



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Производственная безопасность»

# **Методические указания к контрольной работе**

по дисциплине

## **«Взрывная и пожарная безопасность»»**

Составитель  
Булатов Г.А.

Ростов-на-Дону, 2013



## Аннотация

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ V—VI КУРСОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 280102 ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ. Методические указания издаются в соответствии с учебным планом.

Приведены основные зависимости расчета пределов воспламенения газовоздушных смесей а также характеристики для определения огнестойкости некоторых элементов строительных конструкций. Даны указания и рекомендации по определению верхнего и нижнего пределов воспламенения газовоздушных смесей а также по определению пределов огнестойкости железобетонной стены и колонны при различных условиях закрепления, приведены примеры расчетов. Контрольная работа включает три задания по указанным выше вопросам.

## Составитель

к. т. наук, доц. Г.А. Булатов





## Оглавление

<b>СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>ЗАДАНИЕ 1. ....</b>	<b>5</b>
<b>ЗАДАНИЕ 2. ....</b>	<b>8</b>
<b>ЗАДАНИЕ 3. ....</b>	<b>11</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>15</b>



## СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

**Задание** выдается студентам заочной формы обучения преподавателем согласно календарного плана и рабочей программы дисциплины в период летней установочной сессии и включает решение трех типовых задач.

**Исходные данные** выбираются из таблиц исходных данных соответствующего задания согласно порядкового номера списка группы.

## ЗАДАНИЕ 1.

## ОПРЕДЕЛИТЬ ВЕРХНИЙ И НИЖНИЙ ПРЕДЕЛЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.

Процесс горения (сжигания) газов начинается лишь тогда, когда газозвушная смесь будет подожжена, т. е. нагрета до определенной температуры, которую называют температурой воспламенения. Температура воспламенения зависит от соотношения объемов газа и воздуха в смеси, степени их перемешивания, давления смеси, способа и места зажигания и других факторов (например, способа истечения смеси, формы, размера и объема топочного пространства, занимаемого газозвушной смесью, и т. д.). Процесс горения продолжается только до тех пор, пока количества тепла, выделяющегося при горении, будет достаточно, чтобы постоянно воспламенять поступающую к месту горения газозвушную смесь. Минимальные и максимальные количества газа в газозвушной смеси, при которых процесс горения идет непрерывно, называют соответственно нижним или верхним пределом воспламенения данного газа в смеси с воздухом. Взрывом газозвушной смеси называют явление мгновенного сгорания всего объема смеси, которое происходит при внесении в такую смесь, находящуюся в каком-либо более или менее замкнутом объеме (помещении и т. д.), источника огня или высоконагретого тела. С точки зрения химической сущности явление взрыва не отличается от процесса горения, и расчет его ведется по тем же уравнениям, что и для реакции горения. Пределы воспламенения смесей газов, не имеющих балластных примесей или содержащих их в минимальном количестве, определяют (приблизительно) по следующей формуле:

$$\Pi = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n}{\frac{v_1}{l_1} + \frac{v_2}{l_2} + \frac{v_3}{l_3} + \dots + \frac{v_n}{l_n}}, \quad (1)$$

где:  $\Pi$  — содержание газа в смеси с воздухом, дающее верхний или нижний предел воспламеняемости (взрываемости) или обеспечивающее максимальную скорость распространения пламени газовой смеси;

$v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  — объемное содержание компонентов газовой смеси в %;

$l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  — значения нижних или верхних пределов взрываемости (воспламеняемости) соответствующих компонентов газовой смеси, принимаемые по табл. 1.

Таблица 1  
Температуры воспламенения и пределы взрываемости некоторых горючих газов

Наименование газа	Химическая формула	Температура воспламенения	Пределы взрываемости при 20 °С и давлении 760 мм рт. ст., %	
			нижний	верхний
Ацетилен	$C_2H_2$	305 – 500	2,3	82
Бутан	$C_4H_{10}$	430 – 569	1,9	8,5
Водород	$H_2$	510 – 590	4,2	75
Метан	$CH_4$	537 – 850	5,3	15
Оксид углерода	$CO$	610 – 658	12,5	75
Пропан	$C_3H_8$	466 – 588	2,1	9,5
Сероводород	$H_2S$	290 – 487	4,3	45,5
Пентан	$C_5H_{12}$	530 – 610	1,4	7,8
Этан	$C_2H_6$	510 – 594	3	14
Водород	$H_2$	530 – 590	4	75
Этилен	$C_2H_4$	450 – 550	3	30



## Пример расчета задания 1:

**Задание.** Определить верхний и нижний пределы воспламенения природного газа.

**Дано** (см. табл., вариант 1). Состав газа (%) метан  $\text{CH}_4$  — 51; этилен  $\text{C}_2\text{H}_4$  — 23; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$  — 7; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  — 4; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  — 8; ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$  — 2; сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  — 1,5; водород  $\text{H}_2$  — 3,5.

**Решение.** 1. Рассчитываем верхний предел воспламенения

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{в}} &= \frac{100}{\frac{\text{CH}_4}{l_1^{\text{в}}} + \frac{\text{C}_2\text{H}_4}{l_2^{\text{в}}} + \frac{\text{C}_3\text{H}_8}{l_3^{\text{в}}} + \frac{\text{C}_4\text{H}_{10}}{l_4^{\text{в}}} + \frac{\text{C}_5\text{H}_{12}}{l_5^{\text{в}}} + \frac{\text{C}_2\text{H}_2}{l_6^{\text{в}}} + \frac{\text{H}_2\text{S}}{l_7^{\text{в}}} + \frac{\text{H}_2}{l_8^{\text{в}}}} = \\ &= \frac{100}{\frac{51}{15} + \frac{23}{30} + \frac{7}{9,5} + \frac{4}{8,5} + \frac{8}{7,8} + \frac{2}{82} + \frac{1,5}{45,5} + \frac{3,5}{75}} = \frac{100}{6,5036} = 15,37\%. \end{aligned}$$

2. Рассчитываем нижний предел воспламенения

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{н}} &= \frac{100}{\frac{\text{CH}_4}{l_1^{\text{н}}} + \frac{\text{C}_2\text{H}_4}{l_2^{\text{н}}} + \frac{\text{C}_3\text{H}_8}{l_3^{\text{н}}} + \frac{\text{C}_4\text{H}_{10}}{l_4^{\text{н}}} + \frac{\text{C}_5\text{H}_{12}}{l_5^{\text{н}}} + \frac{\text{C}_2\text{H}_2}{l_6^{\text{н}}} + \frac{\text{H}_2\text{S}}{l_7^{\text{н}}} + \frac{\text{H}_2}{l_8^{\text{н}}}} = \\ &= \frac{100}{\frac{51}{5,3} + \frac{23}{3} + \frac{7}{2,1} + \frac{4}{1,9} + \frac{8}{1,4} + \frac{2}{2,3} + \frac{1,5}{4,3} + \frac{3,5}{4}} = \frac{100}{30,5345} = 3,274\%. \end{aligned}$$

Ответ.  $\Pi_{\text{н}} = 3,274\%$ ,  $\Pi_{\text{в}} = 15,37\%$ .

Таблица

## Исходные данные для расчета верхнего и нижнего пределов воспламенения природного газа без примеси инертного газа

Вариант	Состав газа, % по объему							
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>
1.	51	23	7	4	8	2	1,5	3,5
2.	64	6	6	10	5,5	1,2	4,5	2,8
3.	67,7	10,33	5,12	3,0	2,01	6,1	3,04	2,7
4.	78,5	2	3,4	4,34	2,35	6,5	0,91	2
5.	65	17,5	5	4	3	2,5	1,2	1,8
6.	85	4,9	1,6	0,75	0,55	0,6	1,3	5
7.	72,8	7,8	3,9	1,8	6,4	2,0	1,0	4,3
8.	76	5,45	2,25	1,3	3,0	2,1	8,3	1,6
9.	70	8,5	3,6	2,4	1,3	2,1	10,8	1,3
10.	45	21	7,0	6,0	4,0	11	4,0	2
11.	60	13	11	1	1,2	6	1,8	6
12.	90	3,6	0,95	0,25	0,31	0,4	3,19	1,3
13.	79,4	6	2	1,7	1,4	1	5	3,5
14.	89,59	2,42	0,70	0,27	1,16	1,68	0,25	3,93
15.	80,23	2,64	1,15	0,74	0,71	0,73	3,0	10,8
16.	83,1	2	2,4	3,2	0,3	1	3,0	4
17.	85,2	5	3,6	1	0,1	0,3	0,3	4,5
18.	85	3,98	1,34	1,75	0,23	1,73	1,2	4,77
19.	78,97	4,53	2,34	1,02	0,27	1,02	2,01	9,84
20.	94,5	0,2	0,15	0,812	1	0,5	2,138	0,7
21.	87,5	3,1	0,91	2,3	3,2	0,3	0,74	1,95
22.	81,6	6,5	3	1,9	1,4	4	0,1	1,5
23.	40	15,5	18	7,5	4,9	0,1	4,0	10
24.	39,5	10	18,5	7,7	4,2	0,1	10	10
25.	37,5	16,2	16,8	6,8	3,8	0,1	2,0	16,8
26.	75,5	6	6,5	4,8	3,6	0,2	3,0	0,4
27.	69,2	5,9	10	5	5	0,7	4,1	0,1
28.	83	3	5,3	2,3	1,8	2,5	2,0	0,1
29.	80	6	3	1	0,2	0,1	2,7	7
30.	65	10	2	3	10	5	4	1



## ЗАДАНИЕ 2.

### Определение предела огнестойкости железобетонной стены

**Задание.** Определить предел огнестойкости по потере несущей способности железобетонной стены толщиной 140 мм.

**Дано** - пример расчета (см. таблицу, вариант 1):

- платформенное опирание через слой цементного раствора.
- Бетон класса В-30 на известняковом щебне.
- Процент армирования  $\mu_a = 0,5$ .
- Нагрузка  $N = 2200$  кН.

#### Решения:

По графику, приведенному на рис.1 находим на оси ординат точку, соответствующую  $N = 2200$  кН, из которой проводим горизонталь до пересечения с кривой  $\mu = 0,5$  для В-30.

Из этой точки проводим нормаль вверх до пересечения с горизонтальной осью, обозначающей время, и определяем предел огнестойкости, равный 90 минутам.

Ответ = 90.



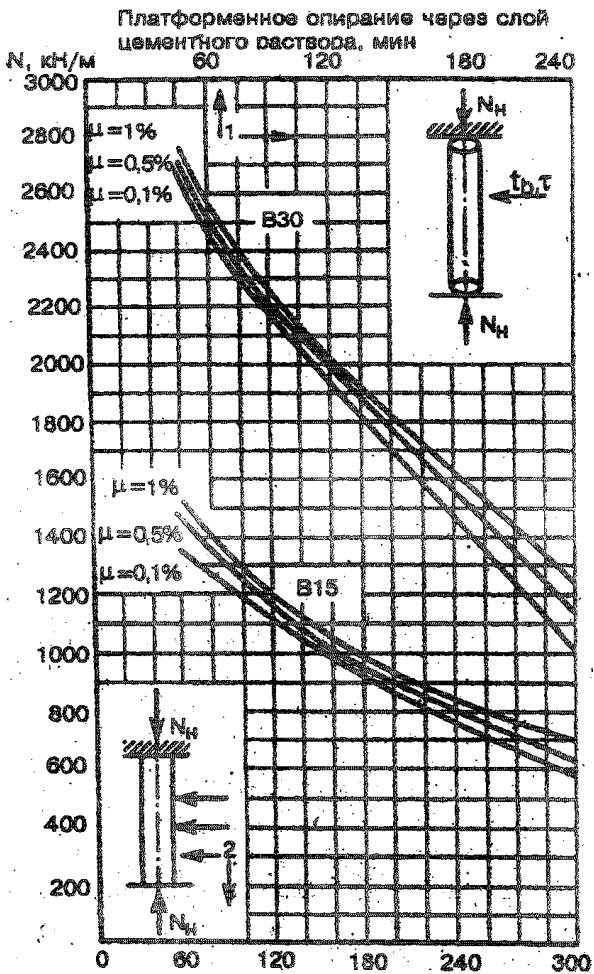


Рис.:1. Предел огнестойкости железобетонных стен.

Взрывная и пожарная безопасность



Исходные данные для решения задания

Таблица

Вар-т	Вид строительной конструкции	Материал конструкции	Нормативная нагрузка N, кН/м	Процент армирования $\mu_a$	Тип опирания конструкции	
1	Стена толщиной 140 мм (14 см)	Бетон на известняковом щебне, В-30	2200	0,5	Жесткое платформенное опирание	
2		Бетон на известняковом щебне, В-15	2150	1		
3		Бетон на известняковом щебне, В-15	1500	0,1	Платформенное опирание через слой цементно-то раствора	
4		Бетон на известняковом щебне, В-30	1100	1		
5		Бетон на известняковом щебне, В-30	1450	0,1		
6		Бетон на известняковом щебне, В-15	1600	0,5	Жесткое платформенное опирание	
7		Бетон на известняковом щебне, В-15	1650	0,1		
8		Бетон на известняковом щебне, В-15	850	0,5	Жесткое платформенное опирание	
9		Бетон на известняковом щебне, В-30	900	1		
10		Стена толщиной 140 мм (14 см)	Бетон на известняковом щебне, В-30	990	0,1	Платформенное опирание через слой цементно-то раствора
11			Бетон на известняковом щебне, В-30	2200	1	
12			Бетон на известняковом щебне, В-30	2000	0,1	Жесткое платформенное опирание через слой цементно-то раствора
13		Бетон на известняковом щебне, В-15	1000	0,5		
14		Бетон на известняковом щебне, В-15	Бетон на известняковом щебне, В-15	1200	1	Жесткое платформенное опирание
15			Бетон на известняковом щебне, В-15	900	1	
16		Бетон на известняковом щебне, В-15	Бетон на известняковом щебне, В-15	1300	0,1	Платформенное опирание через слой цементно-то раствора
17			Бетон на известняковом щебне, В-30	2400	0,5	
18	Бетон на известняковом щебне, В-30	Бетон на известняковом щебне, В-30	2300	0,1	Жесткое платформенное опирание	
19		Бетон на известняковом щебне, В-30	1500	1		
20		Бетон на известняковом щебне, В-30	2450	0,5	Платформенное опирание через слой цементно-то раствора	
21		Бетон на известняковом щебне, В-15	1250	0,1		
22		Бетон на известняковом щебне, В-15	1400	0,1	Жесткое платформенное опирание	
23		Бетон на известняковом щебне, В-30	2250	1		
24		Бетон на известняковом щебне, В-30	1550	0,1	Жесткое платформенное опирание	
25		Бетон на известняковом щебне, В-15	1400	1		
26		Стена толщиной 140 мм (14 см)	Бетон на известняковом щебне, В-15	1350	0,5	Платформенное опирание через слой цементно-то раствора
27			Бетон на известняковом щебне, В-30	1850	1	
28	Бетон на известняковом щебне, В-30		1950	0,1	Жесткое платформенное опирание	
29	Бетон на известняковом щебне, В-30		2150	0,5		
30						



### ЗАДАНИЕ 3.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ

**Задание 1.** Определить предел огнестойкости железобетонной колонны сечением 400 x 400 мм.

**Дано** (см. табл., вариант 1): Опирание платформенное. Бетон класса В на известняковом щебне. Процент армирования  $\mu_a = 3$ . Коэффициент продольного изгиба  $\varphi = 1$ . Нормативная нагрузка  $N = 3000$  кН.

**Решение.** Для ориентировочного определения предела огнестойкости колонны следует на графике (рис. 1) из точки, соответствующей отношению  $N/\varphi = 3000$  кН провести горизонталь до пересечения с кривой, соответствующей В и  $\mu_a = 3\%$ . Точка пересечения этих линий даст значение предела огнестойкости колонны, равное 90 минутам.

**Ответ.** 90 минут.

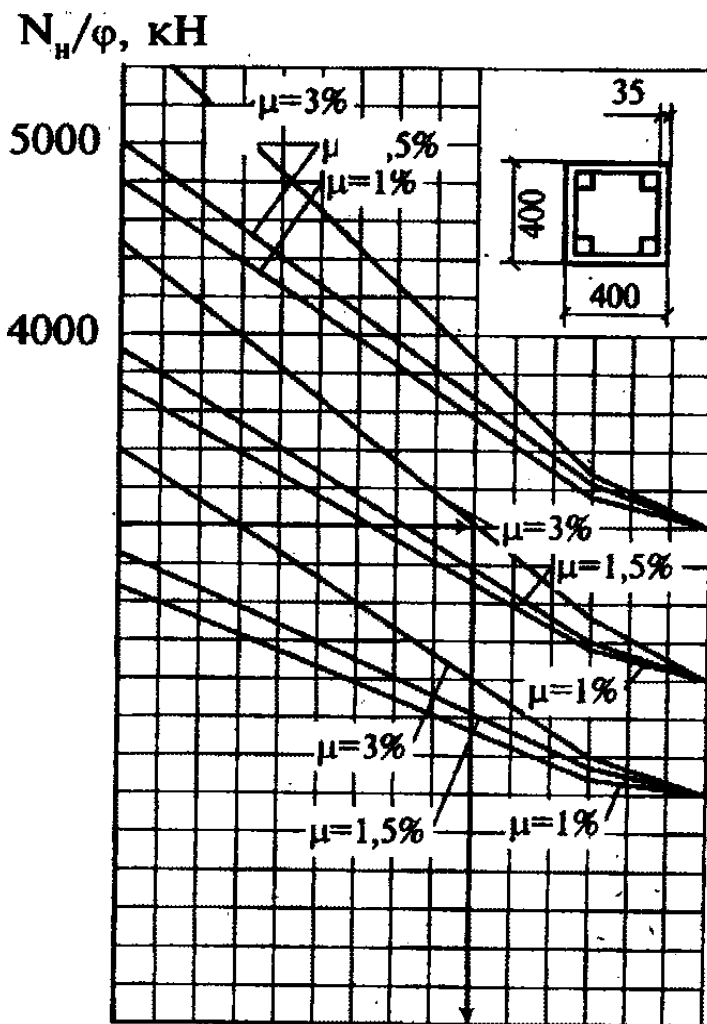


Рис. 1. Предел огнестойкости железобетонных колонн сечением 400х400 мм из бетона на известняковом щебне

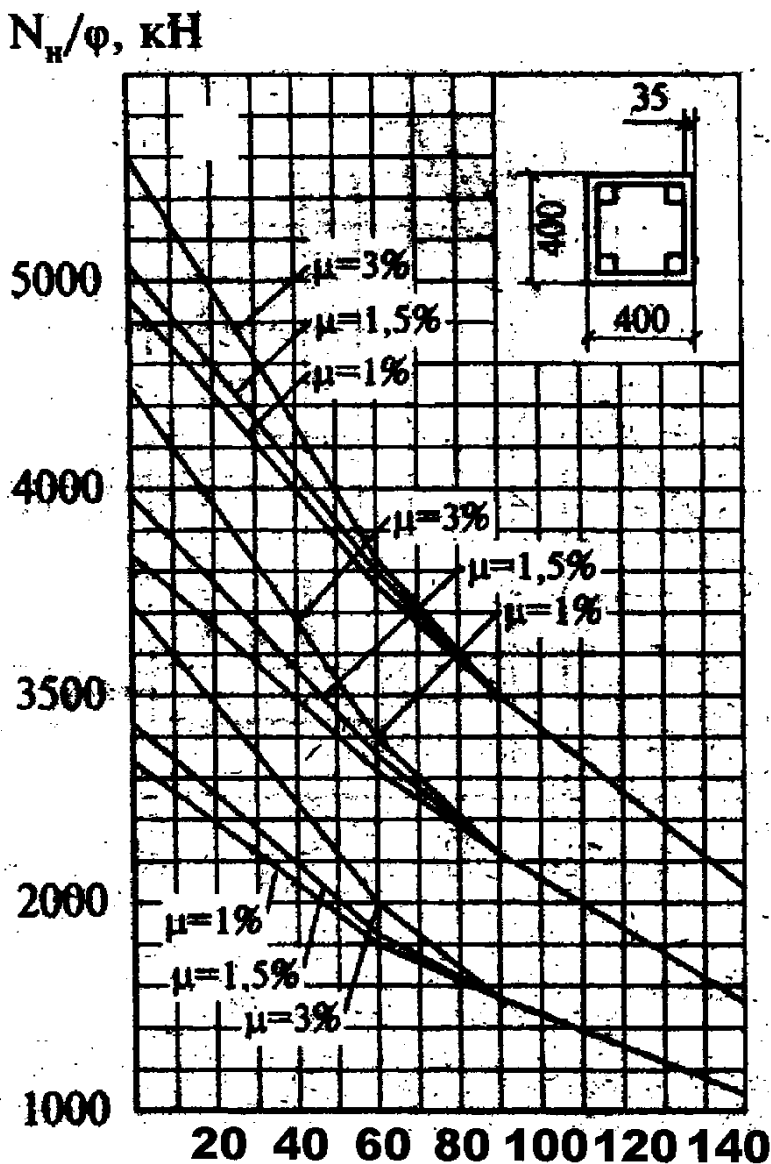


Рис. 2. Предел огнестойкости железобетонных колонн сечением 400×400 мм из бетона на гранитном щебне в зависимости от процента армирования  $\mu$ , класс бетона В, нормативной нагрузки  $N$  и коэффициента продольного изгиба  $\varphi$ .

Взрывная и пожарная безопасность



Исходные данные для решения задания

Таблица

Вар-т	Вид строительной конструкции	Материал конструкции	Нормативная нагрузка N, кН	Процент армирования $\rho_a$	Коэффициент продольно-го изгиба $\varphi$	Тип опирания конструкции
1	Колонна 400×400 мм	Бетон на известняковом щебне	3000	3	1	Платформенное
2		Бетон на известняковом щебне	4500	1,5	0,9	
3		Бетон на известняковом щебне	3000	3	1	
4		Бетон на гранитном щебне	3500	3	0,95	
5		Бетон на известняковом щебне	2000	1	0,8	
6		Бетон на известняковом щебне	2100	1,5	0,85	
7		Бетон на известняковом щебне	2200	1,5	0,89	
8		Бетон на известняковом щебне	2300	1	0,95	
9		Бетон на известняковом щебне	2600	3	1	
10		Бетон на известняковом щебне	2800	1	0,8	
11	Бетон на известняковом щебне	2900	1,5	0,85		
12	Бетон на известняковом щебне	2700	3	0,99		
13	Бетон на известняковом щебне	3100	3	0,88		
14	Бетон на известняковом щебне	3200	1	0,96		
15	Бетон на известняковом щебне	5000	1,5	1		
16	Бетон на известняковом щебне	4100	1,5	0,97		
17	Бетон на известняковом щебне	4000	1	0,94		
18	Бетон на известняковом щебне	3900	1,5	0,95		
19	Бетон на известняковом щебне	3800	3	1		
20	Бетон на известняковом щебне	3000	1	0,95		
21	Бетон на известняковом щебне	2200	1,5	0,89		
22	Бетон на известняковом щебне	2500	1,5	0,95		
23	Бетон на известняковом щебне	2200	1	1		
24	Бетон на известняковом щебне	2000	1	0,8		
25	Бетон на известняковом щебне	1000	1,5	0,85		
26	Бетон на известняковом щебне	1200	1	0,99		
27	Бетон на известняковом щебне	900	1	0,88		
28	Бетон на известняковом щебне	1300	1	0,96		
29	Бетон на известняковом щебне	2400	1,5	1		
30	Бетон на известняковом щебне	2300	1	0,8		
31	Бетон на известняковом щебне	1500	1	0,85		



## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов / Белов С.В., Девисилов В.А., Ильницкая А.В. и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Высш. шк., 2004.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов / Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Высш. шк., 2001.
3. Промышленная экология: Учеб. Пособие для вузов / В.М. Гарин, В.Л. Гапонов, Е.Л. Медиокритский / РГАСХМ, Ростов н/Д. 1999.