота яруса 1 м. Каменщики работают с перевыполнением норм на 5 %.

Так как трудоемкость 1 м яруса глухой стены (первый ярус) и ярусов с проемами (второй и третий ярусы) приблизительно одинакова, то разбивку на делянки производим по первому ярусу.

Общая длина стен толщиной в 2 кирпича по предыдущему равна

$$(19,93 \times 2 + 20,0 \times 2) \times 2 + 11,41 \times 2 = 183 \text{ м.}$$

Длина стен толщиной в 1½ кирпича

$$(11,41 - 0,51) \times 7 + (6,9 + 0,38) \times 4 + (3,19 - 0,38) \times 4 = 117 \text{ м.}$$

Длина стен толщиной в 1 кирпич

$$(11,41 - 0,51) \times 8 + (1,2 - 0,25) \times 8 = 94 \text{ м.}$$

Трудоемкость кладки стены толщиной в 2 кирпича по нормам составит

$$3,10 \times 230,76 = 714 \text{ чел.-ч.}$$

то же стен толщиной в 1½ кирпича

$$2,47 \times 123,87 = 305 \text{ чел.-ч.}$$

то же стен толщиной в 1 кирпич

$$3,06 \times 57,10 = 175 \text{ чел.-ч.}$$

Состав звеньев определяется исходя из общего количества рабочих в бригаде (18 человек) и толщины стен. Ввиду наличия стен в 1 кирпич необходимо иметь в составе бригады звенья из двух человек. Стены в 1½ и 2 кирпича могут быть выложены звеном в два или три человека.

Исходя из этого, проектируем состав бригады: 2 звена из трех человек и 3 зве-

на – из двух человек.

Оптимальная длина делянки на стенах толщиной в 2 кирпича при звене из трех человек (при работе с перевыполнением норм на 5%) будет равна

$$l_1 = (183 \times 3) / 714 \times 7 \times 3 \times 1,05 = 17 \text{ м,}$$

то же, при звене из двух человек

$$l_1 = 11,3 \text{ м.}$$

Длина делянки при стенах толщиной в 1½ кирпича, если кладку ведет звено из трех человек, составит:

$$l_2 = (117 \times 3) / 305 \times 7 \times 9 \times 1,05 = 32,6 \text{ м;}$$

то же при звене из двух человек – 17 м;

длина делянки для стен толщиной в 1 кирпич и звене из двух человек будет равна:

$$l_3 = (94 \times 3) / 175 \times 7 \times 2 \times 1,05 = 24 \text{ м.}$$

### Задача 17

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 17.

Таблица 17

№ варианта	Число секций	Число этажей	Толщина наружных стен, кирпичей	Высота этажа, м	Грузоподъемность башенного крана, т
1	4	4	2	3,10	1,0
2	5	5	2½	2,90	3,0
3	6	6	2½	3,00	5,0
4	6	5	2	2,75	1,5
5	5	4	2½	2,80	2,0
6	4	6	2	3,20	3,0
7	4	5	2½	2,85	2,5
8	5	6	2	2,95	3,5
9	6	4	2½	3,05	4,0
10	6	6	2	3,15	4,5
11	5	5	2	2,75	1,0
12	4	4	2½	3,20	3,0
13	4	6	2½	3,05	5,0
14	5	4	2	2,80	1,5
15	6	4	2	3,00	2,0
16	6	5	2½	2,90	3,0
17	5	6	2½	3,10	2,5
18	4	5	2	2,85	3,5
19	5	5	2	2,95	4,0
20	4	5	2½	3,15	4,5

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
2. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
3. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы.
4. Технические указания на производство и приемку общестроительных и специальных работ при капитальном ремонте жилых и общественных зданий.
5. ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
6. ГОСТ 7668-80 Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции  $6 \times 36(1+7+7/7+14)+1$  о.с. Сортамент.
7. ГОСТ 3079-80 Канат двойной свивки типа ТЛК-О конструкции  $6 \times 37(1+6+15+15)+1$  о.с. Сортамент.
8. ГОСТ 3077-80 Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции  $6 \times 19(1+9+9)+1$  о.с. Сортамент.
9. ГОСТ 2688-80 Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции  $6 \times 19(1+6+6/6)+1$  о.с. Сортамент.
10. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции.
11. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции.
12. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций.
13. ЕНиР. Сборник Е6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях.
14. ЕНиР. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы.