

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ВОЙЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сусоева И.В., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В.

Костромской государственный технологический университет

В статье выполнен анализ организации противопожарных мероприятий рекомендуемых Госпожнадзором расчет категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности предприятия по изготовлению войлочных изделий ООО «Руно».

*Ключевые слова: пожар, категория помещений производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности*

Правительством РФ [2] утверждены своды правил по организации противопожарных мероприятий на предприятиях, основными из которых являются правила по определению категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

Пожарная опасность объектов определяется пожарной опасностью применяемых веществ и материалов, условиями их использования, параметрами и особенностями технологических процессов, пожарной нагрузкой (количеством теплоты, которая может выделяться при сгорании материалов, приходящихся на единицу площади поверхности пола объекта), а также объемно-планировочными и конструктивными параметрами самих объектов.

Одним из основных методов пожарной профилактики является категорирование производственных и складских помещений, определяющее уровень их взрывопожарной и пожарной опасности. Назначение категории здания влечет за собой комплекс пожарно-профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасную эксплуатацию зданий, безопасность людей и сохранность материальных ценностей.

Рассмотрим определение категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности по методам, изложенным в нормативах [1, 2], на примере предприятия ООО «Руно», производящего валяльно-войлочные изделия.

Технологический процесс производства валяльных изделий состоит из следующих этапов:

1. Первичная обработка. Шерсть подается со склада в цех, где производится ее смешивание.
2. Трепание. Смешанная шерсть подвергается разрыхлению, вспушиванию и удалению из нее пыли, в результате получается однородная масса.
3. Далее она поступает на чесальные машины, где шерсть расчесывается и превращается в пушистое облако.
4. В цехе изготовления основы полуфабрикат отправляется на две прессовальные плиты.
5. Стирка. Валенки попадают в воду. Постепенно заготовки становятся меньше размером и все более плотными. Для того чтобы они приобрели надлежащую форму, их насаживают на механическую колодку.
6. Поступают в сушильную камеру, по истечении времени валенки снимаются с колодок и попадают в цех подборки.
7. Валенки подчищают, чтобы не были лохматыми, измеряют по внутренней длине стопы: определяют точный размер, маркируют и отправляют на склад готовой продукции.

Производство нетканых материалов на всех операциях связано с повышенной пожарной опасностью. Это обуславливается целым рядом факторов:

- использование в качестве сырья шерсти, находящейся в разрыхленном состоянии. Сырьевая пыль горючая, но не взрывоопасная [1], шерсть: горючий материал, температура воспламенения 200 °С; температура самовоспламенения 570 °С; теплота сгорания – 20502 кДж/кг. При обработке шерстяного волокна выделяются пыль и пух;
- на машинах агрегатов имеется большое число деталей и подшипников

, несвоевременная смазка которых может создать благоприятные условия для повышения температуры до критической;

- чесальные машины изобилуют большим количеством металлических игольчатых поверхностей, поэтому в случае неправильной регулировки неизбежно образование искр, которые могут воспламенить пух и волокно, в результате чего может возникнуть пожар.

Пожарную нагрузку на данном предприятии составляют твердые горючие вещества шерсть, дерево и бумага. Количество и масса горючих веществ в помещениях представлены в табл. 1.

В качестве примера выполнен расчет по определению категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности цеха первичной обработки производственного здания.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной А, к наименее опасной Д.

Взрывопожароопасность помещений категорий А и Б обусловлена возможностью образования в них при аварийных ситуациях взрывоопасных газо-, паро- или пылевоздушных смесей, взрыв которых может привести к разрушению здания.

Категория помещения Б (взрывопожароопасность) характеризуется находящимися (обращающимися) в помещении горючей пылью или волокном, легко воспламеняющимися жидкостями, с температурой вспышки более 28 °С, горючими жидкостями в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа [3].

### Пожарная нагрузка на производственном объекте

№ п /п	Наименование помещения	Наименование горючих веществ, находящихся в помещении, кг		
		Дерево	Бумага	Шерсть
1	2	3	4	5
1	Котельная			
2	Котельная			
3	Комната отдыха	100		
4	Душевая			
5	Туалет			
6	Тепловой узел			
7	Коридор	150		
8	Коридор			
9	Склад			300
10	Склад	100	5	300
11	Склад			
12	Электрощитовая			
13	Сушилка	150		600
14	Стиральный цех			
15	Стиральный цех	300		
16	Сновальный цех	500		300
17	Коридор			
18	Раздевалка	100		50
19	Раздевалка			
20	Коридор			
21	Склад			
22	Туалет			
23	Склад	150		
24	Притирочный цех	150		50
25	Столярная	300		
26	Столярная			
27	Сушилка			2500
28	Притирочный цех	100		250
29	Цех первичной обработки I			200
30	Цех первичной обработки II			200
31	Тамбур			
32	Слесарная		10	150

Для расчета категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещения цеха первичной обработки необходимо оценить принадлежность цеха к категории Б, т.к. пожарную нагрузку на данном производственном помещении составляет шерсть.

В расчетном помещении находится трепальная машина периодического действия для шерсти ТП-90-Ш.

Объем помещения  $V_{\Pi} = 93,324 \text{ м}^3$ .

Площадь помещения  $F = 30,3 \text{ м}^2$ .

Плотность воздуха при начальной температуре  $T_0$ ,  $\rho_v=1,1455$ .

Отнесение помещения к категории зависит от величины расчетного избыточного давления. Избыточное давление  $\Delta P$  согласно формуле (4) НПБ 105-03 составит:

$$\Delta P = \frac{mHP_0Z}{V_{\text{св}}\rho_v C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса взвешенной в объеме помещения горючей пыли, образовавшей в результате аварийной ситуации, кг;

$H$  – теплота сгорания пыли,  $H=23100000 \text{ Дж/кг}$  (определяется в соответствии с [5];

$P_0$  – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$Z$  – коэффициент участия (допускается принимать  $Z=0,5$ );

$V_{\text{св}}$  – свободный объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\Pi}$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_{\Pi} = 0,8 \cdot 93,324 = 74,66 \text{ м}^3.$$

$\rho_v$  – плотность воздуха,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$

$t_p$  – расчетная температура,  $^{\circ}\text{C}$  (принимается максимально возможная температура воздуха в данном помещении в соответствующей климатической, согласно [4]. Максимальная абсолютная температура воздуха согласно [4] в районе расположения ООО «Руно» составляет  $t_p=37^{\circ}\text{C}$ ;

$$\rho_v = \frac{353}{273+t_p} = \frac{353}{273+37} = 1,1455 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

$C_p$  – теплоемкость воздуха,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  (принимается допускать  $1,01 \cdot 10^3$ ,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ );

$T_0$  – начальная температура воздуха,  $\text{K}$

$$T_0 = 273 + t_p = 273 + 37 = 310 \text{ K};$$

$K_H$  – коэффициент, учитывающий не герметичность помещения и неадиабати

чность процесса горения (допускается принимать  $K_n = 3$ ).

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли определяется для самого неблагоприятного режима работы, т.е. когда вся образовавшаяся пыль поднимается в воздух:

$$m = \rho_p \cdot S = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ кг},$$

где  $S$  – время работы оборудования в цехе, принимается равной 3 часам т.к. периодичность уборки помещения составляет 3 часа;

$\rho_p$  – скорость образования пыли в цехе (по данным предприятия в среднем за час образуется масса пыли равная  $\rho_p = 0,1$  кг/час)[3].

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  согласно формуле (1) составит:

$$\Delta P = \frac{0,3 \cdot 23100000 \cdot 101 \cdot 0,5}{74,66 \cdot 1,1455 \cdot 1010 \cdot 310 \cdot 3} = 4,36 \text{ кПа}$$

Так как расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа, то цех первичной обработки не относится к категории Б. Необходимо проверить его на принадлежность к категориям В1-В4, Г и Д.

Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в табл. 2 [4].

Таблица 2

Определение категорий В1-В4 помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категории	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, $\text{МДж}^2 \cdot \text{м}^{-2}$	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401 – 2200	См. Примечание 2
В3	181 - 1401	См. Примечание 2
В4	1 - 181	На любом участке пола помещения площадь ю 10 $\text{м}^2$ . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно Примечания 1

Примечания:

1. В помещениях категорий В1 - В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 3.

В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных.

В табл. 3 [5] приведены рекомендуемые значения предельных расстояний ( $l_{пр}$ ) в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$  ( $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ ) для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Величины  $l_{пр}$ , приведенные в табл. 3, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$  м, то предельное расстояние определяется как

$$l = l_{пр} + (11 - H),$$

где  $l_{пр}$  – определяется из табл. 3,

$H$  – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Таблица 3

Рекомендуемые значения предельных расстояний ( $l_{пр}$ ) в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков ( $q_{кр}$ )

$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}, \text{м}$	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка  $Q$ , МДж определяется из соотношения [4]

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{Hi}^p, \quad (2)$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;  $Q_{Hi}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж  $\cdot \text{м}^{-2}$ .

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж  $\cdot \text{м}^{-2}$  определяется из соотношения [4]

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь размещения пожарной нагрузки,  $\text{м}^2$  (но не менее  $10 \text{ м}^2$ ).

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение  $q_{кр}$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ .

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями  $q_{кр}$  значения предельных расстояний принимаются  $l_{пр} \geq 12 \text{ м}$ .

Для пожарной нагрузки, состоящей из легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, рекомендуемое расстояние ( $l_{пр}$ ) между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам [10]:

$$l_{пр} \geq 15 \text{ м, при } H \geq 11; \quad (4)$$

$$l_{пр} \geq 26 - H, \text{ при } H \leq 11. \quad (5)$$

2. Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки  $Q$ , определенное по формуле 1, превышает или равно

$$Q \geq 0,64g \cdot H^2, \quad (6)$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно [5].

Значения  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 4 [5].

Таблица 4

Значения  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки

Материалы	$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^2$
Древесина (сосна влажностью 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью $417 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ )	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7

Пожарная нагрузка  $Q$ , МДж определяется по формуле 2:



$$Q = 200 \cdot 20,5 = 4100 \text{ МДж.}$$

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup> определяется по формуле 3:

$$g = 4100 / 10 = 410 \text{ МДж / м}^2.$$

В соответствии с формулой 6:  $4100 \text{ МДж} \geq 0,64 \cdot 462 \cdot 3,5^2 = 3622 \text{ МДж.}$

Следовательно помещение цеха первичной обработки по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории В2.

Результаты расчета производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности представлены в табл. 5.

В соответствии с [2] производственное здание предприятия ООО «Руно» относится к категории В (табл. 6), т.к. одновременно выполнены два условия: здание не относится к категориям А или Б; суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений (рис. 2, 3). Анализ результатов (рис. 2, 3) показал, что помещения, в которых выполняются основные технологические операции, относятся к категориям В1-В4. Наибольшее количество помещений относится к категории Д.

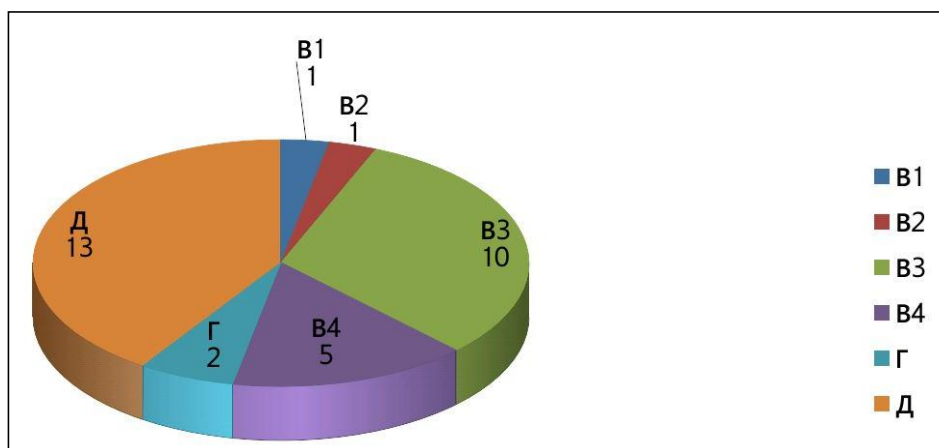


Рис. 2. Количество помещений различных категории по взрывопожарной и пожарной опасности

Результаты расчета категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Номер помещения	Наименование помещения	Площадь S, м <sup>2</sup>	Удельная теплота сгорания $Q_{H,i}^p$ , МДж/кг			Пожарная нагрузка Q, МДж	Удельная пожарная нагрузка g, МДж/м <sup>2</sup>	Категория помещения
			дерево	бумага	шерсть			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Котельная	6,2	-	-	-	-	-	Г
2	Котельная	6,2	-	-	-	-	-	Г
3	Комната отдыха	8,4	13,9	17,6	20,5	1390	139	В4
4	Душевая	6,1	-	-	-	-	-	Д
5	Туалет	6,0	-	-	-	-	-	Д
6	Тепловой узел	6,5	-	-	-	-	-	Д
7	Коридор	13,4	13,9	17,6	20,5	2085	155,5	В4
8	Коридор	10,0	-	-	-	-	-	Д
9	Склад	21,6	13,9	17,6	20,5	6150	284,7	В3
10	Склад	12,7	13,9	17,6	20,5	7628	600,6	В3
11	Склад	8,5	-	-	-	-	-	Д
12	Электрощитовая	4,0	-	-	-	-	-	Д
13	Сушилка	15,6	13,9	17,6	20,5	14385	922,1	В3
14	Стиральный цех	6,2	-	-	-	-	-	Д
15	Стиральный цех	6,3	-	-	-	-	-	Д
16	Сновальный цех	121,6	13,9	17,6	20,5	13100	107,7	В4
17	Притирочный цех	33,2	13,9	17,6	20,5	8930	268,9	В3
18	Раздевалка	4,0	13,9	-	20,5	2415	603,75	В4
19	Раздевалка	4,0	13,9	-	20,5	2415	603,75	В4
20	Коридор	7,0	-	-	-	-	-	Д
21	Склад	8,1	-	-	-	-	-	Д
22	Туалет	6,0	-	-	-	-	-	Д
23	Склад	4,7	13,9	17,6	20,5	2085	208,5	В3
24	Притирочный цех	36,5	13,9	17,6	20,5	3110	85,2	В4
25	Столярная	10,5	13,9	17,6	20,5	4170	397,1	В3
26	Столярная	10,0	-	-	-	-	-	Д
27	Склад	21,5	13,9	17,6	20,5	51250	2383,7	В1
28	Притирочный цех	9,1	13,9	17,6	20,5	6515	651,5	В3
29	Цех первичной обработки	30,3	13,9	17,6	20,5	4170	397,1	В2
30	Цех первичной обработки	30,3	13,9	17,6	20,5	4170	397,1	В4
31	Тамбур	6,0	-	-	-	-	-	Д
32	Слесарная	11,4	13,9	17,6	20,5	3251	285,1	В3

Таблица 6

Результаты расчета категории здания по взрывопожарной и

**пожарной опасности**

Наименование производствен ного здания	Площадь помещен ий катего рии А, м <sup>2</sup>	Площадь помещен ий катего рии Б, м <sup>2</sup>	Площадь помещени й категори и В, м <sup>2</sup>	Площадь помещен ий катего рии Г, м <sup>2</sup>	Площадь помещен ий катего рии Д, м <sup>2</sup>	Категория зда ния
ООО «Руно»	-	-	439,8 (59,9 %)	60,7 (8,2 %)	234,3 (31, 9%)	В

**Выводы:**

1. В статье рассмотрены и обобщены методики определения категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.
2. Приведен расчет определения категории производственных помещений и здания предприятия ООО «Руно» по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. Проведен анализ результатов по определению категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещений ООО «Руно», который показал, что о помещения, в которых выполняются основные технологические операции, относятся к категориям В1-В4. Наибольшее количество помещений относится к категории Д.

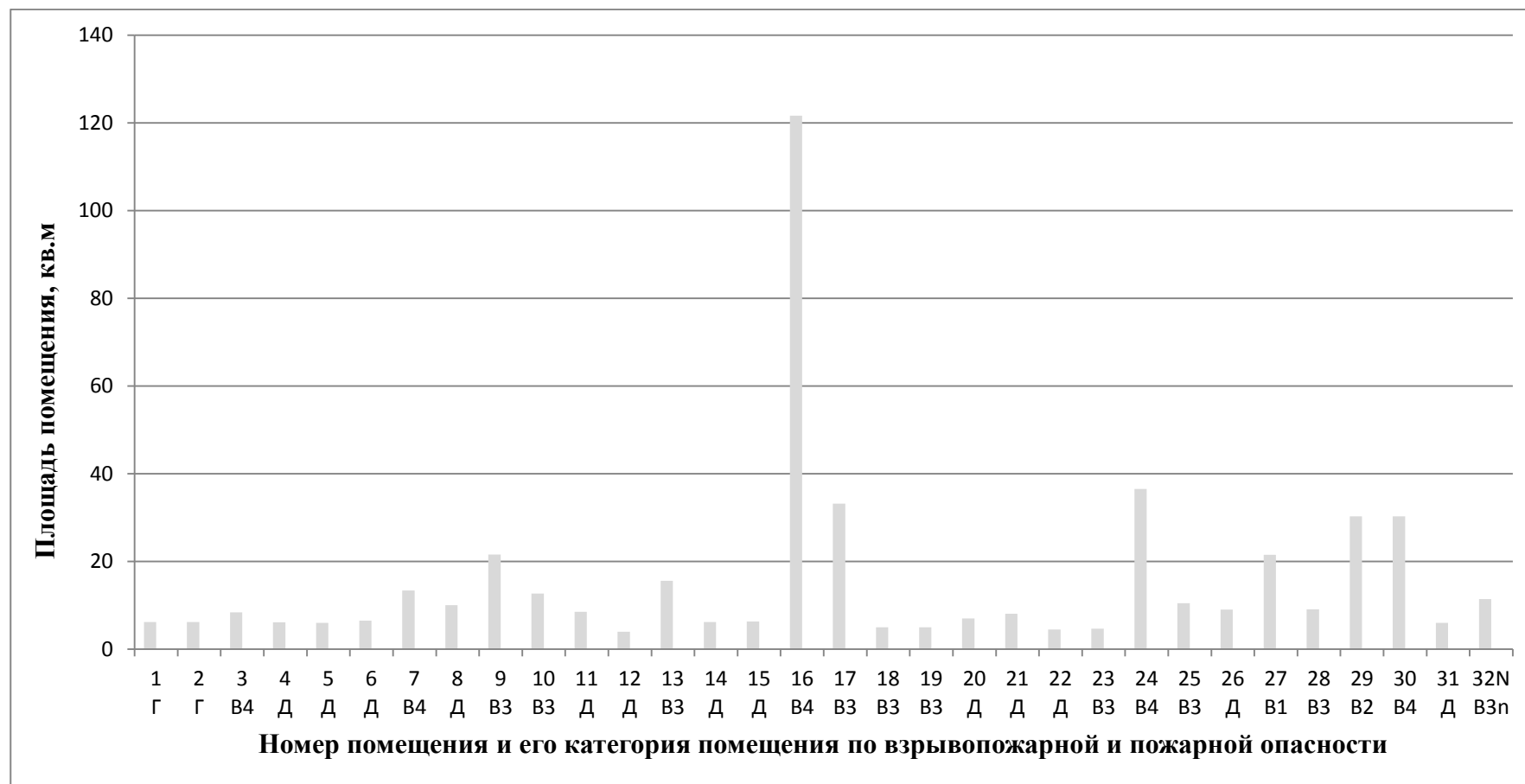


Рис.3. Площадь помещений различных категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, где N – номер помещения, n – категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, S- площадь помещения

## Литература

1. Д.Я. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник. М.: Пожнаука, 2004.

2. Постановление Правительства РФ №390 от 25.04.2012 г. О противопожарном режиме(вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации") [Электронный ресурс] // Система «Гарант». – Режим доступа: [www:base.garant.ru](http://www.base.garant.ru)

3. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] // Система «Гарант». – Режим доступа: [www:base.garant.ru](http://www:base.garant.ru)

4. Пособие к НПБ 105-95. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] // Система «Гарант». – Режим доступа: [www:base.garant.ru](http://www:base.garant.ru)

5. СНиП 23-01-99 . "Строительная климатология" [Электронный ресурс] // Система «Гарант». – Режим доступа: [www:base.garant.ru](http://www:base.garant.ru)

6. Сусоева И.В., Букалов Г.К., Спиридонов И.А.Определение категории производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности текстильного предприятия. Вестник КГТУ №1(28)2012 с.64.

7. Сусоева И.В., Букалов Г.К. Определение категории производственного здания по взрывопожарной и пожарной опасности ООО "РУ-НО". Материалы 64-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов "Студенты и молодые ученые КГТУ-производству" Кострома КГТУ 2012 с.153.

Susoeva I.V., Bukalov G.K., Krivosheina E.V.