



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

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к курсовой работе

по дисциплине

«Технологические процессы в строительстве»

**«Технологические процессы в  
строительстве. Практикум»**

Авторы  
Иванчук Е.В.,  
Османов С.Г.,  
Корянова Ю.И.

Ростов-на-Дону, 2022



## Аннотация

Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Технологические процессы в строительстве» (для бакалавров всех направлений, изучающих дисциплину «Технологические процессы в строительстве»).

Изложена методика выполнения практических заданий, предусмотренных учебной программой для выполнения контрольной работы.

## Авторы

канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Технология строительного материала»  
Иванчук Е.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Технология строительного материала»  
Османов С.Г.

канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Технология строительного материала»  
Корянова Ю.И.





## Содержание

1. Общие положения	4
2. Содержание практических заданий	4
2.1 Практическое задание №1. «Определение объемов земляных работ»	4
2.2 Практическое задание №2 «Подбор средств строповки»	9
2.3 Практическое задание №3. «Подбор машин, механизмов и оборудования для транспортирования бетонной смеси»	13
2.4 Практическое задание №4 «Определение площадь складской территории для хранения сборных железобетонных изделий»	18
2.5 Практическое задание №5 «Определение выработки, трудоемкости и продолжительности монтажа»	19
Рекомендуемая литература	21
Приложения	22

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Контрольная работа состоит из 5 практических работ, представленных ниже.

Целью выполнения контрольной работы по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» является подбор и анализ информации, необходимой для решения инженерных задач, на основе изучения современных методов строительства. В процессе выполнения изучаются теоретические основы, методы и способы выполнения производственных процессов; потребные ресурсы; техническое и тарифное нормирование; методика выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования производства работ и на стадии их выполнения и др.

Задачей работы является углубление знаний и приобретение практических навыков при решении вопросов производства строительных работ.

Работа над практическими заданиями осуществляется на основании задания, выданного преподавателем дисциплины. Варианты заданий приведены в настоящих методических указаниях (приложение).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

### 2.1 Практическое задание №1. «Определение объемов земляных работ»

Задание: Вычертить план фундаментов и определить размеры и объем котлована (траншей).

1) Вычерчивается план и разрез котлована (траншей) и фундаментов здания с обозначением основных размеров. Пример на рис. 1.1, 1.2.

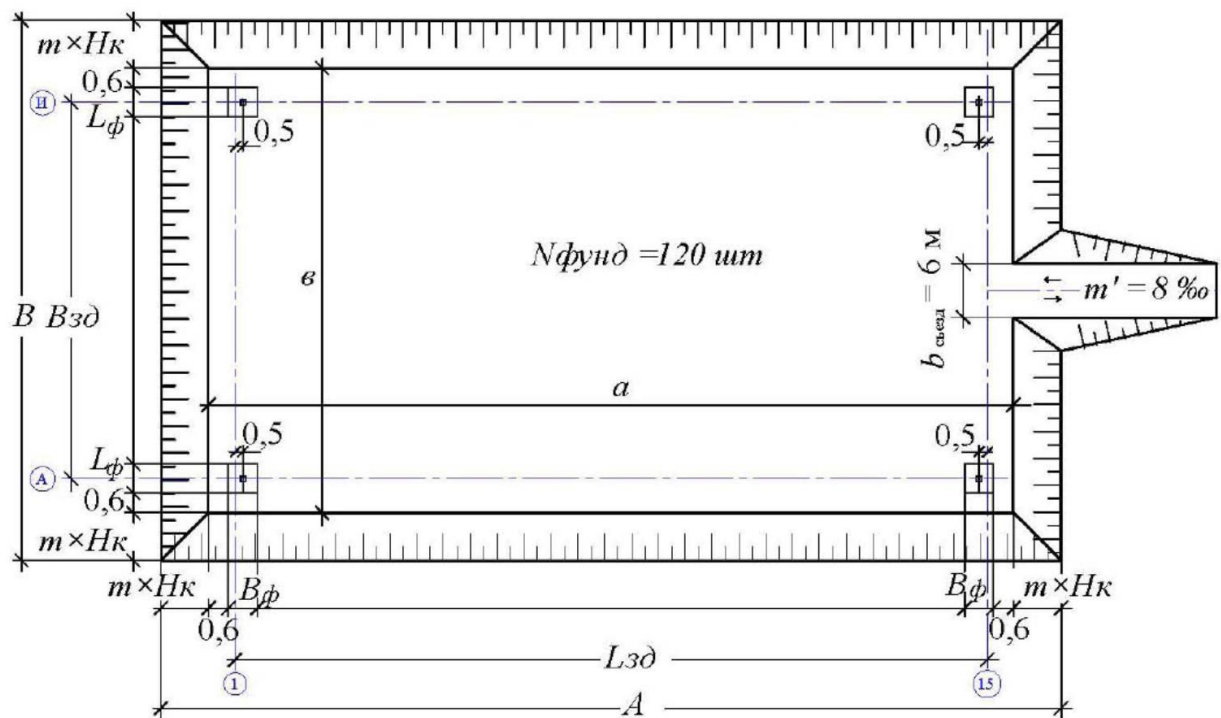


Рис. 1.1 – Схема котлована.

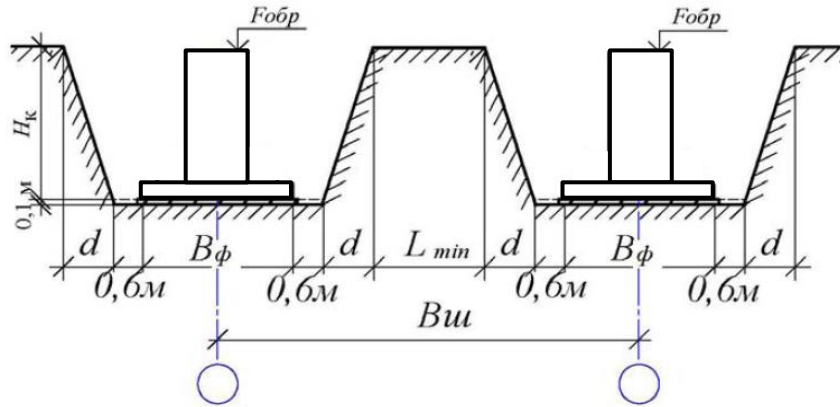


Рис. 1.2а – Продольный разрез

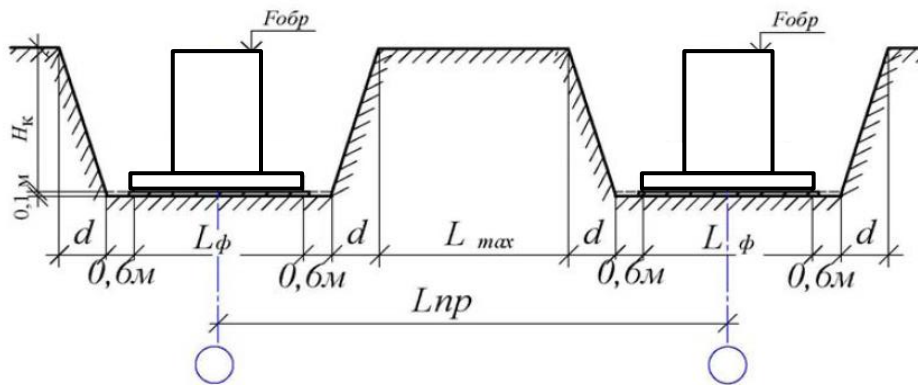
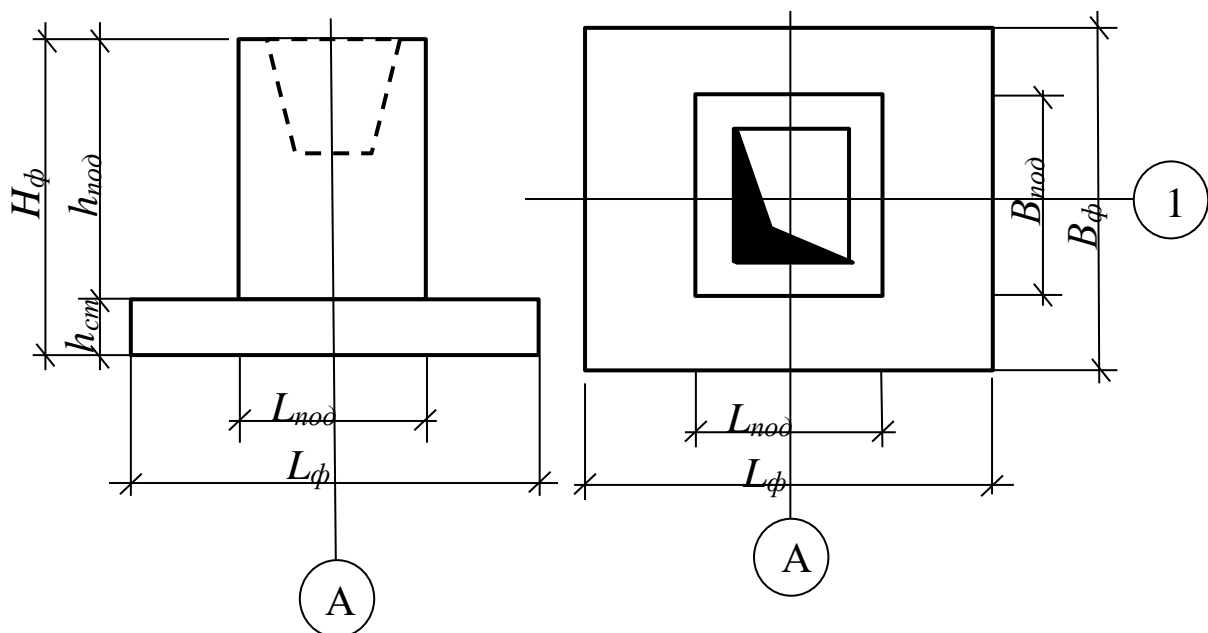


Рис. 1.2б – Поперечный разрез

2) Вычерчивается эскиз одного фундамента с обозначением основных размеров



(Рис. 1.3). Исходные данные приведены в Приложении 1.

Рисунок 1.3 – Эскиз столбчатого фундамента

3) Определяем размеры котлована понизу и поверху, согласно варианту задания и таблице 1.

Таблица 1.3 - Коэффициент откоса

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

4) Определение длины котлована (траншеи) по низу,  $a$ , при центральной привязке крайних несущих конструкций (см. рис. 1.1):

а) для котлована под все здание (траншей):

$$a = L_{зд} + B_{ф} + 0,6 \times 2, \text{ м}, \quad (1.1)$$

где  $B_{ф}$  – ширина подошвы фундамента, м.

б) для отдельного котлована под фундамент:

$$a = B_{ф} + 0,6 \times 2, \text{ м}. \quad (1.2)$$

5) Определение ширины котлована (траншеи) по низу,  $b$ :

а) для котлована под все здание:

$$b = B_{зд} + L_{ф} + 2 \times 0,6, \text{ м}, \quad (1.3)$$

где  $L_{ф}$  – длина подошвы фундамента, м.

б) для отдельного котлована под фундамент (траншеи):

$$b = L_{ф} + 2 \times 0,6, \text{ м}. \quad (1.4)$$

6) Определение длины котлована (траншеи) по верху,  $A$ :

$$A = a + 2 \times d, \text{ м}. \quad (1.5)$$

1.4. Определение ширины котлована (траншеи) по верху,  $B$ :

$$B = b + 2 \times d, \text{ м}. \quad (1.6)$$

7) Подсчет объемов работ по разработке траншеи под фундаменты. Для подсчета объемов работ вычерчивается схема устройства фундаментов в траншее (рис. 1.4).

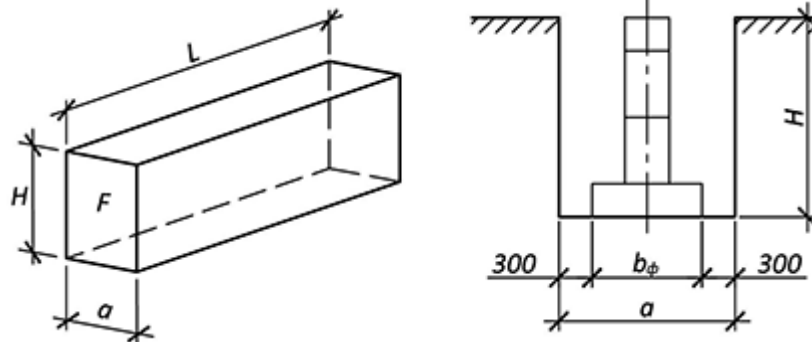


Рис 1.4 - Траншея с вертикальными стенками на спланированной местности

$$V = a * H * L, \text{ м}^3 \quad (1.7)$$

$$F = a * H, \text{ м}^2 \quad (1.8)$$

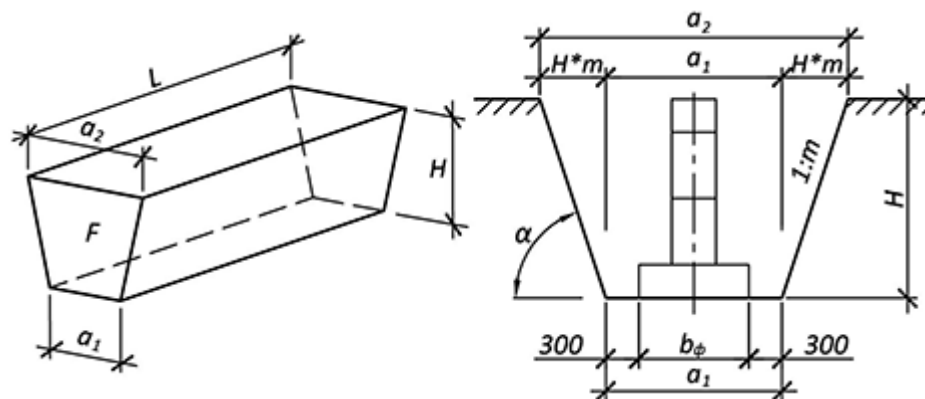


Рис 1.5 – Траншея с откосами на спланированной местности

$$a_2 = H * m + a_1 + H * m, \text{ м} \quad (1.9)$$

$$V = (a_1 + a_2) / 2 * H * L, \text{ м}^3 \quad (1.10)$$

$$F = (a_1 + a_2) / 2 * H, \text{ м}^2 \quad (1.11)$$

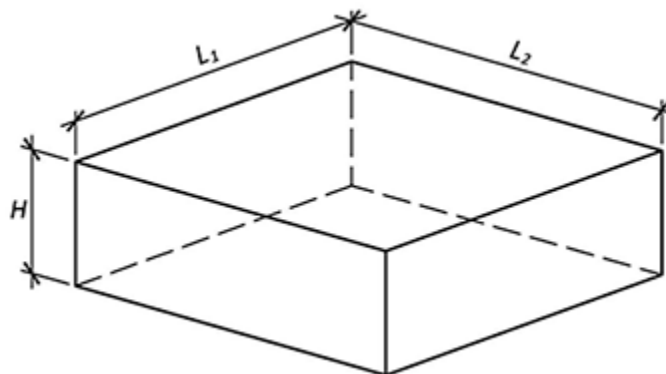


Рис 1.6 - Котлован с вертикальными стенками на спланированной местности

$$V = L_1 * L_2 * H, \text{ м}^3 \quad (1.12)$$

$$F = L_1 * L_2, \text{ м}^2 \quad (1.13)$$

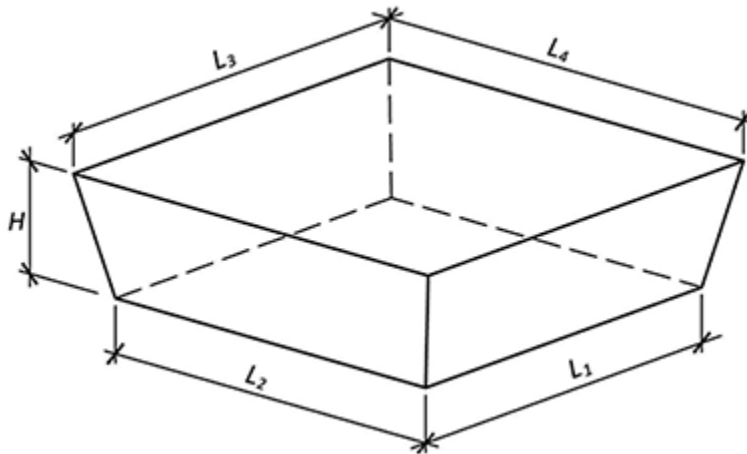


Рис 1.7 - Котлован с откосами на спланированной местности

$$V = (H/6 * ((2 * L_1 + L_3) * L_2 + (2 * L_3 + L_1) * L_4)), \text{ м}^3 \quad (1.14)$$

$$L_3 = H * m + L_1 + H * m, \text{ м} \quad (1.15)$$

$$L_4 = H * m + L_2 + H * m, \text{ м} \quad (1.16)$$

Определение объемов работ по устройству въездной траншеи:

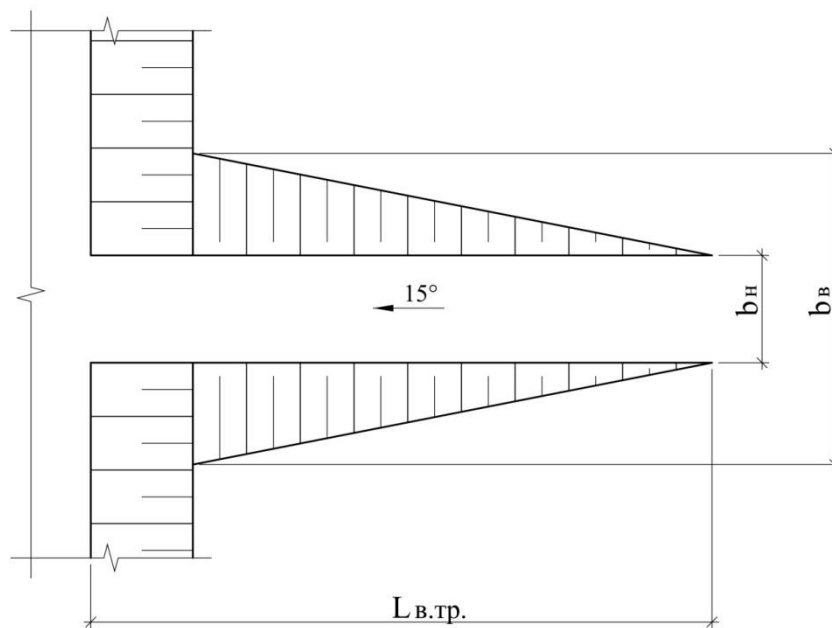


Рис 1.8 - План въездной траншеи

Длина въездной траншеи определяется в зависимости от ее уклона = 15 %:

$$L_{в.тр.} = h/I, \text{ м} \quad (1.17)$$

где:  $I$  – уклон траншеи (15/100%).

Ширина въездной траншеи определяется по СП 45.13330.2012 и должна быть равна при одностороннем движении 3,5 м, а при двухстороннем – 7,0 м.

Объем грунта въездной траншеи:

$$V_{в.тр.} = (F_1 + F_2)/2L_{в.тр.}, \quad (1.18)$$

где:  $F_1$  - площадь въездной траншеи на планировочной отметки строительной площадки,  $F_1 = 0 \text{ м}^2$



$F_2$  - площадь сечения въездной траншеи в районе въезда в котлован, м<sup>2</sup>

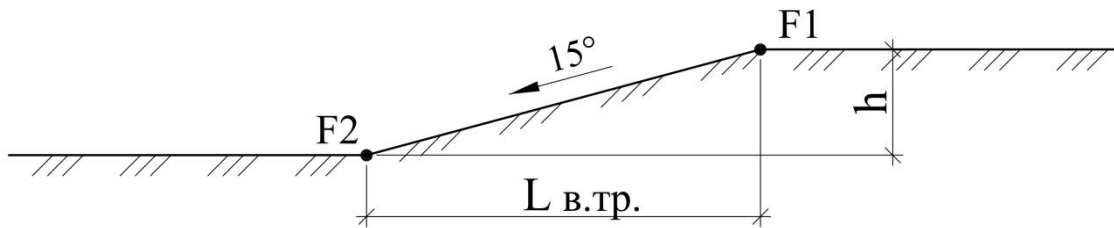


Рис 1.9 - Разрез въездной траншеи

$$F_2 = (b_n + b_v) / 2h, \text{ м}^2, \quad (1.19)$$

где:  $b_n$  - ширина въездной траншеи на планировочной отметки строительной площадки, м;

$b_v$  - ширина въездной траншеи в районе въезда в котлован, м.

Общий объем котлована:

$$V_{\text{общ}} = V_k + V_{\text{в.тр}} \quad (1.20)$$

## 2.2 Практическое задание №2 «Подбор средств строповки».

### 2.2.1. Подбор стропов к перемещаемым грузам.

Выбор стропов начинают с определения массы груза и расположения его центра тяжести. Определив массу поднимаемого груза и расположение центра тяжести, затем определяют число мест застропки и их расположение с таким расчетом, чтобы груз не мог опрокинуться или самостоятельно развернуться. Из этого расчета выбирают строп или подходящее грузозахватное приспособление. Одновременно следует учитывать длину выбираемого многоветвевое стропового грузозахватного приспособления.

При выборе длины стропа следует исходить из того, что при малой длине угол между ветвями строп будет больше 90°, а при большой длине — теряется высота подъема груза и возникает возможность его кручения. Оптимальные углы между ветвями строп находятся в пределах 60 – 90° (рис.2.1).

При выборе строп следует также определить, из каких элементов должна состоять гибкая часть стропа (стальной канат или цепь, или другой вид жестких строп и т. п.) и какие концевые и захватные элементы целесообразнее использовать для подъема конкретного груза.

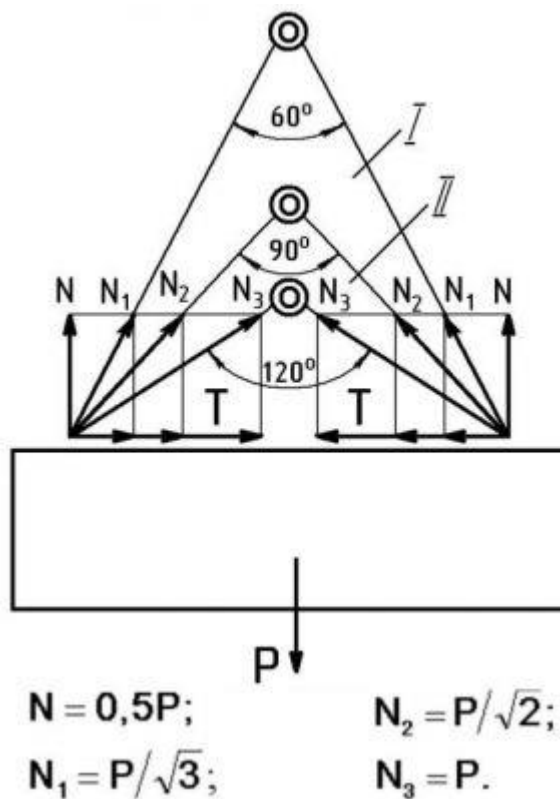


Рис.2.1 - Схема распределения нагрузок на ветви стропа: I – рекомендуемая зона захвата груза; II – нерекомендуемая зона захвата груза

### 2.2.2.Выбор грузового стропа

#### Стропы грузоподъемные

Определив массу поднимаемого груза, далее необходимо правильно выбрать строп с учетом нагрузки, которая возникает в каждой его ветви. Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь, меняется в зависимости от числа мест зацепки груза, от его размеров, от угла между ветвями стропа, от длины его ветвей. Усилия, возникающие в ветвях стропа при подъеме груза, можно определять двумя способами (рис. 2.2).

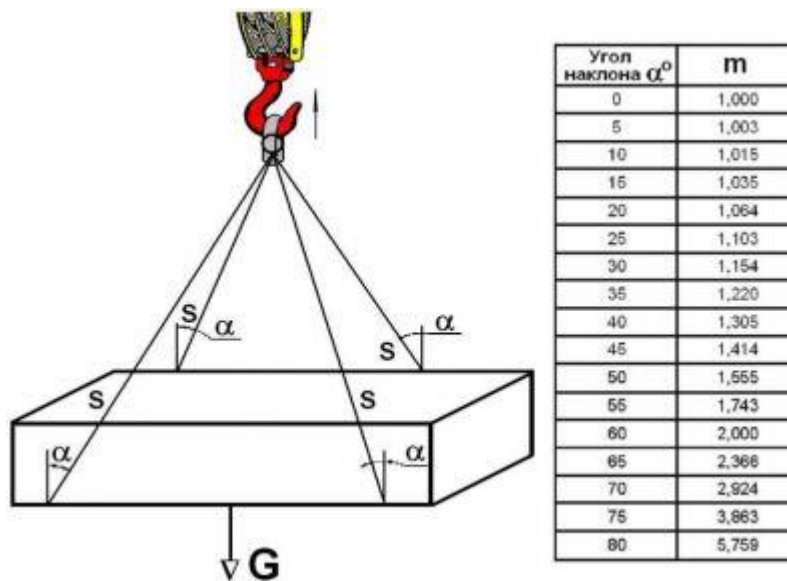


Рис.2.2 - Схема натяжения стропа.

### 2.2.3. Способы расчета усилий в ветвях стропа

Нагрузку, приходящуюся на каждую ветвь стропа, можно определить по первому способу так:

$$S = G \cdot g / (k \cdot n \cdot \cos \alpha) \quad (2.1)$$

где: S - Натяжение ветви стропа. Н (кгс)

G – Вес груза. Н (кгс)

g – ускорение свободного падения ( $g=9,8 \text{ м/с}^2$ )

n – Число ветвей стропа.

$\alpha$  – Угол наклона ветви стропа (в градусах).

Заменяя для простоты расчета  $\sim 1/\cos \alpha$  коэффициентом m, получим

$$S = m \cdot G \cdot g / (k \cdot n), \quad (2.2)$$

где: m – Коэффициент, зависящий от угла наклона ветви к вертикали;

при  $\alpha = 0^{\circ}$  -  $m = 1$

при  $\alpha = 30^{\circ}$  -  $m = 1,15$

при  $\alpha = 45^{\circ}$  -  $m = 1,41$

при  $\alpha = 60^{\circ}$  -  $m = 2,0$ .

Канаты должны быть проверены на прочность расчётом:  $P/S \geq k$ ,

где: P – разрывное усилие каната в целом в Н(кгс) по сертификату.

S – наибольшее натяжение ветви каната Н(кгс).

k – должен соответствовать указанием таблицы - коэффициент запаса прочности:

для цепных = 5

для канатных = 6

для текстильных = 7.

Значения величин, применяемых в расчётной формуле (2.2), приведены в табл. 2.1:

Таблица 2.1 - Значения величин, применяемых в расчётной формуле (2.2).

n	1	2	4	8	–	–	–
k	1	1	0,75	0,75	–	–	–
$\alpha^\circ$	0°	15°	20°	30°	40°	45°	60°
m	1	1,04	1,06	1,16	1,31	1,41	2

#### 2.2.4. Примеры.

##### Пример №1.

При подъеме груза массой 10000 кг, числом ветвей стропа  $n = 4$  и  $\alpha = 45^\circ$  имеем

$$S = 1,42 \cdot 10\,000 \cdot 9,8 / (4 \cdot 0,75) = 46\,390 \text{ Н,}$$

Грузоподъемная сила, приходящаяся на одну ветвь стропа, равна ~50 кН.

##### Пример №2.

При подсчете усилий в ветвях стропа вторым способом замеряем длину  $C$  ветвей (в нашем случае 3000 мм) и высоту  $A$  треугольника, образованного ветвями стропа (в нашем случае 2110 мм). Полученные значения подставляем в формулу

$$S = G \cdot C \cdot g / (A \cdot n \cdot k).$$

Нагрузка на одну ветвь стропа

$$S = 10\,000 \cdot 3000 \cdot 9,8 / (2110 \cdot 4 \cdot 0,75) = 46\,450 \text{ Н,}$$

т. е. также равна ~50 кН.

Нагрузка, приходящаяся на одну ветвь стропа, прямо пропорциональна углу между ветвями стропа и обратно пропорциональна числу ветвей. Таким образом, для подъема того или иного груза имеющимся стропом необходимо проверить, чтобы нагрузка на каждую ветвь стропа не превышала допустимой, указанной на бирке, клейме или в паспорте. В соответствии с действующими правилами Ростехнадзора грузоподъемность стропов, имеющих несколько ветвей, рассчитывают с учетом угла между ветвями  $90^\circ$ . Поэтому, работая групповыми стропами, необходимо лишь следить, чтобы угол  $\alpha$  не превышал  $45^\circ$ .

Если груз обвязывается одноветвевыми стропами, например облегченными, рассчитанными на вертикальное положение ( $\alpha = 0^\circ$ ), то возникает необходимость учитывать изменения угла и, следовательно, нагрузки на ветви стропа.

Нагрузки, действующие на одну ветвь стропа при различных углах между ветвями, приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Нагрузки, действующие на ветвь стропа, кН.

Масса груза, кг	Угол между ветвями стропа							
	0°		60°		90°		120°	
	2	4	2	4	2	4	2	4
530	2,5	1,25	3	1,5	3,5	1,75	5	2,5
630	3,15	1,57	3,78	1,89	4,45	2,22	6,3	3,15
800	4,2	2,1	4,5	2,25	5,75	2,88	8	4
1000	5	2,5	5,75	2,78	7,6	3,8	10	5
1250	0,25	3,13	7,25	3,63	9	4,5	12,5	6,25
1600	8	4	9,6	4,8	11,28	5,64	16	8
2000	10	5	11,5	5,75	14,25	7,13	20	10
2500	12,5	6,25	14,5	7,25	17,75	8,88	25,6	12,8
3200	16	8	19,2	9,6	22,56	11,28	32	16
4000	20	10	23	11,5	28,5	14,25	40	20
5000	25	12,5	28,75	14,38	35,5	17,75	50	25
6300	31,5	15,75	37,8	18,9	44,42	22,21	63	31,5
8000	40	20	46	23	56,75	28,33	80	40
10000	50	25	52,5	28,75	71	35,5	100	50
12500	62,5	31,25	72,5	36,25	90	45	125	62,5
16000	80	40	96	48	119,8	56,4	160	80
20000	100	50	115	57,5	142,5	71,25	200	100

При строповке груза групповым стропом нагрузка на его ветви, если их более трех, в большинстве случаев распределяется неравномерно, поэтому необходимо стремиться, так зацепить груз, чтобы все ветви стропа после зацепления и натяжения имели по возможности одинаковую длину, симметричность расположения и одинаковое натяжение.

### 2.3 Практическое задание №3. «Подбор машин, механизмов и оборудования для транспортирования бетонной смеси»

Для комплексной механизации процесса возведения монолитных конструкций подбирают комплект ведущей и вспомогательных машин, взаимосвязанных по производительности и техническим параметрам.

Ведущим процессом при возведении монолитных железобетонных фундаментов является бетонирование. Для транспортирования бетонной смеси в конструкцию выбрать бетоноукладчик или бетононасос. Технические характеристики машин приведены в табл. 3.1, 3.2.

Машины для доставки бетонной смеси на строительную площадку выбирают по табл. 3.3 - 3.6 с учетом дальности транспортирования и типа дорог.

Для уплотнения бетонной смеси рекомендуется использовать глубинные вибраторы. Марка вибратора назначается в зависимости от типа бетонируемой конструкции и размеров арматурных изделий.

### 3.3.1 Определение производительности и подбор оборудования для бетонирования фундаментной плиты.

Производительность оборудования для подачи бетонной смеси:

$$P_{mp.} = \frac{V_B}{T \times A \times t}$$

где  $V_B$  – объем бетона, который подается в опалубку;

$T$  – время выполнения процесса бетонирования,  $T=3$  дня;

$A$  – сменность работ,  $A=2$  смены;

$t$  – продолжительность смены,  $t=8$  часов;

$$P_{mp.} = \frac{1049,6}{3 * 2 * 8} = 21,9 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Определяем необходимую интенсивность подачи бетонной смеси:

$$I_{mp.} = P_{mp.} \times \frac{k_n}{k_v}$$

$k_n$  – коэффициент неравномерности подачи и укладки бетонной смеси

$k_n = 1,2$ ;

$k_v$  – коэффициент использования машин по времени  $k_v = 0,9$ ;

$$I_{mp.} = 21,9 \times \frac{1,2}{0,9} = 29,2 \text{ м}^3 / \text{час}$$

По определенной интенсивности подачи принимается оборудование для подачи бетонной смеси в опалубку. При интенсивности подачи до 10 м/час. рекомендуется использовать схему «кран-бункер». При большей интенсивности рекомендуется применять бетононасос. Табл. 3.1 и Табл. 3.2.

Таблица 3.1 - Технические характеристики автобетононасосов

Наименование показателя	Ед. изм.	Прицепной	С распределительной стрелой	
		СБ-165	BPL601HD	BPL 800
Дальность подачи: по горизонтали по вертикали	м	300	350	200
	м	80	80	80
Вылет распределительной стрелы	м	18	17; 19; 24; 25; 32	27
Угол поворота стрелы	град.	-	360	360
Объем приемного бункера	м	0,5	0,7	0,4
Высота загрузки бетонной смеси	м	1,4	1,4	1,4
Часовая продуктивность	м/час	до 20	5-65	5-80

Таблица 3.2 - Технические характеристики бункеров (схема «кран-бункер»)

Наименование показателя	Ед. изм.	Объем м						
		неповоротные			поворотные			
		0,3	0,5	0,8	0,8	1,2	1,6	2,4
Длина / высота **	м	0,91/0,76	2,18/ 0,97	1,5/ 1,31	2,82/ 0,9	3/1,1	4,35/ 0,85	4/1,9
Ширина	м	0,9	1,1	1,15	1,15	1,7	2,4	2,55
Масса с бетонной смесью	т	0,88	1,53	2,45	2,29	3,58	4,9	8,83
Условная продуктивность	м/ч	2	2,5	4,2	4,2	5,1	5,9	8

\* Длина – для поворотных бадей, высота – неповоротных.

Принимаем автобетононасос ВРЛ601НД с производительностью 65 м/час. Определяем количество автобетононасосов для своевременной подачи бетонной смеси:

$$N_{Б.} = \frac{I_{мп.}}{П_{б.}}$$

$$N_{Б.} = \frac{29,2}{65} = 0,5шт = 1шт$$

Принимаем 1 бетононасос с условной производительностью 65 м/час.

### 3.3.2 Определение характеристик и количества машин, транспортирующих бетонную смесь на объект.

Выбираем машины для доставки бетонной смеси с завода-изготовителя (по табл. 3.3; табл. 3.4; табл. 3.5; табл. 3.6) с учётом дальности доставки  $L_{мп}$ , типа дороги, (по заданию, прил.3), подвижности смеси, вида ведущего механизма, ёмкости и высоты загрузки его приемного бункера.

Таблица 3.3 - Допустимые расстояния транспортировки бетонной смеси.

Вид дорожного покрытия и средняя скорость транспортирования.	ОК, см	Дальность транспортировки, км						
		АС		АБВ		АБС		
Твердое асфальтовое и асфальтобетонное; 35 км/ч	1-3	45	30	90	45	Без ограничения	120	100
	4-6	30	20	60	30		100	80
	7-9	22	25	40	20		80	60
	10-14	10	-	30	15		60	45
Мягкое грунтовое, 15 км/ч	1-3	10	7	20	12		90	70
	4-6	7	5	15	6	70	50	

	7-9	5	3,5	9	5		50	40
	10-14	-	-	7	4		40	30

Таблица 3.4 - Технические характеристики автосамосвалов

Наименование показателя	Ед. изм.	ЗИЛ 555	ЗИЛ 4502	КамАЗ 11	КамАЗ 55102	МАЗ 5549	КрАЗ 25651
1	2	3	4	5	6	7	8
Объем кузова	м	3	3,8	7,2	4,8	5,1	6
Угол подъема кузова	град.	55	50	60	50	55	60
Высота выгрузки	м	1,1...1,2		1,6	1,3	1,2...1,4	

Таблица 3.5 - Технические характеристики автобетоновозов.

Наименование показателя	Ед. изм.	Марка				
		СБ-113	СБ-113м	СБ-124	СБ-128	АБ-132
Базовая машина	-	ЗИЛ 130Д	МАЗ 505	КамАЗ 5511	КрАЗ 6505	МАЗ 50А
Объем кузова	м	1,6	3	4	6	3,2
Высота выгрузки	м	1,6	1,6	1,2	1,53	1,25
Угол подъема кузова	град.	100	100	90	85	90

Таблица 3.6 - Технические характеристики автобетоносмесителей

Наименование показателей	Ед. изм.	СБ-69	СБ-92	СБ-159	СБ-127	АМ-6Н	АМ-29Н	СБ-132
Базовая машина	-	МАЗ-503	КамАЗ-5511			КрАЗ-257	КрАЗ-258	МАЗ 999Б
Объем готового замеса	м	2,5	4	5	6	5	9	8
Высота выгрузки	м	1,4-1,6				до 1,7		

Осадку конуса (ОК) принять при производстве работ с помощью бетононасоса – 9-14; при схеме «кран-бункер» - 2-7.

В данном случае  $L_{mp} = 15$  км; тип дорожного покрытия – асфальт; ОК = 10, по табл. 3.3 принимаем тип транспортирующей машины – АБВ (автобетоновоз), скорость транспортировки  $V_{cp} = 35$  км/ч.

По табл. 3.3 принимаем автобетоновоз СБ-128 КрАЗ 6505 с объемом замеса  $V_{mp} = 6$  м, Время укладки бетонной смеси доставляемой одной машиной:

$$t_y = \frac{V_{mp}}{I_{tp} k_b} = \frac{6}{29,2 * 0,9} = 0,23 \text{ часа}$$

где  $V_{mp}$  – объем готового замеса АБВ (табл. 3.5);



$I_{тр}$  – интенсивность подачи бетонной смеси при бетонировании бетононасосом;

$k_{в}^{тр}$  – коэффициент использования транспорта по времени 0,85-0,92.

Продолжительность доставки:

$$t_{д}^1 = L_{мп} / V_{ср} = \frac{15}{35} = 0,43 \text{ часа}$$

где  $L_{мп}$  – дальность транспортировки бетонной смеси (по заданию);

$V_{ср}$  – средняя скорость движения АБВ 35 км/ч.

Продолжительность доставки бетонной смеси из условия  $t_{сх}$ :

$$t_{д}^2 = t_{сх} - (t_3 + t_p + t_y) = 1,5 - (0,2 + 0,1 + 0,23) = 0,97 \text{ часа}$$

где  $t_{сх}$ : – время схватывания цемента (по заданию принимаем 1,5 часа);

$t_3$  – продолжительность загрузки транспорта 0,2 часа;

$t_p$  – время разгрузки транспорта 0,1 часа;

$t_y$  – время укладки бетонной смеси доставляемой одной машиной

Режим доставки бетонной смеси должен соответствовать неравенству:

$$t_{д}^1 \leq t_{д}^2 \quad (3.18)$$

$$0,43 < 0,97 \text{ часа.}$$

Продолжительность рабочего цикла АБВ:

$$t_{ц}^{мп} = t_3 + \frac{2 * L_{мп}}{V_{ср.}} + t_p = 0,2 + \frac{2 * 15}{35} + 0,1 = 1,16 \text{ часа}$$

Необходимое количество транспортных машин:

$$N_{мп} = \frac{P_{тр} * t_{ц}^{мп}}{V_{тр.} * k_{в}^{мп}} = \frac{21,9 * 1,16}{6 * 0,9} = 4,7 \text{ шт}$$

$P_{тр}$  – требуемая производительность

Для доставки бетонной смеси фундаментной плиты принимаем 5 автобетоновозов.

### 3.3.3 Определение характеристик и количества машин, уплотняющих бетонную смесь.

Уплотнение бетонной смеси осуществляется глубинными вибраторами. Уплотнение осуществляется слоями не более 0,3-0,5 м.

Для уплотнения бетонной смеси слоя высотой 0,45 м принимаем вибратор ВЕРБ80. Тип вибратора определяется по длине рабочей части (табл 3.7):  $LB \geq h_c + 0,05 \text{ м}$

Таблица 3.7 - Технические характеристики глубинных электромеханических вибраторов

Наименование показателя	Ед. изм.	Планетарные с гибким валом				Дебалансовые с встроенным электродвигателем			
		ВЕРБ 75	ВЕРБ 66	ВЕРБ 67	ВЕРБ 47	ВЕРБ 58	ВЕРБ 78	ВЕРБ 79	ВЕРБ 80
Диаметр корпуса	мм	28	38	51	76	114	50	75	100
Длина рабочей части	м	0,4	0,36	0,41	0,44	0,41	0,42	0,5	0,52
Радиус действия	м	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,2	0,25	0,4

Таблица 3.8 - Значение коэффициента  $K_p$

Подвижность бетонной смеси, см	0...2	6...8	10...12
Значение $K_p$	1	1,4...1,5	1,8...2

$$0,52 \geq 0,45 + 0,05 = 0,5 \text{ м.}$$

где  $LB$  – длина рабочей части вибратора;

$h_c$  – толщина укладываемого слоя бетона  $h_c = 0,3 \dots 0,5$  м.

Продуктивность вибратора:

$$P_e = 60 * \Pi * h_c * R_B^2 * K_p = 60 * 3,14 * 0,45 * 0,4^2 * 1,8 = 24,4 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$R_e$  - радиус действия вибратора (табл. 4.7);

$K_p$ - коэффициент учитывающий подвижность бетонной смеси (табл. 3.8)  $K=1,8$ .

Количество вибраторов:

$$N_e = I_{mp} / P_e = 29,2 / 24,4 = 1,2 \approx 1 \text{ шт}$$

Принимаем 1 вибратор ВЕРБ80.

#### 2.4 Практическое задание №4 «Определение площадь складской территории для хранения сборных железобетонных изделий».

Задача: определить площадь складской территории для хранения сборных железобетонных изделий.

Пример: стеновые блоки – 120 м<sup>3</sup>, колонны – 60 м<sup>3</sup>, стропильные фермы – 80 м<sup>3</sup>, подкрановые балки – 25 м<sup>3</sup>, плиты покрытия – 130 м<sup>3</sup>.

Расчет складов выполняем по предложенной форме (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Расчет площади складов.

Наимен. матер-в	Материалы на ед. изм				Общ. запас	Запас матер. в днях	Склад			Кэф. испол-зов.	Способ складиро-вания
	ед. изм.	общ. кол-во	суточ. расх.	кол-во на 1 кв.м			площадь в кв.м полез. общ	принятые размеры			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
кирпич	тыс шт	360	8	0,7	24	3	34,3	68,6	5*14	0,5	открытый

4гр.=3гр. деленная на продолжительность этой работы согласно календарному графику ( для дано задачи графы 3,4,6 имеют одинаковые значения)

5гр.- заполняется с учетом табл.4.2.

7гр.- в зависимости от удаленности объекта: для местных материалов 1-5 дней, для привозных 10-15 дней.

11гр.- коэффициент использования площади склада

– открытые склады 0,4- 0,7

Открытому складированию подлежат: кирпич, сборный железобетон, крупный лес. Общую площадь складов можно подсчитать путем суммирования всех ранее подсчитанных площадей.

Полезная площадь (гр.8) склада без проходов определяется по формуле:

$$A_{\text{полез}} = \frac{Q_{\text{зал}}}{q}, \text{ м}^2$$

где  $Q$  - запас материалов на складе

$q$  - количество материалов на 1 кв. м площади склада.

Общая площадь склада (гр.9) определяется по формуле:

$$A_{\text{общая}} = \frac{A_{\text{полез}}}{\beta}, \text{ м}^2$$

где  $\beta$  - коэффициент использования склада, который характеризуется отношением полезной площади склада к общей.

Коэффициент на проходы принимаем: 0,6- 0,7

Таблица 4.2 – Номенклатура и масса основных строительных материалов, показатели для расчета складских площадей.

Материалы	Единица измерения	Масса единицы, кг	Количество материалов, укладываемых на 1 м <sup>2</sup> площади	Высота укладки, м	Способ хранения
Бетонные и железобетонные конструкции: -колонны -лестничные марши -лестничные площадки -плиты перекрытия -плиты покрытия -прогоны -фермы	м <sup>3</sup>	2500 2500 2500 2500 2500 2500 2500	0,79 – 0,82 0,5 – 0,6 0,5 – 0,6 0,75 – 0,95 0,45 – 0,5 0,6 – 0,9 0,2 – 0,3	1,6 1,8 1,2 2 – 2,5 2 – 2,5 1,5 – 2,3 переменная	Открытый
Кирпич и камни керамические	тыс.шт	3500-3900	0,7	1,5	Открытый
Кирпич силикатный	тыс.шт	3500-3700	0,7	1,5	Открытый
Пенобетон, газобетон	м <sup>3</sup>	400-1000	1,5 – 1,6	2	Открытый
Бетон с гравием	м <sup>3</sup>	2200-2400	-	-	Открытый
Плитки керамические для полов	м <sup>2</sup>	21-23	78 - 80	0,5 – 0,8	Под навесом
Плиты древесноволокнистые	м <sup>3</sup>	150-950	0,4	1,5	Под навесом
Глина в сухом состоянии	м <sup>3</sup>	1450-1600	1,6	2	Открытый
Гравий	м <sup>3</sup>	1700-1950	1,5	2 – 2,5	Открытый
Дверные блоки	м <sup>3</sup>	30-40	44	2	Под навесом
Гудрон	т	1000	0,9	1,75	Под навесом
Стекло оконное	$\frac{\text{м}^2}{\text{ящик}}$	$\frac{5 - 15}{0,13}$	$\frac{170 - 200}{6 - 10}$	0,5 – 0,8	Закрытый
Блоки стеновые	м <sup>3</sup>	700-800	0,7 – 0,8	1,5	Открытый
Плиты теплоизоляционные	м <sup>3</sup>	100	0,1	1,5	Под навесом
Рубероид	$\frac{\text{рулон}}{\text{м}^3}$	$\frac{22 - 38}{2,2 - 3,8}$	$\frac{15 - 22}{200 - 360}$	1 – 1,5	Под навесом
Сталь кровельная	т	1000	4	1	Закрытый
Цемент в мешках	мешок	50	16	2	Закрытый
Цемент россыпью	м <sup>3</sup>	1000-1400	2 – 2,8	1,5 - 2	Закрытый

## 2.5 Практическое задание №5.«Определение выработки, трудоемкости и продолжительности монтажа»

Задача: определить выработку на одно звено рабочих, а также трудоемкость и продолжительность работ по монтажу следующих элементов крупноблочного здания.

Решение.

1. Определение трудоемкости работ.

Определяем трудоемкость работ по ЕНиР Е4 «Монтаж сборных и устройство монолитных ж/б конструкций» и заполняем таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Калькуляция трудозатрат

Обоснова- ние ЕНиР	Наименова- ние работ	Разряд рабочих	Ед. изм.	Объем	Трудоемкость. чел*дн		Затраты машинного вре- мени маш*см	
					На ед.	На весь объем	На ед.	На весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9
				Итого		V		V

Графа 1 – указывается параграф ЕНиР, номер таблицы, пункт

Графа 2,5 – перечень работ и количество по заданию

Графы 3, 4, 6,8 - заполняется по ЕНиР

Графа 7 – подсчитывается по формуле  $T = V * H_{вр} / 8$  (гр.5\*гр.6),

где  $T$  – трудоемкость ручных работ, чел\*час;  $V$  – объем работ,  $H_{вр}$  – норма времени, чел\*час., 8 – количество рабочих часов в смене, час.

Графа 9 – подсчитывается по формуле  $T_{маш.вр.} = V * H_{маш.вр} / 8$  (гр.5\*гр.8),

где  $T_{маш.вр.}$  – затраты машинного времени, маш\*час,  $H_{маш.вр}$  – норма машинного времени, маш\*час.

2. Определение продолжительность монтажа.

Продолжительность выполнения механизированных работ  $T_{мех}$ , дн, определяется по формуле

$$T_{мех} = N_{маш.-см} / (n_{маш} m),$$

где  $N_{маш.-см}$  – необходимое количество машино-смен (гр. 9);  $n_{маш}$  – количество машин;  $m$  – количество смен работы в сутки.

Необходимое количество машин зависит от объема и характера строительно-монтажных работ и сроков их выполнения.

Продолжительность работ, выполняемых вручную:  $T_p$ , дн, рассчитывается

по формуле:  $T_p = T / (n_{ч} m)$ , где  $n_{ч}$  – количество человек в звене (определяется по ЕНиР).

3. Определение выработки на одно звено.

Нормативная продолжительность представляет собой, как правило, число с дробной частью. Для получения проектируемой продолжительности следует значение нормативной продолжительности округлить в меньшую сторону до целого числа ( $T_{пр}$ ). Правильность округления в меньшую сторону проверяется определением коэффициента перевыполнения нормативной продолжительности, который может изменяться в пределах от 1,0 до 1,2. Определяется названный коэффициент делением нормативной продолжительности ( $T_{норм} = T_p$ ) на проектируемую ( $T_{пр}$ ) по формуле:  $K_{н.н.} = T_{норм} / T_{пр}$ .

Для определения нормативной сменной выработки звена рабочих можно воспользоваться следующим выражением:  $B = 8m / H_{вр}$ , м<sup>3</sup> в смену.

## Литература

1. Ершов, М.Н. Технологические процессы в строительстве. Книга 1. Основы технологического проектирования [Электронный ресурс] : учебник / М.Н. Ершов, А.А. Лapidус, В.И. Теличенко ; Ершов М.Н.; Лapidус А.А.; Теличенко В.И. - Москва : АСВ, 2016. - 44 с. - - ISBN 978-5-4323-0129-1.
2. Технология строительных процессов: учебник для вузов по направлению "Строительство" специальности "Промышленное и гражданское строительство" / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – М.: Высшая школа, 2000. – 463 с.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. — М.: ФГУП ЦПП, 2001. — 48 с.
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. — М.: ФГУП ЦПП, 2002. — 35 с.
5. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87. — М.: ФГУП ЦПП, 2012. — 145 с.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87. — М.: ФГУП ЦПП, 2012. — 280 с.
7. ГОСТ Р 58753-2019. Стропы грузовые канатные для строительства. Технические условия. <https://files.stroyinf.ru/Data/731/73129.pdf>
8. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций: Здания и промышленные сооружения. –М., 1987. – 170 с.

Варианты заданий для практической работы №1

План строительной площадки

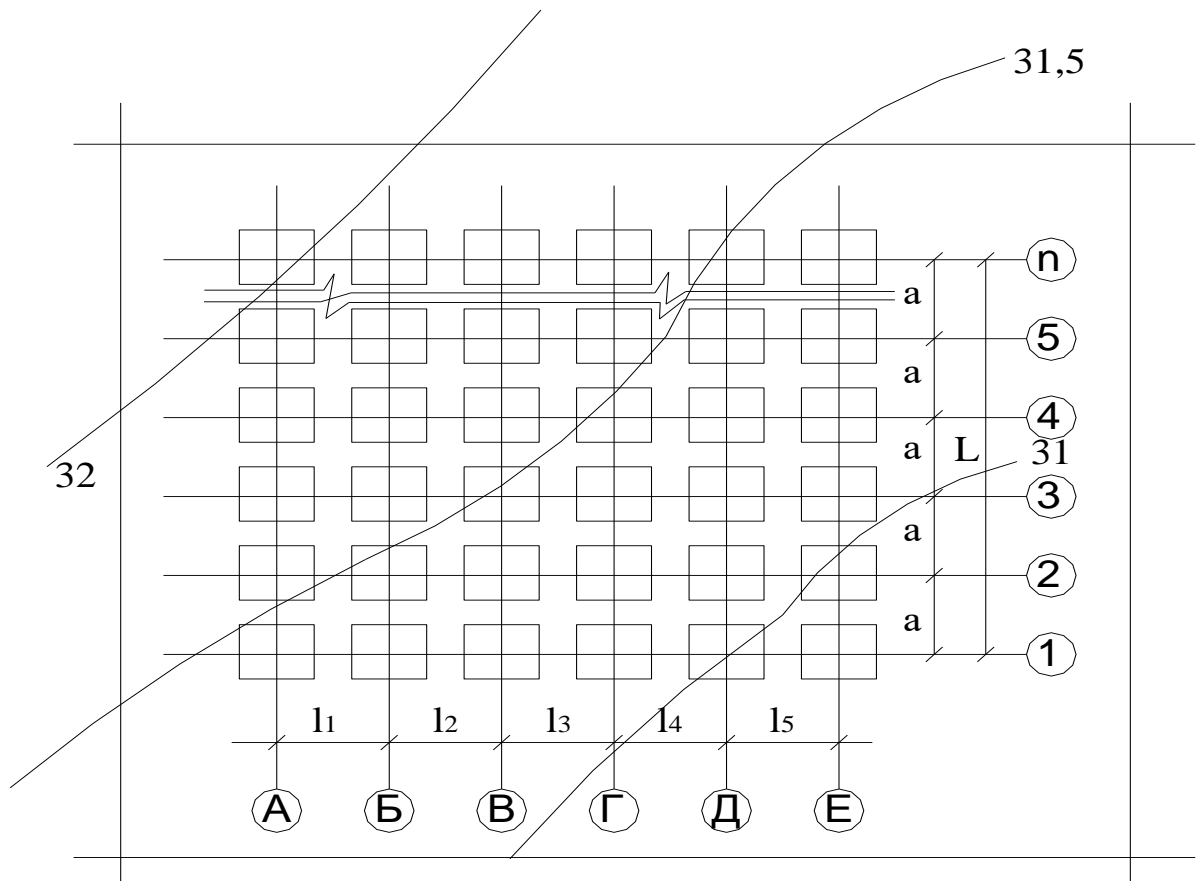


Схема фундамента

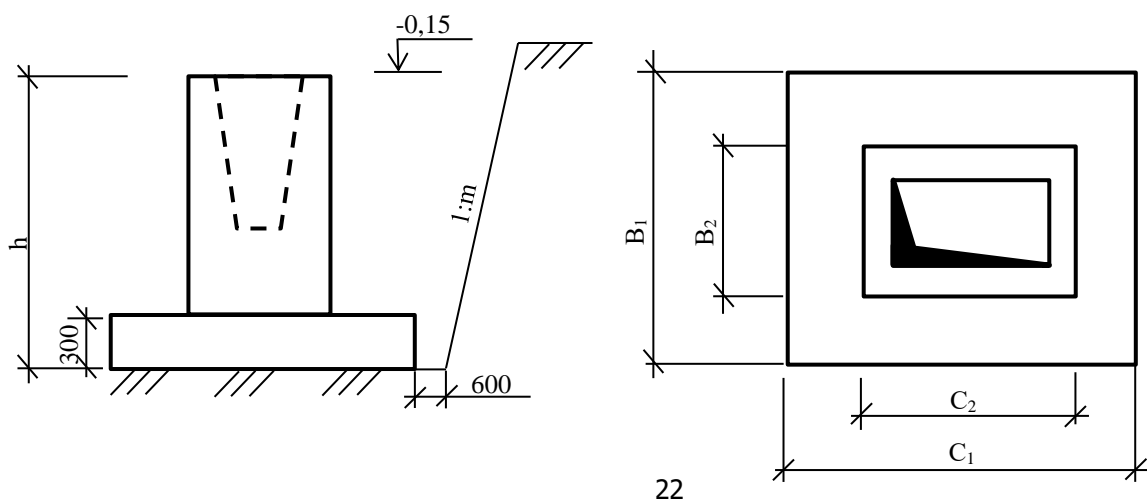


Таблица 1 - Размеры сооружения, м

Вариант	a	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	h	Грунт
1	6	36	6	6	12	-	3,0	1,8	2,4	2,1	1,8	Насыпной
2	6	42	6	6	6	-	3,0	1,8	2,4	2,1	2,4	Песчаный
3	6	48	6	6	6	6	2,4	1,8	2,4	2,1	3,0	Супесь
4	6	54	6	6	6	6	2,4	1,8	2,4	2,1	3,6	Суглинок
5	6	60	12	12	12	12	3,0	2,1	2,1	1,2	1,8	Глина
6	6	66	18	18	18	18	3,0	2,1	2,1	1,2	2,4	Лесс
7	6	72	24	6	6	6	3,6	2,1	2,1	1,2	3,0	Насыпной
8	6	78	6	6	6	6	3,6	2,1	2,1	1,2	3,0	Песчаный
9	6	84	6	6	12	24	3,0	2,1	3,0	2,1	3,6	Супесь
10	6	96	6	12	6	12	3,0	2,1	3,0	2,1	1,8	Суглинок
11	6	90	24	6	6	12	3,6	2,1	3,0	2,1	2,4	Глина
12	6	78	18	6	12	18	2,4	1,8	3,0	2,1	3,0	Лесс
13	6	84	12	6	6	6	3,0	1,8	1,8	1,2	3,6	Насыпной
14	12	36	18	18	24	6	4,2	3,6	1,8	1,2	1,8	Песчаный
15	12	48	24	12	18	24	4,2	3,6	1,8	1,2	2,4	Супесь
16	12	48	18	6	6	12	3,6	2,4	1,8	1,2	3,0	Суглинок
17	12	60	6	12	6	6	3,6	2,4	3,6	2,1	3,6	Глина
18	12	60	6	18	12	18	4,2	2,4	3,6	2,1	1,8	Лесс
19	12	72	24	24	24	-	3,0	2,1	3,6	2,1	2,4	Насыпной
20	12	72	6	6	12	18	3,0	2,1	3,6	2,1	3,0	Песчаный
21	12	72	24	6	18	12	4,2	3,0	2,4	1,2	3,0	Супесь
22	12	84	6	18	6	6	4,2	3,0	2,4	1,2	3,6	Суглинок
23	12	84	12	6	6	18	2,4	1,8	2,4	1,2	1,8	Глина
24	12	96	18	12	6	6	2,4	1,8	1,8	1,2	2,4	Лесс
25	12	36	12	6	12	6	3,0	1,8	3,0	1,8	3,0	Насыпной

Приложение 2

## Варианты заданий к практической работе №2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса груза, т	0.53	0.63	0.8	1	1.25	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3
Угол между ветвями	0	60	90	120	0	60	90	120	0	60	90	120
Количество строп	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Масса груза, т	8	10	12,5	16	20	0.8	1	1.25	1.6	2	2.5	3.2

Угол между ветвями	0	60	90	120	0	60	90	120	0	60	90	120
Количество строп	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4

Приложение 3

Варианты заданий к практической работе №3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дальность транспортировки, км	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Тип дороги	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая
Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Дальность транспортировки, км	70	75	80	85	90	95	100	12	22	36	42	54
Тип дороги	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая	асфальт	асфальт-тобетон	грунто-вая

Примечание: объем бетона принять из расчета по варианту задания к практической работе №1.





## Приложение 5

## Варианты заданий для практической работы №5

Вариант	Наименование конструкций										
	блоки наружных стен массой 2,2 т	блоки наружных стен массой 1,3 т	блоки внутренних стен массой 3,4 т	блоки внутренних стен массой 2,6 т	блоки внутренних стен массой 1,2 т	лестничные площадки массой 1 т	лестничные марши массой 1,8 т	плиты перекрытий массой 2,8 т	плиты перекрытий массой 2,1 т	плиты лоджий массой 1,1 т	стены лоджий массой 0,9 т
	Количество конструкций, шт										
1	145	88	216	97	63	28	14	150	41	12	18
2	100	66	186	67	55	18	12	136	32	10	16
3	215	89	56	78	33	15	8	200	24	13	10
4	306	54	128	58	47	32	15	150	124	22	36
5	186	46	58	39	69	26	18	115	89	23	36
6	223	58	168	60	112	29	9	58	102	14	29
7	90	36	144	44	106	19	14	168	57	18	19
8	116	108	90	78	64	16	18	144	80	15	16
9	68	44	67	33	56	33	15	90	66	32	18
10	106	83	124	112	35	27	32	67	112	26	16
11	200	58	102	54	48	30	26	124	308	29	10
12	89	38	57	42	70	20	29	102	77	69	36
13	96	77	80	59	114	17	19	57	120	98	36
14	88	92	66	70	108	34	16	80	88	48	28
15	309	83	112	69	97	28	18	66	132	71	18
16	417	74	308	98	67	31	16	145	97	63	15
17	65	68	77	48	78	22	10	100	67	18	32
18	178	59	120	71	58	45	36	215	78	15	26
19	146	48	88	63	39	33	36	306	58	32	29
20	258	37	132	64	60	22	12	186	39	26	19
21	212	74	109	57	44	51	10	223	60	29	16
22	111	47	58	48	78	44	13	90	44	19	36
23	97	66	36	112	33	25	22	116	78	48	12
24	143	88	120	98	112	17	23	68	33	37	10
25	114	99	205	113	54	33	24	106	112	74	13