


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бойко Елена Григорьевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.02.2024 10:08:39  
Уникальный программный ключ:  
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра «Техносферная безопасность»

«Утверждаю»  
Заведующий кафедрой

  
С.В. Романов  
«01» июля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**  
для направления подготовки **20.03.01 Техносферная безопасность**  
профиль **Пожарная безопасность**

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения - очная, заочная

Тюмень, 2022

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1) ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) «Техносферная безопасность» утвержденный Министерством науки и высшего образования РФ 25.05.2020г., приказ № 680

2) Учебный план основной образовательной программы 20.03.01 «Техносферная безопасность» одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «01» июля 2022 г. Протокол № 11

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры техносферной безопасности от «01» июля 2022 г. Протокол № 11

Заведующий кафедрой



С.В. Романов

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией института от «01» июля 2022 г. Протокол № 7

Председатель методической комиссии института ИТИ



О.А. Мелякова

**Разработчик:**

Курочкин Б.Н., старший преподаватель кафедры техносферной безопасности

И.о. директора института



Л.Н. Андреев

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код компетенции	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	<p align="center">Способен планировать проведение пожарно-технической подготовки (обучения, проверки знаний, инструктажей и противопожарных тренировок) персонала, а также разработки и пересмотра инструкций о мерах пожарной безопасности и оформления документации</p>	<p align="center">ИД-1<sub>ПК-4</sub> Обеспечивает пожарную безопасность при проведении технологических процессов, эксплуатации оборудования, при производстве пожароопасных работ</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования, предъявляемые к технологическому оборудованию, способы обеспечения его безопасной и безаварийной работы, методы расчетного обоснования основных параметров систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов.</li> <li>- способы и особенности подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ.</li> <li>-- методику оценки соответствия технологических процессов и производственного оборудования требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности.</li> </ul> <p><b>уметь:</b> оценивать влияние технологических параметров на пожаровзрывоопасность процессов и оборудования, использовать методики разработки систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать способы</li> </ul>

			<p>подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ</p> <p>- использовать методику анализа пожарной опасности технологических процессов производств и расчетные методики для оценки соответствия технологических процессов и производственного оборудования требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- навыками практического применения методов расчетного обоснования устройств, систем обеспечения безопасной и безаварийной работы технологического оборудования, основных параметров систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов</p> <p>- навыками применения способов подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ</p>
--	--	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к *Блоку 1 часть* обязательной образовательной программы, формируемая участниками образовательных отношений.

Для изучения дисциплины необходимы знания в области: *теории горения и взрыва, надзора и контроля в сфере безопасности.*

Данная дисциплина является предшествующей для государственной итоговой аттестации.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах по очной форме обучения, на 5 курсе в 9 и 10 семестрах – заочной форме

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часа (6 зачетных единицы)

#### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часов (6 зачетных единиц).

Вид учебной работы	Очная форма			Заочная форма		
	всего часов	семестр		всего часов	семестр	
		7	8		9	10
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	216	108	108	216	108	108
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-	-
Лекционного типа	50	26	24	12	6	6
Семинарского типа	54	28	26	16	8	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	94	36	58	170	76	94
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	48	18	30	112	38	74
Самостоятельное изучение тем	6	2	4			
Курсовой проект (работа)		-				
Индивидуальное задание	40	16				
Контрольные работы				40	20	20
<b>экзамен</b>	18	18		18	18	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		экз.	зачет		экз.	зачет
<b>Общая трудоемкость:</b>						
часов	<b>216</b>	108	108	<b>216</b>	108	108
зачетных единиц	<b>6</b>	3	3	<b>6</b>	3	3

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Теоретические основы пожаровзрывобезопасности технологий производств	<p>Введение в курс «Пожарная безопасность технологических процессов».</p> <p>Причины и условия образования горючей среды внутри технологического оборудования.</p> <p>Причины и пожарная опасность выхода горючих веществ из нормально работающего технологического оборудования. Причины повреждения технологического оборудования. Мероприятия и технические решения по предотвращению аварийных и чрезвычайных ситуаций.</p> <p>Пожарная опасность выхода горючих веществ из поврежденного технологического оборудования.</p> <p>Причины образования взрывоопасных концентраций.</p> <p>Определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.</p> <p>Производственные источники тепловыделения и условия возникновения пожаров.</p>

		Пожарная безопасность проведения огневых работ. Ограничение развития пожаров на производстве.
2.	Методы анализа пожаровзрывоопасности технологий производств	Методика анализа пожаровзрывоопасности технологических процессов. Решение вопросов пожарной безопасности на стадии проектирования технологической части производств. Решение вопросов пожарной безопасности при эксплуатации технологического оборудования.
3.	Пожарная безопасность типовых технологических процессов	Пожарная безопасность процессов транспортировки горючих веществ и материалов. Пожарная безопасность процессов механической обработки веществ и материалов. Пожарная безопасность процессов нагрева и охлаждения. Пожарная безопасность процессов ректификации первичной переработки нефти. Пожарная безопасность сорбционных процессов. Пожарная безопасность процесса окраски. Пожарная безопасность процесса сушки. Пожарная безопасность химических процессов.
4.	Пожарная безопасность технологий производств ведущих отраслей промышленности	Особенности проведения проверок противопожарного состояния технологий действующих производств. Пожарная безопасность объектов хранения и переработки зерна. Пожарная безопасность объектов хранения и переработки древесины. Пожарная безопасность предприятий текстильной промышленности. Пожарная безопасность объектов энергетики. Пожарная безопасность технологий машиностроительных производств.

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего, часов
1.	Теоретические основы пожаровзрывобезопасности технологий производств	12	14	18	44
2	Методы анализа пожаровзрывоопасности технологий производств	14	14	18	46
	Экзамен			18	18
	<b>Итого часов в семестре</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>54</b>	<b>108</b>
3	Пожарная безопасность типовых технологических процессов	12	12	28	52
4	Пожарная безопасность технологий производств ведущих отраслей промышленности	12	14	30	56
	<b>Итого часов в семестре</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>108</b>
	<b>Итого:</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>96</b>	<b>216</b>

## заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего, часов
1.	Теоретические основы пожаровзрывобезопасности технологий производств	2	4	38	44
2	Методы анализа пожаровзрывоопасности технологий производств	4	4	38	46
	Экзамен			18	18
	<b>Итого часов в семестре</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>94</b>	<b>108</b>
3	Пожарная безопасность типовых технологических процессов	12	12	28	52
4	Пожарная безопасность технологий производств ведущих отраслей промышленности	12	14	30	56
	<b>Итого часов в семестре</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>108</b>
	<b>Итого:</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>96</b>	<b>216</b>

## 4.3. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
1	Раздел 1	Тема 1. Теоретические основы пожаровзрывобезопасности технологий производств.	4	-
2		Тема 2 Расчетные методы определения категорий производственных помещений технологических производств.	4	2
3		Тема 3 Расчетные методы определения категорий зданий технологических производств.	6	2
4	Раздел 2	Тема 4 Расчет избыточного давления взрыва для горючих газов, паров, ЛВЖ и ГЖ, для горючих пылей.	4	2
5		Тема 5 Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах, проливов ЛВЖ и ГЖ.	6	2
6		Тема 6 Метод расчета размеров зон ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени газов и паров.	4	-
<b>Итого часов в семестре</b>			<b>28</b>	<b>8</b>
7	Раздел 3	Тема 7 Пожарная безопасность типовых технологических процессов		-
8		Тема 8 Метод расчета размеров зон распространения облака горючих газов и паров при аварии	4	2
9		Тема 9 Метод расчета параметров волны давления при взрыве резервуара с	6	2

		перегретой жидкостью или сжиженным газом при воздействии на него очага пожара.		
10		Тема 10 Метод расчета параметров испарения горючих не гретых жидкостей и сжиженных углеводородных газов	4	2
11	Раздел 4	Тема 11 Пожарная безопасность технологий производств ведущих отраслей промышленности	6	
12		Тема 12 Анализ пожарной опасности установки первичной переработки нефти и разработка мер по обеспечению пожарной безопасности	6	2
13		Тема 13 Обеспечение пожарной безопасности при различных способах нагрева		
<b>Итого часов в семестре</b>			<b>26</b>	<b>8</b>
<b>Всего часов по дисциплине</b>			<b>54</b>	<b>16</b>

**4.4. Учебные занятия, развивающие у обучающихся навыки командной работы, межличностные коммуникации, принятие решений, лидерские качества**

№ п/п	Номер темы	Метод обучения	Описание метода обучения
1	6	ролевая игра	Ролевая игра проводится в небольших группах (3-5 участников). Участники получают задание на карточках (на доске, листах бумаги и т.д.), распределяют роли, обыгрывают ситуацию и представляют всей группе. Обучающиеся могут свободно импровизировать в рамках выбранных правил, определяя направления и исход игры. В ролевых играх одну и ту же роль в заданной ситуации могут последовательно проигрывать несколько участников, что позволяет анализировать разные варианты поведения и их эффективность.

**4.5. Курсовой проект (работа) - не предусмотрен УП**



## 5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 5.1. Типы самостоятельной работы и её контроль

Тип самостоятельной работы	Форма обучения		Текущий контроль
	очная	заочная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	48	112	тестирование
Самостоятельное изучение тем	6		тестирование
Контрольные работы	-	40	собеседование
Индивидуальное задание	40	-	собеседование
всего часов на СР:	94	170	-

### 5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:

Методические указания и контрольные задания по выполнению контрольной работы для слушателей факультета очного и заочного обучения по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов» по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль подготовки «Пожарная безопасность»)

### 5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:

1. Причины и условия образования горючей среды внутри технологического оборудования.
2. Пожарная опасность выхода горючих веществ из поврежденного технологического оборудования.
3. Пожарная безопасность проведения огневых работ
4. Решение вопросов пожарной безопасности при эксплуатации технологического оборудования.

### 5.4. Темы рефератов: - не предусмотрено ОПОП

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1 Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
<b>ПК-4</b>	ИД-1ПК-4 Обеспечивает пожарную безопасность при проведении технологических процессов, эксплуатации оборудования, при производстве пожароопасных работ	<b>знать:</b> - требования, предъявляемые к технологическому оборудованию, способы обеспечения его безопасной и безаварийной работы, методы расчетного обоснования основных параметров систем	Тест

		<p>обеспечения пожарной безопасности технологических процессов.</p> <p>- способы и особенности подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ.</p> <p>-- методику оценки соответствия технологических процессов и производственного оборудования требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности.</p> <p><b>уметь:</b> оценивать влияние технологических параметров на пожаровзрывоопасность процессов и оборудования, использовать методики разработки систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов</p> <p>- использовать способы подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ</p> <p>- использовать методику анализа пожарной опасности технологических процессов производств и расчетные методики для оценки соответствия технологических процессов и</p>	
--	--	---	--

		<p>производственного оборудования требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практического применения методов расчетного обоснования устройств, систем обеспечения безопасной и безаварийной работы технологического оборудования, основных параметров систем обеспечения пожарной безопасности технологических процессов</li> <li>- навыками применения способов подготовки технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами к проведению регламентных и аварийно-ремонтных работ</li> </ul>	
--	--	--	--

## 6.2. Шкалы оценивания

### Шкала оценивания тестирования на экзамене

% выполнения задания	Балл по 5-бальной системе
86 – 100	5
71 – 85	4
50 – 70	3
менее 50	2

### Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
51 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

## 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Безопасность технологических процессов и производств [Электронный ресурс] : учебник / С.С. Борцова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 608 с. — 978-5-98704-844-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66320.html>

2. Учебно-методическое пособие по дисциплине Программное обеспечение систем управления. **Автоматизация технологических процессов и производства [Электронный ресурс]** / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61530.html>

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков. — Электрон. текстовые данные. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 228 с. — 5-89838-130-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6990.html>

2. Технологические процессы аппаратостроения [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63491.html>

3. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» Редакция от 30.04.2021 (с изм. И доп., вступ. в силу с 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – URL: / <http://docs.cntd.ru/>

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant.ru>

2. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Безопасность технологических процессов и производств [Электронный ресурс] : учебник / С.С. Борцова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 608 с. — 978-5-98704-844-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66320.html>

#### **10. Перечень информационных технологий**

Автоматизированная информационно-графическая система АИГС ГраФиС –Тактик - <https://www.graphicalfiresets.ru/>

#### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для чтения лекций имеются аудитории для использования мультимедийных средств, показа учебных кино- и видеоматериалов слайдов, электронные презентации по темам лекции.

#### **12. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося). В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR BOOKS и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы невизуального доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR BOOKS WV-Reader имеет полную совместимость);

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра «Техносферная безопасность»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

для направления подготовки **20.03.01 Техносферная безопасность**

профиль **Пожарная безопасность**

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения - очная, заочная

**Разработчик:** Старший преподаватель Б.Н. Курочкин

Утверждено на заседании кафедры

протокол № 11 от 01 июля 2022г.

Заведующий кафедрой



С.В.Романов

Тюмень, 2022

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ  
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие  
этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины  
*Пожарная безопасность технологических процессов***

**Комплект заданий для контрольной работы  
ТЕМА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ ПО  
ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ**

Все помещения производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на:

- повышенной взрывопожароопасности, относящиеся к категории А;
- взрывопожароопасные помещения, относящиеся к категории А и Б;
- пожароопасные помещения, относящиеся к категориям В1, В2, В3 и В4;
- помещения, относящиеся к категориям Г и Д.

При категорировании помещений по взрывопожарной и пожарной опасности учитывается:

1. Агрегатное состояние обращающихся веществ и материалов.
2. Взрывопожароопасные свойства горючих веществ и материалов (температура вспышки жидкостей; возможность веществ взрываться или гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом).
3. Количество взрывопожароопасных веществ, выраженное в избыточном давлении взрыва  $\Delta P$  или величине удельной пожарной нагрузки  $g$ .
4. Особенность технологии (сжигание веществ, плавление и т.п.).

Исходя из выше указанных положений, категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности следует принимать в соответствие с таблицей 3.1. При этом необходимо последовательно проверять принадлежность помещения к указанным категориям, считая от высшей (А) до низшей (Д).

Определение категории каждого производственного или складского помещения рекомендуется производить в следующей последовательности:

Обосновать выбор расчетного варианта аварийной ситуации. В качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве будет участвовать наибольшее количество веществ и материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Собрать необходимые данные для расчета избыточного давления взрыва  $\Delta P$ , а именно:

а) определить размеры помещения и его свободный объем. Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать равным 80% геометрического объема помещения;

Таблица 1.1 Условия определения категории помещений в зависимости от агрегатного состояния веществ, их пожаровзрывоопасных свойств, избыточного давления взрыва и особенностей технологии

№ П/ П	Характеристика веществ и материалов	Категории помещений и основные факторы их определяющие				
		А	Б	В1-В4	Г	Д
1	Горючие газы	$\Delta P > 5$ кПа		$\Delta P \leq 5$ кПа	Сжигаются или утилизируются в качестве топлива	
2	Легковоспламеняющиеся жидкости с $t_{всп} \leq 28$ °С	$\Delta P > 5$ кПа		$\Delta P \leq 5$ кПа		
3	Легковоспламеняющиеся жидкости с $t_{всп} > 28$ °С		$\Delta P > 5$ кПа	$\Delta P \leq 5$ кПа		
4	Горючие жидкости		$\Delta P > 5$ кПа	$\Delta P \leq 5$ кПа	Сжигаются или утилизируются в качестве топлива	
ж	Трудногорючие жидкости			+		
6	Твердые горючие вещества и материалы			Не используются как топливо	Сжигаются или утилизируются в качестве топлива	
7	Твердые трудногорючие вещества и материалы			+		
8	Горючие пыли и волокна		$\Delta P > 5$ кПа	$\Delta P \leq 5$ кПа		
9	Вещества, взаи-		$\Delta P > 5$	Только		



	модействующие с водой, кислородом воздуха и друг с другом		кПа	горят		
10	Негорючие вещества и материалы				В горячем, раскаленном или расплавленном состоянии	В холодном состоянии

б) определить климатические условия в помещении и условия, способствующие накоплению горючих веществ (температура воздуха; кратность воздухообмена аварийной вентиляции; интенсивность пылеотложения на доступных и труднодоступных поверхностях, а также площадь последних и т.п.);

в) выписать или определить расчетом основные физико-химические показатели и показатели пожаровзрывоопасности обращающихся в технологическом блоке веществ (максимальное давление взрыва, стехиометрическую концентрацию, плотность, молекулярную массу, теплоту сгорания, давление насыщенных паров и др.);

г) определить основные характеристики технологического блока (объем аппарата, степень заполнения или массу пыли в аппарате, рабочую температуру, производительность насоса или компрессора, длину и диаметр отводящего и подводящего трубопровода, площадь свежеокрашенных поверхностей, продолжительность одного цикла пылевыделения и т.п.).

**Произвести расчет избыточного давления взрыва.** Для индивидуальных горючих веществ (газов и паров ЛВЖ и ГЖ), состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, избыточное давление взрыва  $\Delta P$  определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{Г.Л.}} \cdot \frac{100}{C_{СТ}} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (1.1)$$

где  $P_{\max}$  - максимальное давление взрыва, определяемое по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать  $P_{\max}$  равным 900 кПа;

$P_o$  - начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101,3 кПа);

$m$  - масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, кг;

$Z$  - коэффициент участия горючего во взрыве (допускается принимать по таблице 5.2);

$V_{св}$  - свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$\rho_{г.п.}$  - плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{г.п.} = \frac{M}{V_o \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)}, \quad (1.2)$$

где  $M$  - молярная масса газа или пара, кг/кмоль;

$V_o$  - молярный объем, равный 22,4 м<sup>3</sup>/кмоль;

$t_p$  - расчетная температура, равная максимально возможной температуре воздуха в помещении, °С;

$C_{cm}$  - стехиометрическая концентрация горючего вещества в воздухе, % (объемных), вычисляемая по формуле

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4.76 \cdot \beta}, \quad (1.3)$$

где  $\beta = n_c + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$  - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения;

$n_c, n_H, n_O, n_X$  - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;

$K_H$  - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать равным 3).

Для смесей горючих веществ и пылей расчет избыточного давления взрыва производится по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot Q_H \cdot P_o \cdot Z}{V_{CB} \cdot \rho_B \cdot C_P \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (1.4)$$

где  $m$  - масса пыли или смеси горючих веществ, вышедших в помещение в результате аварии, кг;

$Q_H$  - теплота сгорания горючих веществ, определяемая по справочной литературе или расчетом, Дж/кг. Для веществ неизвестного строения, но известного состава (в том числе пылей и волокон), она может быть определена по формуле Д.И.Менделеева:

$$Q_H = 339,4C + 1257H - 108,9(O+N - S) - 25,1(9H + W), \quad (1.5)$$

где  $C, H, O, N, S$  и  $W$  – соответственно содержание в веществе углерода, водорода, кислорода, азота, серы, и влаги, % (массовых).

Для смесей газов и паров низшая теплота сгорания может быть найдена как сумма произведений теплоты горения каждого горючего компонента на его объемную долю в смеси :

$$Q_H = \sum_{i=1}^n (Q_H)_i \cdot \frac{\varphi_i}{100}, \quad (1.6)$$

где  $(Q_H)_i$  - низшая теплота горения  $i$ -го компонента горючей смеси, Дж/кг;  
 $\varphi_i$  - содержание  $i$ -го горючего компонента в смеси, %;  
 $n$  - число горючих компонентов в смеси.

Для нефтепродуктов низшая теплота сгорания может быть рассчитана по формуле Басса:

$$H_T = 50460 - 8,545 \cdot \rho \quad (1.7)$$

где  $\rho_{ж}$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$Z$  - коэффициент участия горючего вещества во взрыве. Для смесей горючих газов и паров жидкостей его можно определить по таблице 3.2. Для взвешенной пыли коэффициент  $Z$  рассчитывается по формуле:

$$Z=0,5 \cdot F, \quad (1.8)$$

где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого взрывозвесь становится взрывобезопасной, то есть не способной распространять пламя. При отсутствии данных допускается для пылей принимать  $Z = 0,5$ .

$\rho_v$  - плотность воздуха до взрыва при начальной температуре, кг/м<sup>3</sup>;

$C_p$  - теплоемкость воздуха, Дж/(кг К). Допускается принимать  $C_p = 1010$  Дж/(кг· К).

$T_o$  - начальная температура воздуха, К.

**Таблица 1.2.** Значения коэффициента  $Z$  для различных видов горючего

Вид горючего вещества	Значения $Z$
Водород	1
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
ЛВЖ и ГЖ, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры	0,3

вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	
ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Расчетное избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, необходимо также определять по выше указанной формуле (1.4). Однако при этом следует учитывать некоторые особенности. Величина  $Q_n$  в формуле (3.4) принимается равной энергии, выделяющейся при взаимодействии веществ с учетом их сгорания до конечных соединений. Коэффициент участия горючих веществ во взрыве следует принимать равным  $Z=1$ . Если величину избыточного давления взрыва  $\Delta P$  определить не представляется возможным, то допускается принимать ее превышающей 5 кПа.

Основная трудность при расчете избыточного давления взрыва по формулам (1.1) и (1.4) состоит в определении массы горючих газов, паров жидкостей и пылей которые могут выйти в помещение в случае аварии на одном из технологических блоков.

В соответствии с требованиями СП *количество газов, которые могут поступить в помещение и образовать газоздушные смеси*, необходимо определять исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчётная авария одного аппарата, при которой имеет место самый неблагоприятный вариант, то есть в помещение поступает наибольшее количество газов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва;

б) всё содержимое аппарата поступает в помещение;

в) одновременно происходит утечка веществ из подводящих и отводящих трубопроводов в течении времени, необходимого для их отключения.

Расчётное время отключения трубопроводов принимается равным:

- времени срабатывания системы автоматики, задействованной для отключения трубопроводов, но только в том случае, если вероятность отказа системы не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование её элементов. Расчетное время отключения при этом принимают по паспортным данным установки;

- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование её элементов;

- 300 с в случае ручного отключения задвижек.

Под «временем срабатывания» и «временем отключения» следует понимать промежуток времени от начала поступления горючего вещества из

трубопровода до полного прекращения его поступления в помещение.

Количество жидкостей, которые при поступлении в помещение могут испаряться и образовывать паровоздушные смеси, необходимо определять исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчётная авария одного аппарата, при которой в помещение поступает наибольшее количество легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, наиболее опасных в отношении последствий взрыва;

б) всё содержимое аппарата поступает в помещение;

в) одновременно происходит утечка жидкости из подводящих и отводящих трубопроводов в течении времени, необходимого для их отключения. Расчетное время отключения принимается также, как и в случае с газами.

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости.

Площадь испарения при отсутствии справочных данных определяется исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м<sup>2</sup>, а остальных жидкостей – на 1 м<sup>2</sup> пола помещения. При определении площади разлива необходимо учитывать наличие приямков, бортиков и подобных устройств, препятствующих растеканию жидкости.

д) происходит испарение жидкостей из ёмкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом (то есть из аппаратов с открытой поверхностью испарения);

е) происходит испарение со свежеекрашенных поверхностей;

ж) длительность испарения жидкости принимается равной времени её полного испарения, но не более 3600 сек.

*Количество пылей, которые могут поступать в помещение и образовывать пылевоздушные смеси, необходимо определять исходя из следующих предпосылок:*

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находящейся в аппарате пыли.

Методика определения массы газов, паров и пылей, которые в смеси с воздухом могут образовывать взрывоопасные смеси, подробно расписана в СП 12.13130.2009.

Если в производственном помещении обращаются гибридные взрывоопасные смеси, содержащие горючие газы (пары) и пыли, то расчетное избыточное давление взрыва в таком помещении необходимо определять по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (1.9)$$

где  $\Delta P_1$  - избыточное давление взрыва для газа или пара, вычисленное по формуле (3.1) или (3.4), кПа;

$\Delta P_2$  - избыточное давление взрыва, вычисленное для горючей пыли по формуле (3.4), кПа.

Зная величину расчётного избыточного давления взрыва, которое может возникнуть в производственном или складском помещении при возникновении аварийной ситуации, можно приступить к следующему этапу - **определить принадлежность помещения к взрывопожароопасным категориям.**

Принадлежность помещения к взрывопожароопасным категориям А и Б определяется по таблице 1 в зависимости от агрегатного состояния обращающихся горючих веществ, их взрывопожароопасных свойств, избыточного давления взрыва и особенностей технологии.

Если помещение не может быть отнесено к взрывопожароопасной категории, то необходимо проверить его принадлежность к пожароопасной категории.

**Определение пожароопасной категории помещения.** Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 1.3.

Максимальное значение удельной временной пожарной нагрузки  $g$  определяется по формуле:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (1.10)$$

где  $Q$  - пожарная нагрузка в пределах пожароопасного участка, МДж;

$S$  - площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (но не менее 10 м<sup>2</sup>).

Пожарная нагрузка  $Q$  в формуле (1.10) включает в себя различные сочетания (смесь) горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов, находящихся в пределах пожароопасного участка. Она определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot H_{T_i}, \quad (1.11)$$

где  $G_i$  - количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;

$H_{T_i}$  - низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Таблица 1.3. Условия определения пожароопасных категорий помещений

Категории	Удельная пожарная нагрузка на участке,	Примечание
-----------	--	------------

	МДж/м <sup>2</sup>	
В1	не более 2200	Способ размещения пожарной нагрузки не нормируется
В2	1401 - 2200	1. Способ размещения пожарной нагрузки не нормируется. 2. Необходимо проверить условие принадлежности к категории В1 (условие 1.12).
В3	181 - 1400	1. Способ размещения пожарной нагрузки не нормируется. 2. Необходимо проверить условие принадлежности к категории В2 (условие 1.12).
В4	1 - 180	1. Пожарная нагрузка должна размещаться на любом участке пола помещения площадью не более 10 м <sup>2</sup> . 2. Между участками должны быть соблюдены предельные расстояния, определяемые по формулам (11), (12), (13).

Значения  $H_T$  в формуле (1.11) определяются из справочной литературы или по формулам (1.5), (1.6) и (1.7).

Вычислив значение максимальной удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков по формуле (1.11), его сравнивают со значениями, приведенными в таблице 1.3 и определяют категорию помещения.

Если расчет удельной пожарной нагрузки  $g$  показал, что помещение относится к категории В2 или В3, то для подтверждения принадлежности помещения к этим категориям необходимо проверить условие:

$$Q \geq 0,64 g_m H^2, \quad (1.12)$$

где  $g_m = 1400$ , если  $181 < g < 1400$  и  $g_m = 2200$ , если  $1400 < g < 2200$ ;

$H$  - минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия или покрытия, м.

В том случае, если условие (1.12) соблюдается, то помещения следует относить к более высоким категориям, то есть к категориям В1 и В2 соответственно.

В пожароопасных помещениях категорий В1, В2, В3 и В4 допускается наличие нескольких участков с различной пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице 3.3. Но при этом в помещениях категории В4 между этими участками должны быть соблюдены противопожарные разрывы, в пределах которых исключается (или снижается)

вероятность распространения пожара от одного участка к другому. Чтобы установить требуемые противопожарные разрывы необходимо знать предельно допустимое расстояние  $l_{пр}$  между участками.

Для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов предельное расстояние определяется в зависимости от величины критической плотности  $q_{кр}$  лучистых потоков. Чем меньше величина  $q_{кр}$ , тем опаснее материал. Поэтому при определении предельного расстояния между участками, значение  $q_{кр}$  принимается по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$  на одном из двух участков.

Для тех пожароопасных помещений, у которых минимальное расстояние  $H$  от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия или покрытия превышает или равно 11 м, предельное расстояние  $l_{пр}$  в зависимости от критической плотности  $q_{кр}$  лучистого потока необходимо определять по таблице 3.4.

**Таблица 1.4.** Рекомендуемые значения предельных расстояний ( $l_{пр}$ ) в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков ( $q_{кр}$ )

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

Если значение  $H$  менее 11 м, то предельное расстояние между участками определяется по формуле:

$$l'_{пр} = l_{пр} + (11 - H), \quad (1.13)$$

В том случае, если пожарная нагрузка на участках представлена материалами для которых неизвестны величины  $q_{кр}$ , значения предельных расстояний необходимо принимать  $l_{пр} = 12$  м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, предельное расстояние между участками необходимо определять по формулам:

$$l_{пр} = 15 \text{ м} \quad \text{при } H \geq 11 \text{ м}, \quad (1.14)$$

$$l_{пр} = 26 - H \quad \text{при } H < 11 \text{ м}. \quad (1.15)$$

Противопожарные разрывы между участками в пожароопасных помещениях категории В4 должны быть более предельных расстояний  $l_{пр}$ , определенных по таблице 3.4 или расчетным путем.

Если помещение не может быть отнесено ни к взрывопожароопасной, ни



к пожароопасной категории, то тогда необходимо установить его принадлежность к категориям Г и Д.

**Определение принадлежности помещения к категориям Г и Д.** При определении принадлежности помещения к категориям Г и Д необходимо учитывать условия проведения технологических процессов, указанные в таблице 1.1.

### УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ практического задания

Сумма двух последних цифр номера зачетной книжки студента определяют вариант практического задания.

#### **Вариант № 1.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 50 м, ширина 23 м, высота 7 м. В помещении применяется гексан, находящийся в напорной емкости объемом  $2,5 \text{ м}^3$ . Степень заполнения аппарата 0,85. В напорную емкость гексан подается насосом производительностью  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала  $2 \text{ м}^2$  (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по  $0,3 \text{ м}^2$  каждый. Подводящий трубопровод длиной 4 м, диаметром 35 мм, отводящий длиной 2 м, диаметром 35 мм. Коэффициент свободного объема помещения 85 %, температура в помещении  $21^\circ\text{C}$ . Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 10-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 2.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 55 м, ширина 32 м, высота 6 м. В помещении применяется бутилацетат, находящийся в напорной емкости объемом  $7 \text{ м}^3$ . Степень заполнения аппарата 0,8. В напорную емкость бутилацетат подается насосом производительностью  $45 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала  $1,5 \text{ м}^2$  (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с поверхностью испарения по  $0,8 \text{ м}^2$  каждый. Подводящий трубопровод длиной 8 м, диаметром 50 мм, отводящий длиной 6 м, диаметром 75 мм. Коэффициент свободного объема помещения 70 %, температура в помещении  $22^\circ\text{C}$ . Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 8-ми кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 3.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 45 м, ширина 25 м, высота 8 м. В помещении применяется ацетон, находящийся в напорной емкости объемом  $3,5 \text{ м}^3$ . Степень заполнения аппарата 0,8. В напорную емкость ацетон подается насосом производительностью  $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с

площадью зеркала 1,4 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться три окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по 0,5 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 8 м, диаметром 70 мм, отводящий длиной 6 м, диаметром 100 мм. Коэффициент свободного объема помещения 70 %, температура в помещении 19°С. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 6-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 4.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 70 м, ширина 28 м, высота 9 м. В помещении применяется пентан, находящийся в напорной емкости объемом 3 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,7. В напорную емкость пентан подается насосом производительностью 70 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 1 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по 0,2 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 2 м, диаметром 30 мм, отводящий длиной 1 м, диаметром 30 мм. Коэффициент свободного объема помещения 80 %, температура в помещении 20°С. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 12-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 5.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 60 м, ширина 30 м, высота 5 м. В помещении применяется этиловый спирт, находящийся в напорной емкости объемом 18 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,8. В напорную емкость спирт подается насосом производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 2,5 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с поверхностью испарения по 2 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 18 м, диаметром 150 мм, отводящий длиной 3 м, диаметром 100 мм. Коэффициент свободного объема помещения 60 %, температура в помещении 24°С. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 12-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 6.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 50 м, ширина 20 м, высота 6 м. В помещении применяется бензол, находящийся в напорной емкости объемом 3 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,7. В напорную емкость бензол подается насосом производительностью 110 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 1,5 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по 2,1 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 7 м, диаметром 75 мм,

отводящий длиной 5 м, диаметром 100 мм. Коэффициент свободного объема помещения 70 %, температура в помещении 22°C. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 8-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 7.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 50 м, ширина 23 м, высота 7 м. В помещении применяется ксилол, находящийся в напорной емкости объемом 1,5 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,75. В напорную емкость ксилол подается насосом производительностью 30 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 1 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться три окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по 0,1 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 3 м, диаметром 25 мм, отводящий длиной 2 м, диаметром 30 мм. Коэффициент свободного объема помещения 80 %, температура в помещении 20°C. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 10-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 8.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 40 м, ширина 25 м, высота 6 м. В помещении применяется циклогексанон, находящийся в напорной емкости объемом 9 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,7. В напорную емкость циклогексанон подается насосом производительностью 80 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 2,3 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с поверхностью испарения по 1 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 10 м, диаметром 75 мм, отводящий длиной 4 м, диаметром 90 мм. Коэффициент свободного объема помещения 60 %, температура в помещении 24°C. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция обеспечивает 6-ти кратный воздухообмен.

#### **Вариант № 9.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 45 м, ширина 18 м, высота 7 м. В помещении применяется этилацетат, находящийся в напорной емкости объемом 2 м<sup>3</sup>. Степень заполнения аппарата 0,85. В напорную емкость этилацетат подается насосом производительностью 75 м<sup>3</sup>/ч. Из напорной емкости растворитель подается самотеком в окрасочную ванну с площадью зеркала 1,8 м<sup>2</sup> (окраска окунанием). Одновременно в помещении могут находиться два окрашенных изделия с окрашенной поверхностью по 0,7 м<sup>2</sup> каждый. Подводящий трубопровод длиной 5 м, диаметром 55 мм, отводящий длиной 4 м, диаметром 90 мм. Коэффициент свободного объема помещения 80 %, температура в помещении 24°C. Отключение поврежденного участка вручную. Аварийная вентиляция

обеспечивает 10-ти кратный воздухообмен.

## ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ

### Вариант № 10.

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 25 м, ширина 12 м, высота 5 м. В помещении находится газгольдер постоянного объема с газом бутаном. Объем газгольдера 5 м<sup>3</sup>, газ находится под давлением 4 атм. И температура его 30°C. Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью 120 м<sup>3</sup>/час. Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 10 м и диаметр 100 мм. Из газгольдера газ поступает в смеситель по трубопроводу, длина которого 5 м, диаметр 70 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении 21°C. Аварийная вентиляция обеспечивает обмен 10 час<sup>-1</sup>.

### Вариант № 11.

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 45 м, ширина 10 м, высота 4 м. В помещении находится газгольдер постоянного объема с газом водородом. Объем газгольдера 3 м<sup>3</sup>, газ находится под давлением 2 атм. и при температуре 20°C. Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью 199 м<sup>3</sup>/час. Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 5 м и диаметр 50 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении 21°C. Аварийная вентиляция обеспечивает обмен 10 час<sup>-1</sup>.

### Вариант № 12.

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 40 м, ширина 20 м, высота 9 м. В помещении находится газгольдер постоянного объема с газом метаном. Объем газгольдера 7 м<sup>3</sup>, газ находится под давлением 16 атм. и при температуре 18°C. Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью 420 м<sup>3</sup>/час. Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 50 м и диаметр 400 мм. Из газгольдера газ поступает в смеситель по трубопроводу, длина которого 20 м, диаметр 450 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении 19°C. Аварийная вентиляция обеспечивает обмен 15 час<sup>-1</sup>.

### Вариант № 13.

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 45 м, ширина 15 м, высота 6 м. В помещении находится газгольдер постоянного

объема с газом этаном. Объем газгольдера  $5 \text{ м}^3$ , газ находится под давлением 12 атм. и при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью  $200 \text{ м}^3/\text{час}$ . Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 30 м и диаметр 200 мм. Из газгольдера газ поступает в смеситель по трубопроводу, длина которого 15 м, диаметр 400 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает  $0,000001$  в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении  $20^\circ\text{C}$ . Аварийная вентиляция обеспечивает обмен  $10 \text{ час}^{-1}$ .

#### **Вариант № 14.**

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 35 м, ширина 12 м, высота 6 м. В помещении находится газгольдер постоянного объема с газом сероводородом. Объем газгольдера  $2 \text{ м}^3$ , газ находится под давлением 1,5 атм. и при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью  $100 \text{ м}^3/\text{час}$ . Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 5 м и диаметр 50 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает  $0,000001$  в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении  $20^\circ\text{C}$ . Аварийная вентиляция обеспечивает обмен  $8 \text{ час}^{-1}$ .

## **ГОРЮЧИЕ ПЫЛИ**

#### **Вариант № 15.**

Определить категорию помещения в случае аварийной ситуации в технологическом процессе с использованием горючей пыли табака, дисперсностью 250 мкм. Теплота сгорания пыли табака  $14727 \text{ кДж/кг}$ . Помещение: длина 24 м, ширина 14 м, высота 6 м. Температура воздуха в помещении  $25^\circ\text{C}$ . Масса пыли в аппарате составляет 15 кг, пыль подается в аппарат с производительностью  $0,18 \text{ кг/с}$ , время отключения задвижек 300 с. Интенсивность пылеотложения на доступных поверхностях  $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ , площадь доступных поверхностей при уборке пыли составляет  $320 \text{ м}^2$ . Площадь труднодоступных поверхностей составляет  $32 \text{ м}^2$ , интенсивность пылеотложения на труднодоступных поверхностях составляет  $1,15 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ . Продолжительность одного цикла пылевыделения (смены) - 6 часов. Количество циклов работы между текущими уборками - 4, а между генеральными уборками - 21. Уборка влажная.

#### **Вариант № 16.**

Определить категорию помещения в случае аварийной ситуации в технологическом процессе с использованием горючей пыли древесного угля, дисперсностью 300 мкм. Теплота сгорания пыли древесного угля  $33890 \text{ кДж/кг}$ . Помещение: длина 36 м, ширина 14 м, высота 8 м. Температура воздуха в помещении  $22^\circ\text{C}$ . Масса пыли в аппарате составляет 11 кг, пыль

подается в аппарат с производительностью  $0,09$  кг/с, время отключения задвижек  $120$  с. Интенсивность пылеотложения на доступных поверхностях  $1,6 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>, площадь доступных поверхностей при уборке пыли составляет  $120$  м<sup>2</sup>. Площадь труднодоступных поверхностей составляет  $25$  м<sup>2</sup>, интенсивность пылеотложения на труднодоступных поверхностях составляет  $0,5 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>. Продолжительность одного цикла пылевыделения (смены) -  $8$  часов. Количество циклов работы между текущими уборками -  $6$ , а между генеральными уборками -  $18$ . Уборка механизированная.

### **Вариант № 17.**

Определить категорию помещения в случае аварийной ситуации в технологическом процессе с использованием горючей пыли пшеничной муки, дисперсностью  $280$  мкм. Теплота сгорания пыли муки составляет  $16807$  кДж/кг. Помещение: длина  $34$  м, ширина  $17$  м, высота  $8$  м. Температура воздуха в помещении  $22$  °С. Масса пыли в аппарате составляет  $12$  кг, пыль подается в аппарат с производительностью  $0,16$  кг/с, время отключения задвижек  $3$  с. Интенсивность пылеотложения на доступных поверхностях  $2,3 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>, площадь доступных поверхностей при уборке пыли составляет  $180$  м<sup>2</sup>. Площадь труднодоступных поверхностей составляет  $28$  м<sup>2</sup>, интенсивность пылеотложения на труднодоступных поверхностях составляет  $1,13 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>. Продолжительность одного цикла пылевыделения (смены) -  $6$  часов. Количество циклов работы между текущими уборками -  $5$ , а между генеральными уборками -  $15$ . Уборка влажная.

### **Вариант № 18.**

Определить категорию помещения в случае аварийной ситуации в технологическом процессе с использованием горючей пыли магнезия, дисперсностью  $320$  мкм. Теплота сгорания пыли магнезия составляет  $25104$  кДж/кг. Помещение: длина  $40$  м, ширина  $15$  м, высота  $6$  м. Температура воздуха в помещении  $17$  °С. Масса пыли в аппарате составляет  $10$  кг, пыль подается в аппарат с производительностью  $0,10$  кг/с, время отключения задвижек  $120$  с. Интенсивность пылеотложения на доступных поверхностях  $1,7 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>, площадь доступных поверхностей при уборке пыли составляет  $120$  м<sup>2</sup>. Площадь труднодоступных поверхностей составляет  $19$  м<sup>2</sup>, интенсивность пылеотложения на труднодоступных поверхностях составляет  $0,7 \cdot 10^{-6}$  кг/с·м<sup>2</sup>. Продолжительность одного цикла пылевыделения (смены) -  $8$  часов. Количество циклов работы между текущими уборками -  $3$ , а между генеральными уборками -  $10$ . Уборка влажная

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено»  
выставляется студенту, если правильно рассчитана категория помещения, обоснован выбор расчетного варианта аварийной ситуации. Собраны необходимые данные для расчета избыточного давления взрыва  $\Delta P$ ,

определены размеры помещения и его свободный объем.

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не правильно рассчитана категория помещения, размеры помещения и его свободный объем.

### 3. Индивидуальные задания

1. Цель и задачи курса «Пожарная безопасность технологических процессов».
2. Связь курса «Пожарная безопасность технологических процессов» со смежными профилактическими дисциплинами.
3. Естественные, технологические процессы.
4. Отрицательные стороны развития промышленного производства.
5. Сущность анализа пожарной опасности.
6. Понятие охрана труда.
7. Взаимосвязь между проблемами технологии, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.
8. Определение авария и крупная авария.
9. Основные причины аварий и пожаров в промышленности.
10. Статический анализ пожаров и аварий на промышленных объектах.
11. Содержание статей 20 и 21 Федерального закона «О пожарной безопасности», принятого Государственной думой 18 ноября 1994 года, с точки зрения обеспечения пожарной безопасности технологических процессов.
12. Понятие термина «технологическое оборудование».

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно и в полном объеме раскрыл тему задания ,грамотно и уверенно изложил вопрос;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не раскрыта тема задания.

### 4. Вопросы к зачёту

Компетенция	Вопросы
ПК-4	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Биметаллические стали и их применение.</li><li>2. Важные показатели, характеризующие механические свойства конструкционных материалов.</li><li>3. Отличие пластичных от хрупких конструкционных материалов.</li><li>4. Виды коррозионных разрушений.</li><li>5. Скорость коррозии металлов.</li><li>6. Разновидности электрохимической коррозии.</li><li>7. Влияние давления процесса на скорость коррозии.</li><li>8. Влияние температуры процесса на скорость коррозии.</li><li>9. Понятие терминов «аппараты», «машины».</li><li>10. Механическая прочность оборудования.</li><li>11. Герметичность оборудования.</li></ol>

	12. Устойчивость оборудования. 13. Рабочее, расчетное и условное давление. 14. Рабочая и расчетная температура. Проверочные расчеты технологического оборудования на прочность.
--	--

### Критерии оценки зачета:

#### Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
51 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

### 5. Вопросы к экзамену

Компетенция	Вопросы
ПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условия и причины образования горючей среды в аппаратах с жидкостями. Указать основные мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение образования горючей среды в аппаратах с ЛВЖ и ГЖ.</li> <li>2. Условия и причины образования горючей среды в аппаратах с горючими газами. Указать основные мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение образования горючей среды в аппаратах с газами.</li> <li>3. Условия и причины образования горючей среды в аппаратах с пылями, порошками и волокнами. Указать основные мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение образования горючей среды в таких аппаратах.</li> <li>4. Особенности пожарной опасности аппаратов в период их пуска и остановки. Указать основные мероприятия и технические решения, позволяющие снизить пожарную опасность аппаратов в период пуска и остановки.</li> <li>5. Причины образования горючей среды при выходе веществ наружу из нормально действующих аппаратов. Указать основные мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение образования горючей среды при выходе веществ наружу из нормально действующих аппаратов.</li> <li>6. Повреждения технологического оборудования в результате механических воздействий. Указать основные мероприятия и технические решения, исключающие возможность повреждения технологического оборудования в результате механических воздействий.</li> <li>7. Повреждения технологического оборудования в результате температурных воздействий. Указать основные мероприятия и технические решения, исключающие возможность повреждения технологического оборудования в результате температурных воздействий.</li> <li>8. Повреждения технологического оборудования в результате химических воздействий. Указать основные мероприятия и технические решения, исключающие</li> </ol>



	<p>возможность повреждения технологического оборудования в результате химических воздействий.</p> <p>9. Открытый огонь и высоконагретые продукты сгорания как производственные источники зажигания. Основные направления по предупреждению от них пожаров.</p> <p>10. Указать причины возникновения искр в топках и двигателях внутреннего сгорания. Условия зажигания искрой. Основные технические решения, исключающие проявление искр топок и двигателей внутреннего сгорания как источников зажигания.</p> <p>11. Тепловое проявление механической энергии как производственный источник зажигания. Указать условия зажигания в каждом конкретном случае. Основные мероприятия и технические решения, исключающие проявление искр механического происхождения как источников зажигания.</p> <p>12. Тепловое проявление химических реакций как производственный источник зажигания. Основные мероприятия и технические решения, исключающие возникновение пожаров от теплового проявления химических реакций.</p> <p>13. Сущность процессов самовоспламенения и самовозгорания. Основные мероприятия и технические решения, предупреждающие самовоспламенение и самовозгорание горючих веществ и материалов.</p> <p>14. Причины воспламенения веществ при контакте друг с другом, с водой или влагой воздуха, а также в результате саморазложения при нагревании или механических воздействиях. Привести примеры.</p> <p>15. Тепловое проявление электрической энергии как производственный источник зажигания. Указать условия зажигания в каждом конкретном случае. Основные мероприятия и технические решения, исключающие возникновение пожаров от теплового проявления электрической энергии.</p> <p>16. Причины быстрого распространения пожара в условиях производства. Основные направления противопожарной защиты промышленного объекта.</p> <p>17. Огнепреграждающие устройства для защиты технологического оборудования и коммуникаций от распространения пожара. Защита аппаратов от разрушения при взрыве.</p> <p>18. Пожарно-техническая экспертиза технологических процессов на стадии проектирования производств. Основные проектные решения, обеспечивающие пожарную безопасность технологий.</p> <p>19. Особенности пожарно-технического обследования технологических процессов действующих производств.</p> <p>20. Процессы транспортировки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Пожарная опасность и основные противопожарные мероприятия.</p> <p>21. Технологическое оборудование для транспортировки горючих газов. Пожарная опасность компрессорных станций и основные противопожарные мероприятия.</p> <p>22. Способы транспортировки твердых горючих веществ. Особенности пожарной опасности применяемого технологического оборудования и основные направления по обеспечению его безопасной эксплуатации.</p> <p>23. Процессы нагрева горючих веществ водяным паром. Особенности пожарной опасности технологического оборудования при нагреве веществ острым и глухим паром. Основные мероприятия и технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность.</p>
--	---

	<p>24. Особенности пожарной опасности при нагреве горючих веществ пламенем и топочными газами. Основные противопожарные мероприятия и технические решения, направленные на обеспечение безопасной эксплуатации теплогенерирующих установок и трубчатых печей.</p> <p>25. Установки для нагрева веществ высокотемпературными органическими теплоносителями. Особенности пожарной опасности и основные направления профилактики пожаров</p> <p>26. Конструктивные особенности ректификационных колонн. Сущность процесса ректификации и особенности его пожарной опасности. Основные мероприятия и технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность ректификационных установок.</p> <p>27. Принципиальная технологическая схема абсорбционной установки. Конструктивное устройство и работа абсорберов. Пожарная опасность процессов абсорбции и основные направления профилактики пожаров.</p> <p>28. Принципиальная технологическая схема адсорбционной установки. Конструктивное устройство и работа адсорберов. Пожарная опасность процессов адсорбции и основные направления профилактики пожаров.</p> <p>29. Способы окраски промышленных изделий. Указать особенности пожарной опасности каждого способа и основные противопожарные мероприятия.</p> <p>30. Основные способы сушки промышленных изделий, конструктивные особенности технологического оборудования. Пожарная опасность процессов сушки и основные направления профилактики пожаров.</p> <p>31. Экзотермические химические процессы. Пожарная опасность и меры безопасности при их осуществлении</p> <p>32. Назначение и классификация химических реакторов. Устройство и принцип работы реактора типа "котел с мешалкой". Особенности пожарной опасности при его эксплуатации и основные технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность.</p> <p>33. Эндотермические химические процессы. Пожарная опасность и меры безопасности при их осуществлении.</p> <p>34. Основные установки первичной перегонки нефти. Принципиальная технологическая схема установки АВТ. Особенности пожарной опасности и основные противопожарные мероприятия.</p> <p>35. Основные технологические участки нефтебаз и складов ГСМ. Особенности пожарной опасности на сливо-наливных эстакадах, в насосных станциях и резервуарных парках. Основные требования пожарной безопасности</p> <p>36. Принципиальная технологическая схема мукомольного производства. Основное технологическое оборудование. Особенности пожарной опасности на элеваторах и мельницах. Мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение возникновения и распространения пожаров.</p> <p>37. Основные предприятия текстильной промышленности. Пожарная опасность хлопкопрядильных и ткацких производств. Мероприятия и технические решения, направленные на предупреждение возникновения и распространения пожаров.</p>
--	---

	38. Принципиальная технологическая схема деревообрабатывающего производства Особенности пожарной опасности сушилок, цехов механической обработки и отделки древесины. Основные противопожарные мероприятия.

#### Шкала оценивания тестирования на экзамене

% выполнения задания	Балл по 5-бальной системе
86 – 100	5
71 – 85	4
50 – 70	3
менее 50	2

### 6. Тестовые задания для текущего контроля

1. Показатель «температура вспышки» применяется для характеристики пожаровзрывоопасности...
2. Чем достигается система предотвращения пожара
3. Высота обвалования или ограждающей стены каждой группы резервуаров номинальным объемом свыше 10 000 м<sup>3</sup> должна быть не менее ...
4. Каким образом производится исключение условий образования горючей среды
5. Какая технологическая среда относится к пожаровзрывоопасной?
6. На какие категории по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются здания, сооружения, строения и помещения производственного и складского назначения?
7. Какие требования предъявляются к установке системы противодымной защиты объектов?
8. Приборы и средства автоматизации на сепараторах, предназначенных для отделения жидкой фазы из перемещаемой газовой среды на всасывающей линии компрессора :
9. Технические средства и блокировки оснащающие насосы, применяемые для нагнетания сжиженных горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей:
10. Колонны ректификации горючих жидкостей оснащаются:
11. Назначенный срок эксплуатации для трубопроводов устанавливается:
12. Температура наружных поверхностей оборудования и кожухов теплоизоляционных покрытий внутри помещений в местах, доступных для обслуживающего персонала :
13. Требования к размещению технологического оборудования, трубопроводной арматуры в производственных зданиях и на открытых площадках :
14. Материал арматура для технологических систем с блоками I категории взрывоопасности
15. Противоаварийные устройства применяемые в технологических системах для предупреждения аварий, предотвращения их развития :
16. Требования к помещениям управления :
17. Размещение помещений управления и анализаторных в зданиях со взрывоопасными зонами не должно быть:

### Шкала оценивания тестирования на зачете

<b>% выполнения задания</b>	<b>Результат</b>
51 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено