

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра техносферной и пожарной безопасности

**УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
(программа «Пожарная безопасность»)
всех форм обучения

Воронеж 2020

УДК 614.8(07)
ББК 39.86я7

Составители: Д. В. Каргашилов, Е. А. Сушко, А. П. Паршина

Управление пожарной безопасностью технологических производств: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» (программа «Пожарная безопасность») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д. В. Каргашилов, Е. А. Сушко, А. П. Паршина. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. – 22 с.

Издание содержит указания по оформлению пояснительной записки курсовой работы, примеры оформления титульного листа, описывает содержание разделов, и методику расчетов необходимых для выполнения работы.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ ППРЭД (очное, заочное).pdf.

Библиогр.: 9 назв.

УДК 614.8(07)
ББК 39.86я7

Рецензент – В. Я. Манохин, д-р техн. наук, проф.
кафедры техносферной и пожарной безопасности ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Цель курсовой работы – получение практических навыков, применение теоретических знаний по дисциплине «Управление пожарной безопасностью технологических производств» на практике и формирование профессиональных компетенций. В результате изучения дисциплины и выполнения курсовой работы, студент должен владеть навыками и приемами анализа пожарной опасности технологических процессов, применять эти навыки при решении практических задач, а также уметь разрабатывать мероприятия по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определение показателей пожарной опасности используемых в технологическом процессе веществ и материалов;
- изучение технологического процесса с целью определения оборудования, участков или мест, где сосредоточены горючие материалы или возможно образование газо-, паро- и пылевоздушных горючих смесей;
- определение возможности образования горючей среды внутри помещений, аппаратов и трубопроводов;
- исследование различных вариантов аварий, путей распространения пожара и выбор вариантов проектных аварий;
- определение возможности образования в горючей среде источников зажигания;
- расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;
- определение состава систем предотвращения пожара, взрыва и противопожарной защиты технологических процессов;
- разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков.

Вариант задания для выполнения курсовой работы определяется в соответствии с номером зачетной книжки.

Срок сдачи работы выполненной и оформленной в соответствии с требованиями, изложенными в данных методических указаниях, устанавливается заданием. Сдавать следует как печатный экземпляр, так и экземпляр в электронном виде.

Защита курсовой работы осуществляется в виде устного ответа на вопросы, который должен продемонстрировать знание нормативных и правовых документов, регламентирующих проведение оценки пожаровзрывоопасности технологических процессов, основных правил и последовательности проведения расчетов, а также основных методов снижения пожарной опасности производств.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и обязательных приложений.

Оформлять работу рекомендуется в следующей последовательности:

1. Титульный лист;
2. Задание для выполнения курсовой работы;
3. Содержание;
4. Пояснительная записка;
5. Заключение
6. Библиографический список.
7. Схема цеха или участка окраски методом воздушного распыления с указанием наиболее пожароопасных участков.

Курсовая работа сдается в папке-скоросшивателе, или электронной версией в формате pdf с подписями студента. Объем работы 10-15 листов.

Требования к оформлению курсовой работы

Требования к оформлению текстовой части

Текст работы печатается с использованием текстового редактора Word for Windows версии от 6.0 и выше шрифтом Times New Roman размером 14 полуторным межстрочным интервалом на одной стороне стандартного листа белой односортной бумаги формата А4. Таблицы выполняются с одиночным межстрочным интервалом, размер шрифта 12. Для выделения части текста документа, заголовков, примечаний могут использоваться жирное начертание, курсив, измененный интервал между строками, смещение относительно границ основного текста.

Каждый лист работы, кроме титульного листа, должен иметь рамку, а в нижней части – основную надпись (прил. 3). Основная надпись выполняется согласно ГОСТ 2.104-2006 [16]. Образцы оформления основных надписей приведены в приложении 3: для первого листа текстовой части – на рис. ПЗ.1, для второго и последующих листов – на рис. ПЗ.2. Рамка выполняется с отступом от границ листа: слева – 20 мм, сверху, снизу и справа – 5 мм. Текст оформляется с отступом от границ листа: слева – 25 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 30 мм.

Первая строка каждого абзаца должна начинаться на расстоянии 1,25 см от левой границы текстового поля.

Содержащиеся в тексте пункты или подпункты перечисления требований, указаний, положений обозначают через дефис «-». Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с нового абзаца.

Все листы, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы. Первой страницей считается титульный лист. На нем номер страницы не ставится, на следующей странице ставится цифра «2» и т.д. Номер страницы ставится в соответствующем поле основной надписи.

Текст разделяют на разделы, подразделы, которые, в свою очередь, могут состоять из пунктов и подпунктов. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой, например: «1.», «2.» и т.д. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела должна ставиться точка, например «1.1.», «1.2.» и т.д. Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце номера должна быть точка, например: «1.1.2.» (второй пункт первого подраздела первого раздела).

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими. Наименования разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту). Наименования подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовков не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 2 интервалам. Введение и заключение как разделы не нумеруются.

Иллюстрации могут быть расположены по тексту работы (возможно ближе к соответствующим частям текста), или даны в приложении. Все иллюстрации, если их более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенного точкой, например: «Рис. 1.1., Рис. 1.2». Ссылки на иллюстрации в тексте дают по типу: «...рис. 1.2». Иллюстрации при необходимости могут иметь название и поясняющие данные (подрисуночный текст). Название и поясняющие данные помещают под иллюстрацией. Номер иллюстрации помещают перед названием. Если в работе только одна иллюстрация, ее нумеровать не следует и слово «Рис.» под ней не пишут.

Цифровой материал оформляют в виде таблиц. Над таблицами справа помещают слово «Таблица». Таблицы нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами, например: «Таблица 1.2». Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Если в

текстовой части только одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Таблица может иметь заголовок, который следует размещать над таблицей посередине. Заголовок должен быть кратким и полностью отражать содержание таблицы. При наличии заголовка надпись «Таблица...» пишут выше заголовка. При переносе части таблицы на другую страницу заголовок (при его наличии) помещают только над первой частью (начало) таблицы, над последующими частями пишут слово «Продолжение» или «Продолжение табл. 1.2», если текстовая часть содержит две или более таблицы.

Цифры в графах таблицы, как правило, располагают так, чтобы классы чисел во всей графе были точно один под другим. На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «Таблица» в тексте пишут полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно, если имеет номер, например: «...в табл. 1.1».

В формулах и уравнениях в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения значения символов и числовых коэффициентов формул следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Значения каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы следует вводить при помощи редактора формул Microsoft Equation 3.0 (для MS Word 2003 и более ранних версий) или вкладки «Формула» панели инструментов «Вставка» (для MS Word 2007 и более поздних версий) и выделять из текста в отдельную строку. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножение (\cdot), деление ($:$). Все формулы, уравнения, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы, уравнения состоит из номера раздела и порядкового номера формулы уравнения, разделенного точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Ссылки в тексте на номер формулы дают также в круглых скобках, например: «...в формуле (3.1)».

В тексте работы следует применять стандартизированные единицы физических величин и их обозначения. Наряду с единицами СИ при необходимости в скобках указывают единицы физических величин, например: 0,4 МПа (4,0 кгс/см²). Для написания значений величин следует применять

обозначения единиц цифрами, буквами или специальными знаками (например, величина «пи» – численное значение 3,14..., буква – π). Причем устанавливается два вида буквенных обозначений: международные (с использованием букв латинского и греческого алфавита) и русские (с использованием букв русского алфавита). Буквенное обозначение единиц должно печататься прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят. Обозначение единиц следует применять после числовых значений величины и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку). Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел. В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна косая или горизонтальная черта. Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени (положительные и отрицательные).

В работе должны применяться технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в технической литературе.

Примечания приводят в тексте работы, если необходимы пояснения содержания текста, таблиц или графического материала. Примечания к тексту, таблице, графическому материалу следует помещать непосредственно после пункта, подпункта, таблицы, графического материала, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзацного отступа. Слово «Примечание» не подчеркивают.

Ссылки на источники приводятся путём указания в квадратных скобках порядкового номера библиографической записи из списка литературы.

Приложения оформляют как продолжение текстовой части работы. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием в правом верхнем углу первого листа слова «Приложение» и в технически обоснованных случаях иметь заголовок, который записывается симметрично тексту прописными буквами. При наличии в документе более одного приложения, их нумеруют арабскими цифрами (без знака №) например: «Приложение 1». Текст каждого приложения при необходимости разбивают на разделы, подразделы и пункты, нумеруемые отдельно по каждому приложению. Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения.

Если в курсовой работе есть приложения, то на них дают ссылки по тексту работы, а в содержании перечисляют все приложения с указанием их номеров и заголовков (при наличии).

Требования к оформлению графической части

Чертежи графической части выполняются простым карандашом или с использованием специальных программ для черчения на компьютере (AutoCad, КОМПАС или др.) на листах формата А4 с рамкой и основной надписью. Их оформление должно соответствовать требованиям ЕСКД, ЕСПД, САПР и соответствующим ГОСТам.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Первой страницей курсовой работы является титульный лист, который должен ознакомить с основными сведениями о работе. Титульный лист не нумеруется. Пример титульного листа приведен в прил. 1.

Титульный лист должен содержать:

1. Вверху страницы – название учредителя учебного заведения;
2. Название учебного заведения (полностью);
3. Наименование факультета;
4. Наименование кафедры;
5. Тема курсовой работы;
6. Ф.И.О. студента, выполнившего работу и его подпись;
7. Ученая степень, звание, должность преподавателя;
8. Год и место выполнения работы.

ЗАДАНИЕ

Вариант задания для выполнения курсовой работы определяется в соответствии с номером зачетной книжки. В данном разделе необходимо указать тему курсовой работы, исходные данные, необходимые для выполнения расчетов, срок предоставления на проверку преподавателю и дату защиты. Распечатываются две страницы задания на одном листе с двух сторон.

СОДЕРЖАНИЕ

В содержании последовательно указываются наименования всех разделов работы. При этом наименования разделов указываются со страницами, на которых они расположены. Титульный лист и задание не отражаются в содержании.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В пояснительную записку включают введение, основную часть работы, заключение.

Пояснительная записка должна содержать данные, отражающие цель, задачи и основные результаты проведенной работы.

Введение

Введение должно содержать:

1. Статистику пожаров на производствах;
2. Актуальность темы работы;
3. Цели и задачи работы.

Введение не должно содержать рисунков, формул, таблиц.

Разделы основной части курсовой работы

В разделах основной части курсовой работы должен подробно описываться анализ пожарной опасности технологического процесса производства.

1. **Определение показателей пожарной опасности используемых в технологическом процессе веществ и материалов.**
2. **Изучение технологического процесса с целью определения оборудования, участков или мест, где сосредоточены горючие материалы или возможно образование газо-, паро- и пылевоздушных горючих смесей.**
3. **Определение возможности образования горючей среды внутри помещений, аппаратов и трубопроводов.**
4. **Исследование различных вариантов аварий, путей распространения пожара и выбор вариантов проектных аварий.**
5. **Определение возможности образования в горючей среде источников зажигания.**
6. **Расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;**
7. **Определение состава систем предотвращения пожара, взрыва и противопожарной защиты технологических процессов;**
8. **Разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо привести общие итоги работы, дать оценку проделанной работе, указать какие результаты были получены, какие задачи были решены при подготовке курсовой работы.

Составленная по такому плану заключительная часть работы продемонстрирует уровень подготовки и качество знаний, полученных при освоении дисциплины.

Заголовок «заключение» печатают в середине строки, прописными буквами, жирным шрифтом, без точки в конце, не подчеркивая.

Заключение не должно содержать рисунков, формул и таблиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Каждый литературный источник, использованный при подготовке курсовой работы, должен быть зафиксирован в библиографическом списке. Порядковый номер источника помещается в квадратные скобки. Цитаты во внутритекстовых или подстрочных ссылках должны указывать на их источник. Библиографический список должен содержать 5-10 наименований.

СХЕМА ЦЕХА ОКРАСКИ

В приложение к курсовой работе представляется схема цеха окраски способом воздушного распыления с указанием наиболее пожароопасных участков.

Задание

Провести анализ пожарной опасности производственного процесса окраски деталей эмалями с применением способа воздушного распыления. Размеры помещения, вид обрабатываемых ЛВЖ, объем резервуара с жидкостью, его степень заполнения, а также место расположения объекта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	Данные для расчета				
	Размеры помещения, м	Вещество	Объем емкости V, л	Степень заполнения ξ , %	Место нахождения
1	2	3	4	5	6
1	10×20×5	Ацетон	70	90	Санкт-Петербург
2	15×20×3	Сольвент	100	80	Липецк
3	16×20×5	Толуол	500	70	Уфа
4	20×15×4,5	Уайт спирит	50	85	Воронеж
5	15×20×3	Бутанол	150	90	Тамбов
6	11×25×4	Ксилол	270	85	Архангельск
7	26×14×6	Бутилацетат	1000	90	Барнаул
8	15×15×5	Изобутанол	300	85	Саратов

Вариант	Данные для расчета				
	Размеры помещения, м	Вещество	Объем емкости $V, л$	Степень заполнения $\xi, \%$	Место нахождения
1	2	3	4	5	6
9	20×20×3	Растворитель Р-4	70	90	Чебоксары
10	10×20×4	Растворитель Р-5	90	80	Казань
11	14×22×4	Растворитель РМЛ	120	85	Курск
12	25×10×5	Растворитель РМЛ-218	188	85	Оренбург
13	10×15×4	Растворитель Р-12	20	90	Ставрополь
14	15×25×3	Растворитель РМЛ-315	300	85	Барнаул
15	12×20×5	Растворитель 645	374	90	Тюмень
16	15×18×4	Растворитель 646	104	90	Челябинск
17	15×15×4	Растворитель 647	320	85	Майкоп
18	25×10×5	Растворитель 648	220	90	Сочи
19	14×16×4	Растворитель 649	315	85	Омск
20	20×30×5	Эмаль НЦ-1200	400	90	Кострома
21	12×20×4	Эмаль НЦ-217	250	80	Тверь
22	28×20×4	Эмаль ВД-5193	268	85	Красноярск
23	15×20×5	Эмаль АС-1115 белая	110	90	Саранск
24	24×22×4,5	Эмаль ВЛ-515 красно-коричневая	750	80	Пенза
25	18×21×5	Эмаль КО-821 серая	500	90	Якутск
26	14×20×4	Эмаль КЧ-1222 светло-желтая	800	85	Киров
27	18×21×4	Этанол	340	80	Кемерово

Методика расчета категории помещения по взрывопожарной опасности (СП 12.13130.2009)

При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовывать горючие газозоодушные, парозоодушные смеси определяется, исходя из следующих предпосылок:

- а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;
- б) все содержимое аппарата поступает в помещение;
- в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Для определения категории помещения расчетными методами необходимо знать избыточное давление и температуру вспышки индивидуальных горючих веществ.

Избыточное давление ΔP для **индивидуальных** горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{Г,П}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}} \quad (1)$$

где P_{\max} – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать P_{\max} равным 900 кПа;

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

m – масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГГ по формуле (4), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (9), кг;

Z – коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения (согласно Приложению Д [1]). Допускается принимать значение Z по таблице 2;

$V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³. Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80 % геометрического объема помещения (рис. 1);

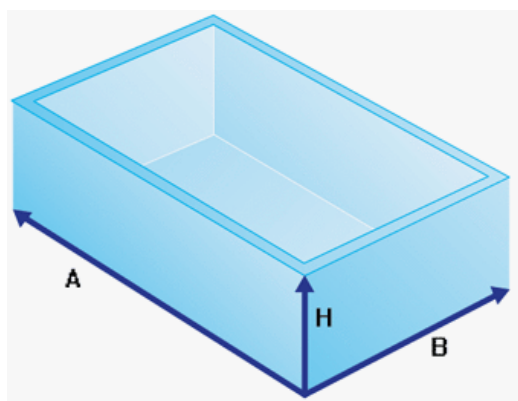


Рис. 1. Свободный объем помещения: $V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_{\text{помещения}} = 0,8 \cdot A \cdot B \cdot H$

$\rho_{\text{Г,П}}$ – плотность газа или пара при расчетной температуре t_p , кг/м³, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{\text{Г,П}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367 t_p)} \quad (2)$$

где M – молярная масса, кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, равный $22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль}$;

t_p – расчетная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне [3] или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С .

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных), вычисляемая по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (3)$$

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

n_C, n_H, n_O, n_X – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего (прил. 1 и 2);

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать K_n равным трем.

Таблица 2

Значение коэффициента Z участия горючих газов и паров в горении

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Масса m , кг, поступившего в помещение при расчетной аварии газа определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_T)\rho_r, \quad (4)$$

где V_a – объем газа, вышедшего из аппарата, м^3 ;

V_T – объем газа, вышедшего из трубопроводов, м^3 .

При этом:

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V, \quad (5)$$

где P_1 – давление в аппарате, кПа;

V – объем аппарата, м^3 ;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (6)$$

где V_{1T} – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;

V_{2T} – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³;

$$V_{1T} = qT, \quad (7)$$

где q – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., м³/с;

T – расчетное время отключения трубопроводов, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (8)$$

где P_2 – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

$r_{1,2,\dots,n}$ – внутренний радиус трубопроводов, м;

$L_{1,2,\dots,n}$ – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Масса паров жидкости m , поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}}, \quad (9)$$

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

$m_{\text{емк}}$ – масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{\text{св.окр}}$ – масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (9) определяется по формуле:

$$m = WF_{\text{и}}T, \quad (10)$$

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

$F_{\text{и}}$ – площадь испарения, м², определяется в зависимости от массы жидкости $m_{\text{п}}$, вышедшей в помещение.

T – продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

– времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

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

– 300 с при ручном отключении.

Длительность испарения жидкости T принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с. Поэтому расчетные значения m , полученные по формуле (10) при $T = 3600$ с, следует сопоставлять с исходным количеством испаряющейся жидкости, и принимать окончательно меньшее из двух значений.

Площадь разлива горючих жидкостей на полу производственных помещений при локальном повреждении оборудования определяют из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей – на 1 м² пола помещения.

На горизонтальных поверхностях **наружных производственных площадках** площадь разлива определяется из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м², а остальных жидкостей – на 0,15 м².

Площадь испарения $F_{и}$ определяется из условия

$$F_{и} = \min [F_{\text{разл}}; F_{п, о}], \quad (11)$$

где $F_{\text{разл}}$ – площадь разлива, м²; $F_{п, о}$ – площадь помещения или площадь, ограниченная обвалованием для наружной установки, м².

Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше расчетной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_{н}, \quad (12)$$

где η – коэффициент, принимаемый по таблице 3 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

$P_{н}$ – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости t_p , определяемое по справочным данным, кПа.

Таблица 3

Значение коэффициента η в зависимости от скорости и температуры воздушного потока

Скорость воздушного потока в помещении, м/с	Значение коэффициента η при температуре t , °С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Давление насыщенных паров можно определить по формуле [9]:

$$P_H = 10^{\left(A - \frac{B}{C_A + t_p} \right)}, \text{ кПа} \quad (13)$$

где A, B, C_A – константы Антуана (можно определить из [5] или по Приложениям 1, 2).

Масса паров m , кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению

$$m = 0,02 \sqrt{M} \cdot P_H \frac{C_{ж} m_{п}}{L_{исп}}, \quad (14)$$

где $C_{ж}$ – удельная теплоемкость жидкости при начальной температуре испарения, Дж/(кг·К);

$L_{исп}$ – удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным, Дж/кг.

При отсутствии справочных данных допускается рассчитывать $L_{исп}$ по формуле

$$L_{исп} = \frac{19,173 \cdot 10^3 B T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M}, \quad (15)$$

где B, C_a – константы уравнения Антуана, определяемые по справочным данным для давления насыщенных паров, измеряемого в кПа (можно определить из [5] или по прил. 1 и 2);

T_a – начальная температура нагретой жидкости, К;

M – молярная масса жидкости, кг · кмоль⁻¹.

Формулы (14) и (15) справедливы для жидкостей, нагретых от температуры вспышки и выше при условии, что температура вспышки жидкости превышает значение расчетной температуры.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (9) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

Расчет ΔP для *индивидуальных веществ*, кроме упомянутых в формуле (1), а также для смесей может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = \frac{m H_T P_0 Z}{V_{св} \rho_B C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (16)$$

где H_T – теплота сгорания, Дж/кг (Приложения 1 и 2);

ρ_B – плотность воздуха при начальной температуре T_0 , кг/м³;

C_p – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К) (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К));

T_0 – начальная температура воздуха, К.

Плотность сухого воздуха может быть принята по справочным данным или вычислена с использованием уравнения Менделеева-Клапейрона для идеального газа:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{P_0 M_{\text{в}}}{RT_0}, \quad (17)$$

где $M_{\text{в}} = 29$ г/моль – молярная масса сухого воздуха;

$R = 8,314$ Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная.

В нашем случае массу испарившейся жидкости принять с учетом разлива емкости (m_p) и площади окрашенной поверхности ($m_{\text{св.окр}}$).

Если $\Delta P \leq 5$ кПа, то проверяем отношение помещения к категории **В1-В4** по методике описанной в приложении Б СП 12.13130.2009.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон РФ № 123-ФЗ [принят Гос. Думой 22 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г.]. – М.: Проспект, 2009. – 144 с.
2. ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
4. Корольченко, А.Я. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности / А.Я. Корольченко, Д.О. Загорский. – М.: Пожнаука, 2010. – 118 с.
5. Малинин, В.Р. Методика анализа пожаровзрывоопасности технологий: учеб. пособие / В.Р. Малинин, О.А. Хорошилов. – СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. – 274 с.
6. Хорошилов, О.А. Пожарная безопасность технологических процессов: учеб. пособие / О.А. Хорошилов, Ю.В. Крыжановская. – СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2004. – 65 с.
7. Водяник, В.И. Взрывозащита технологического оборудования / В.И. Водяник. – М.: Химия, 1991. – 256 с.
8. Приказ от 10 июля 2009 года N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.
9. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» / И.М. Смолин [и др.]. – М.: ВНИИПО, 2014. – 147 с.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Воронежский государственный технический университет
(ВГТУ)

Кафедра техносферной и пожарной безопасности

КУРСОВАЯ РАБОТА

**по дисциплине «Управление пожарной безопасностью технологических
производств»**

**по теме «Анализ пожарной опасности технологического процесса
с использованием ЛВЖ»**

Вариант №

Руководитель _____ / _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Выполнил студент группы № _____ / _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Курсовая работа защищен на оценку _____

Дата защиты _____

Воронеж 20__ г.

**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

**Задание для выполнения курсовой работы
по дисциплине «Управление пожарной безопасностью технологических
производств»
по теме «Анализ пожарной опасности технологического процесса
с использованием ЛВЖ»**

студенту учебной группы _____

(Ф.И.О.)

Вариант №00

1. Анализ пожарной опасности производственного процесса окраски деталей эмальями с применением способа воздушного распыления. Процесс осуществляется в помещении цеха размером **20x50x6 м, в помещении цеха размещается емкость объемом **500 литров с ксилолом**, степень заполнения емкости **80%**. Производство расположено в г. **Казань****

Задание на курсовую работу выдано: « ____ » _____ 20__ г.

Курсовую работу защитить к: « ____ » _____ 20__ г.

Задание выдал _____ / _____ /
(подпись, Ф.И.О. преподавателя)

Образцы оформления основной надписи

					УПБТП-КР-В1			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>					Анализ пожарной опасности технологического процесса с использованием ЛВЖ	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>								
					ВГТУ			

Рис. ПЗ.1. Основная надпись для первого листа текстовой части

					УПБТП-КР-В1			<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				

Рис. ПЗ.2. Основная надпись для второго и последующих листов текстовой части

					УПБТП-КР-В1			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Анализ пожарной опасности технологического процесса с использованием ЛВЖ	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
					Схема процесса окраски	ВГТУ		

Рис. ПЗ.3. Основная надпись для листов графической части (чертежей и схем)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Содержание курсовой работы.....	4
Титульный лист.....	8
Задание.....	8
Содержание.....	8
Пояснительная записка.....	9
Заключение.....	9
Библиографический список.....	10
Схема цеха окраски.....	10
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	20

УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
(программа «Пожарная безопасность») всех форм обучения

Составители:

Каргашилов Дмитрий Валентинович

Сушко Елена Анатольевна

Паршина Анастасия Петровна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 25.12.2020.

Уч.-изд. л. 1,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14