

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ»

7.1. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о категорировании помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Приобретение навыков определения категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

7.2. Общие сведения и нормативные требования

Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности регламентируется СП 12.13130.2009 [22] и применяется для установления требований пожарной безопасности к производственным зданиям, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара.

Взрывопожароопасность помещений и зданий характеризуется совокупностью условий, способствующих возникновению и развитию пожара или взрыва и определяющих их возможные масштабы и последствия. Эти условия, в первую очередь, характеризуются опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными особенностями здания. Технологическим процессом определяется вероятность возникновения пожара или взрыва, скорость распространения и размеры пожара. От конструктивно-планировочных решений во многом зависят границы распространения пожара и его последствия.

В [22] применяются следующие термины и определения:

- **аварийная ситуация:** ситуация, характеризующая вероятность возникновения аварии с возможностью дальнейшего ее развития;
- **взрывоопасная смесь:** смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковопламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновения источника инициирования взрыва способна взорваться;
- **категория пожарной (взрывопожарной) опасности объекта:** квалификационная характеристика пожарной (взрывопожарной) опасности здания (или частей здания между противопожарными стенами – пожарных отсеков), сооружения, строения, помещения, наружной установки;
- **пожар в помещении:** процесс диффузионного горения твердых, жидких и газообразных горючих веществ, находящихся в помещении, вызывающий прогрев строительных конструкций и технологического оборудования с возможной потерей ими несущей способности;
- **пожарная нагрузка:** количество теплоты, которое может выделиться в помещение при пожаре;
- **удельная пожарная нагрузка:** количество теплоты, которое может выделиться в помещение при пожаре, отнесенное к площади размещения

находящихся в помещении горючих и трудногорючих веществ и материалов.

Помещения в зависимости от вида, свойств и количества горючих веществ и материалов, а также условий их применения и обработки разделяют по взрывопожарной и пожарной опасности на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания – на категории А, Б, В, Г и Д.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т.д.).

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл.7.1.

Нетрудно заметить, что отличительной характеристикой категорий помещений А и Б является большая величина расчетного избыточного давления взрыва в помещении (более 5 кПа). Расчетное избыточное давление взрыва в помещении, определяется по формулам (приложение А к [22]) в зависимости от вида вещества, его свойств и количества в помещении, объема помещения.

Таблица 7.1

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, обращающихся в помещении
А Повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 Пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категориям А или Б
Г Умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д Пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл.7.1, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д). Таким образом, определяют категории для всех помещений в здании.

Категории **зданий** по взрывопожарной и пожарной опасности определяют исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполняются следующие условия: здания не относятся к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполняются следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5% (10% если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²), и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполняются следующие условия: здание не относится к категориям А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5% суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²), и помещения категории А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

Правильное определение категорий взрывопожароопасной и пожарной опасности зданий является одним из основных аспектов повышения безопасности труда на производстве. В случае необоснованного занижения категории

здания под угрозу ставится жизнь работающих в нем людей, сохранность зданий и технологического оборудования. Завышение категорий приводит к необоснованным затратам на строительство (завышается степень огнестойкости здания, возникает необходимость устройства легкосбрасываемых конструкций и т.п.), установке дорогостоящего (во взрывобезопасном исполнении) оборудования, аварийной вентиляции и т.п. При этом существенно удорожается и эксплуатации промышленных объектов.

7.3. Расчетная часть

7.3.1. Задание по работе

Определить категорию взрывопожарной опасности трехэтажного здания, в котором размещено деревообрабатывающее производство. Потенциальными взрывоопасными веществами являются:

- взрывоопасная древесная пыль, образующаяся в помещении на 2-м этаже, в котором осуществляется первичная обработка пиломатериалов площадью F_1 ;
- пары ацетона (используемого в качестве растворителя для лака), которые выделяются в помещении площадью F_2 на 3-м этаже при покрытии деревянных конструкций;
- пары ацетона в помещении площадью $F_3 = 60 \text{ м}^2$, в котором приготавливается лак;
- взрывоопасная пыль, образующаяся в помещении на 3-м этаже площадью $F_7 = 420 \text{ м}^2$, в котором полируется покрытые лаком поверхности;
- высота помещений каждого этажа составляет $H_g = 4,0 \text{ м}$;
- текущая уборка пыли в помещениях производится еженедельно, а генеральная $T_{ген}$ уборка – 1 раз в месяц, т.е. через 24 смены, при односменной работе.

Остальные производственные помещения здания опасности с точки зрения возможного взрыва не представляют, т.к. в них осуществляется только лишь сушка, сортировка и хранение древесины, а также ее сборка и хранение готовой продукции. Бытовые и подсобные помещения расположены равномерно на каждом этаже здания.

Таблица 7.2

Исходные данные

Наименование показателя	Номер варианта			
	1	2	3	4
Площадь помещения F_1 , м^2	720	660	600	560
Площадь помещения F_2 , м^2	1400	1500	1600	1800
Масса пыли, выделяющейся в объем помещения F_1 за смену, кг	10	15	20	25
Объем емкости для лака $V_{лак}$ в помещении F_2 , л	25	26	27	28
Теплота сгорания древесной пыли, H_T , Дж/кг	1,09*10 ⁶			
Интенсивность испарения ацетона, W , кг/м ² с	0,00021			

Исходные данные для выполнения работы согласно номеру варианта, который задает преподаватель, принимают по табл.7.2.

План типового этажа здания показан на рис.7.1.

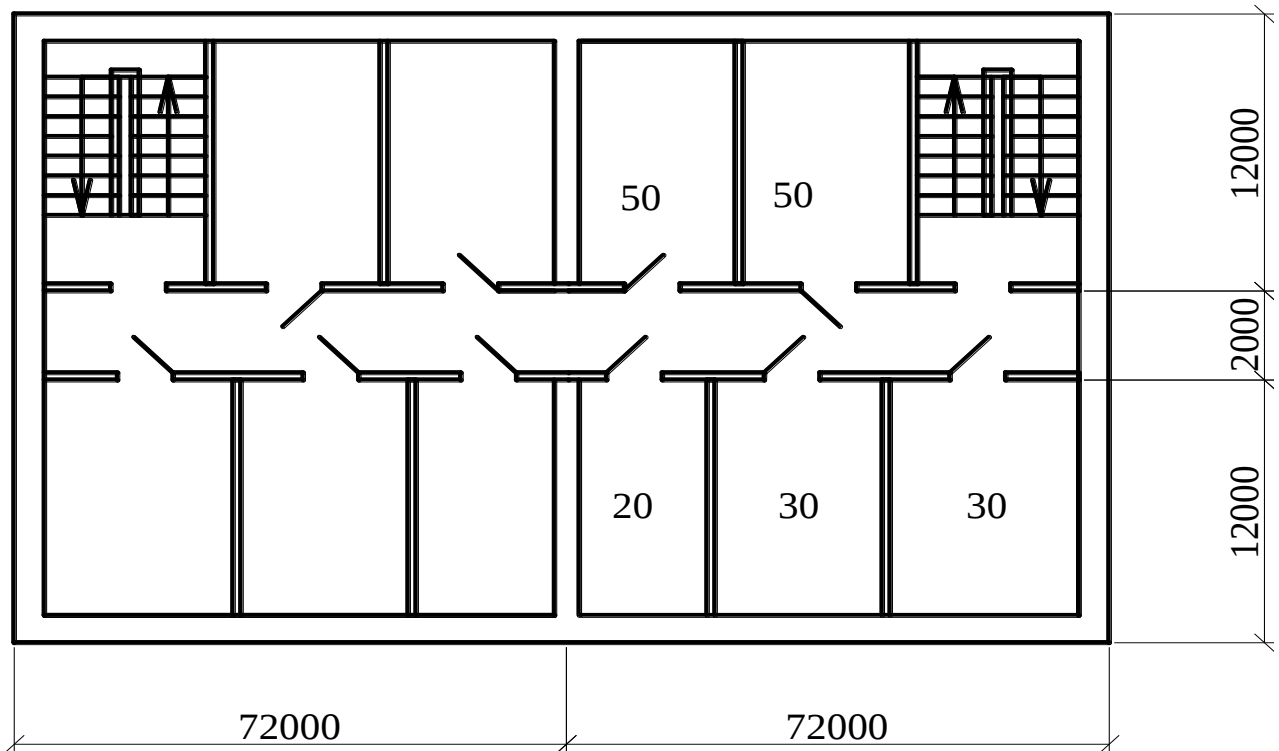


Рис. 7.1. План типового этажа здания

7.3.2. Порядок выполнения расчетов

1. Определить категорию помещения площадью F_1 на втором этаже, в котором выделяется взрывоопасная пыль. Для этого следует:

1.1. Определить массу пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещениях за время между генеральными уборками:

$$m_1 = M_1 (1 - \alpha) \beta_1, \text{ кг}, \quad (7.1)$$

где M_1 — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными уборками, кг.

$$M_1 = M_2 \cdot T_{\text{ген}}, \text{ кг}, \quad (7.2)$$

M_2 — масса пыли, выделяющаяся за смену, кг (по заданию);

$T_{\text{ген}}$ — период времени между генеральными уборками в помещении смен (по заданию);

α — доля выделяющейся в помещении пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами. При отсутствии данных полагается $\alpha = 0$, т.е. вся пыль остается в помещении. Для расчета принимаем $\alpha = 0,8$;

β_1 — доля выделяющейся пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях помещения, т.е. на таких поверхностях, которые не убираются при текущих уборочных работах. Величина β_1 может

быть определена экспериментально или задана технологами. При отсутствии данных принимается $\beta_1 = 1$, т.е. вся оставшаяся в помещении пыль накапливается, а не убирается. Для расчета принимаем $\beta_1 = 0,2$.

1.2. Определить массу пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях, т.е. на поверхностях, убираемых при текущих уборочных работах:

$$m_2 = M_2 \cdot \alpha \cdot \beta_2, \text{ кг}, \quad (7.3)$$

где β_2 — доля выделяющейся в помещении пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях, определяется из соотношения

$$\beta_2 + \beta_1 = 1, \text{ кг}, \quad (7.4)$$

1.3. Определить массу отложившейся в помещении взрывоопасной пыли к моменту расчетной аварии

$$m_n = \frac{K_z}{K_y} \cdot m_1 + m_2, \text{ кг}, \quad (7.5)$$

где K_z — доля горючей пыли в общей массе отложений пыли. Величина определяется экспериментально по специальным методикам. Для пыли древесины принимаем $K_z = 1$, т.е. вся пыль является горючей;

K_y — коэффициент эффективности пылеуборки. При ручной сухой пылеуборке $K_y = 0,6$, при ручной влажной пылеуборке $K_y = 0,7$, при механизированной вакуумной пылеуборке (ровный пол) $K_y = 0,9$, при механизированной вакуумной пылеуборке (пол с выбоинами до 5% площадей) $K_y = 0,7$. Для расчета принимаем наихудший случай ручной уборки: $K_y = 0,6$.

1.4. Определить расчетную массу взвехившейся пыли

$$m_{\text{вз}} = K_{\text{вз}} \cdot m_n, \text{ кг}, \quad (7.6)$$

где $K_{\text{вз}}$ — доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации, т.е. участвовать во взрыве. Величина определяется по специальным методикам и зависит от вида и свойств осевшей пыли. При отсутствии экспериментальных сведений принимается $K_{\text{вз}} = 0,9$.

1.5. Так как кроме осевшей в помещении пыли во взрыве может участвовать и пыль, поступившая в помещение во время аварии из каких-либо бункеров, трубопроводов и т.п., необходимо определить расчетную массу взвешенной в помещении пыли по формуле

$$m = m_{\text{вз}} + m_{\text{ав}}, \text{ кг}, \quad (7.7)$$

где $m_{\text{ав}}$ — расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг. Так как по условию задачи и при данной технологии мы не имеем емкостей с пылью, трубопроводов и т.п., то принимаем $m_{\text{ав}} = 0$.

1.6. Определить избыточное давление взрыва в помещении:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot z}{V_{св} \cdot \rho_v \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_n}, \text{ Па}, \quad (7.8)$$

где H_T – теплота сгорания древесной пыли, Дж/кг (по заданию);

P_0 – начальное давление в помещении, кПа. Принимаем $P_0 = 101$ кПа;

z – коэффициент участия горючей пыли во взрыве. Принимаем $z = 0,5$;

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м³. Объем, не занятый технологическим оборудованием, трубопроводами и т.п. При отсутствии данных принимается равным 80% геометрического объема помещения;

ρ_v – плотность воздуха до взрыва, кг/м³. Принимаем $\rho_v = 1,2$ кг/м³

C_p – теплоемкость воздуха, Дж К/кг. Принимаем $C_p = 1,01 \cdot 10^3$ Дж К/кг;

T_0 – температура воздуха в помещении до взрыва, К;

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Исходя из реальных условий большинства производственных помещений, в которых давление взрыва примерно в 3 раза ниже давления, достигаемого в идеальном случае, принимаем $K_n = 3$.

1.7. На основании рассчитанной в п.1.6 величины избыточного давления взрыва в помещении следует отнести заданное помещение на втором этаже площадью F_1 к категории «Б» (при $\Delta P > 5$ кПа), либо к категории «В» (при $\Delta P \leq 5$ кПа).

2. Определить категорию остальных помещений 2-го этажа.

2.1. Согласно условию задачи, все остальные помещения 2-го этажа относим к пожароопасной категории «В» без расчета, т.к. в этих помещениях взрывоопасная пыль отсутствует, имеются только твердые горючие материалы.

3. Определить категорию помещений 3-го этажа.

3.1. Категорию помещения 3-го этажа здания площадью F_7 , в котором выполняется полировка покрытых лаком поверхностей, принимаем по аналогии с помещением, рассмотренном в п.1 без детализации расчетов. Данное помещение относим к взрывоопасной категории «Б» ($\Delta P > 5$ кПа). Остальные помещения этажа также по аналогии с помещениями 2-го этажа и п.2.1 относим к пожароопасной категории «В»

4. Определить категорию помещения площадью F_2 на третьем этаже, в котором выделяются пары ацетона. Для этого следует:

4.1. Определить массу паров жидкости, поступивших в помещение в случае расчетной аварии:

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр}, \text{ кг}, \quad (7.9)$$

где m_p – масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{емк}$ – масса жидкости, испарившейся с поверхности открытых емкостей, кг. По условию задачи $m_{емк} = 0$;

$m_{св.окр}$ – масса жидкости, испарившейся со свежееккрашенных поверхности, кг.

4.2. Определить массу жидкости, испарившейся с поверхности разлива, по формуле:

где W – интенсивность испарения, кг/м² с (по заданию);

F_u – площадь испарения, м². Принимается исходя из расчета, что один литр жидкости разливается на 1 м² поверхности пола [22];

T – длительность испарения жидкости, с. Принимается равной времени полного испарения разлитой жидкости, но не более 3600 сек. При меньшем предполагаемом времени определяется по формуле:

$$T = \frac{q}{W}, \text{ с}, \quad (7.10)$$

где q – количество разлившейся жидкости на 1 м² пола, кг/м². Определяется по формуле:

$$q = q_v \cdot \rho_{ж}, \text{ кг/м}^2, \quad (7.11)$$

где q_v – количество жидкости на 1 м²;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/л. Для ацетона при комнатной температуре $\rho_{ж} = 0,802$ кг/л.

4.3. Массу жидкости, испарившейся со свежееккрашенной поверхности, определяем по формуле:

$$m_{св.окр} = W \cdot F_{св.окр} \cdot T, \text{ кг}, \quad (7.12)$$

где $F_{св.окр}$ – площадь свежееккрашенной поверхности, м². Определяется условиями технологического процесса. Принимаем $F_{св.окр} = 50$ м².

T – длительность испарения жидкости. Принимаем $T=1000$ с.

4.4. Определяем избыточное давление взрыва в помещении:

$$\Delta P = P_{\max} - P_0 \cdot \frac{m \cdot z}{V_{св} \rho_n} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}, \text{ кПа}, \quad (7.13)$$

где $P_{\max}$ – максимальное давление взрыва паровоздушной смеси в замкнутом объеме, кПа. Величина $P_{\max}$ зависит от вида вещества, концентрации паров и других параметров применяемого вещества. При отсутствии данных принимается равным $P_{\max} = 900$ кПа;

ρ_n – плотность паров ацетона. Принимаем равным $\rho_n = 2,41$ кг/м³. Значения P_0 , z , $V_{св}$, K_n приняты ранее;

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, такая концентрация, когда давление взрыва имеет максимальное значение

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (7.14)$$

где β – стехиометрический коэффициент участия кислорода в реакции сгорания, определяемый по формуле:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (7.15)$$

где n_C , n_H , n_O , n_X – число атомов углерода (С), водорода (Н), кислорода (О) и галогенов (F, Cl, Br и др.) в молекуле горючего. Формула ацетона C_3H_6O .

4.5. С учетом полученной величины избыточного давления взрыва в помещении, делаем вывод о принадлежности помещения к категории А (при $\Delta P > 5$ кПа), т.к. для ацетона температура вспышки $t_{всп} = +18^\circ\text{C}$ (меньше $+28^\circ\text{C}$) или категории В (при $\Delta P < 5$ кПа).

5. Принимаем без расчета, который был выполнен по аналогии с предыдущими расчетами, для помещения на 3-м этаже, в котором готовится лак ($F_3 = 60 \text{ м}^2$) категорию А.

6. Для определения категории здания необходимо, исходя из условий задачи, плана этажа, полученных категорий для помещений, вычислить:

- суммарную площадь помещений категории А (F_A) м^2 ;
- то же категории Б (F_B), м^2 ;
- то же категории В (F_B), м^2 ;
- суммарную площадь (F_0) всех помещений здания (без коридоров и лестничных клеток), м^2 .

7. Определить категорию здания, воспользовавшись методикой, приведенной ранее.

7.4. Оценка результатов расчетов и выводы по работе

Вывод по работе должен отвечать на условие поставленной задачи, т.е. обозначить полученную расчетом категорию здания.

7.5. Рекомендации по категорированию помещений и зданий

Рекомендациями по проделанной работе могут быть организационные и технические мероприятия и решения, направленные на обеспечение взрывобезопасности для помещений, которые по результатам расчетов имеют категории А и Б. Для таких помещений в соответствии с действующими нормами предусматривается:

- оборудовать помещения установками автоматического пожаротушения;
- предусмотреть в этих помещениях устройство легкобрасываемых конструкций;
- уменьшить по возможности количество взрывоопасного вещества или заменить его веществом с менее опасными свойствами;
- предусмотреть устройство аварийной вентиляции с автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывоопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности;

- предусмотреть применение оборудования во взрывобезопасном исполнении;
- регламентировать в использование в этих помещениях искробезопасного инструмента;
- регламентировать периодичность уборки помещений от накапливающейся взрывоопасной пыли.

7.6. Контрольные вопросы

1. Каким нормативным документом регламентируется классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности?
2. Назовите категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. Каким образом определяют категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности?
4. Укажите порядок расчета категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.
5. Каковы рекомендации по категорированию помещений и зданий?