

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Казанский государственный аграрный университет

Кафедра «Техносферная безопасность»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ПАРОВ В
ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ И ОЦЕНКА ВЗРЫВООПАСНОСТИ
ПОЛУЧЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ**

Методические указания к практическим занятиям
и самостоятельной работе

Казань- 2016

УДК-63.658.382.3

ББК-65.246р

Составитель: Якимов Ю.В.

Рецензенты:

Доцент кафедры «Машины и оборудование
в агробизнесе»

О.Ю. Маркин

Начальник отдела надзора и автоматизированного
учета Управления ГТН РТ

Р.Ф. Хайруллин

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры «Техносферная безопасность» Казанского ГАУ, одобрено и рекомендовано к печати (протокол № 5 от 29 декабря 2015 г.)

Методические указания обсуждены и рекомендованы к печати методической комиссией Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ (протокол № 5 от 16 декабря 2015 г.)

Определение концентрации горючих газов и паров в воздухе рабочей зоны и оценка взрывоопасности полученной концентрации: метод. указания / Ю.В. Якимов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – 16 с.

В методических указаниях «Определение концентрации горючих газов и паров в воздухе рабочей зоны и оценка взрывоопасности полученной концентрации» приведена методика, рекомендации и нормативная документация по организации проведения расчетов и практической работы.

Методические указания рекомендуется использовать при изучении дисциплин «Пожаровзрывозащита», «Пожарная безопасность технологических процессов» и «Безопасность жизнедеятельности» для направлений «Техносферная безопасность», «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и способствует формированию профессиональных компетенций при подготовке бакалавров в Казанском ГАУ.

УДК-63.658.382.3

ББК-65.246р

© Казанский государственный аграрный университет, 2016 г.

Тема: «Определение концентрации горючих газов и паров в воздухе рабочей зоны и оценка взрывоопасности полученной концентрации»

Время на изучение материала: 4 часа

Цель практического занятия: Освоить методику определения концентрации горючих газов и паров с помощью газоанализатора, экспресс-методом. Дать оценку взрывобезопасности измеренной концентрации. Установить группы и категории исследуемых газов, а также научиться устанавливать необходимый тип взрывозащищенного электрооборудования

Задание:

1. Рассмотреть вопросы, касающиеся методики измерения пожаровзрывоопасности горючих газов, паров и пыли, контроля за состоянием воздушной среды в помещениях.
2. Описание и принцип работы газоанализатора.
3. Порядок проведения измерений.
4. Отчет, выводы и заключение о выполненной работе.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

С учетом требований Правил пожарной безопасности, в каждом взрывоопасном производственном помещении должен производиться систематический контроль воздушной среды на содержание горючих газов, паров и пыли. Для контроля за воздушной средой в помещении, а также в аппаратах, резервуарах, колодцах (при подготовке их к ремонту и особенно перед производством сварочных работ) широко применяется газоанализатор ПГФ-2М1.

О взрывоопасности полученной концентрации газа судят по интервалу между его нижним и верхним пределами воспламенения нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения – это минимальная и максимальная концентрации газов и паров в смеси с воздухом, при которой они способны загораться под действием импульса и распространять пламя (таблица 1).

Таблица 1 - Пределы воспламенения НКПР и ВКПР некоторых газов

Наименование газа или пара	Формула	Молекулярный вес	Пределы воспламенения, % об.	
			нижний	верхний
Этиловый спирт	C_2H_5OH	46,07	3,2	20,0
Диэтиловый эфир	$C_2H_5OC_2H_5$	74,12	1,7	48,0
Пропан	$CH_3CH_2CH_3$	44,09	2,3	9,5
Этилен	$CH_2=CH_2$	28,05	2,5	34,0
Бензин			1,0	6,0

Для определения типа взрывозащищенного электрооборудования, которое должно быть установлено в помещениях, необходимо знать состав анализируемой среды. Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) и правилам изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ПИБРЭ) взрывоопасные смеси паров легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих жидкостей и газов с воздухом подразделяются на группы и категории.

Категории взрывоопасных смесей устанавливаются в зависимости от их способности передавать взрыв из оболочки через узкую щель между двумя поверхностями при длине зазора 25 мм и высоте зазора (таблица 2).

Таблица 2 – Категории взрывоопасных смесей по способности передачи взрыва из оболочки

Категория	Высота зазора (мм)
1 категория	более 1,0
2 категория	свыше 0,65 до 1,0
3 категория	свыше 0,35 до 0,65
4 категория	менее 0,35

В зависимости от температуры самовоспламенения устанавливаются 5 групп взрывоопасных смесей (таблица 3).

Таблица 3 – Группы взрывоопасных смесей

Группа взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения, (°C)
T1	свыше 450
T2	свыше 300 до 400
T3	свыше 200 до 300
T4	свыше 135 до 200
T5	свыше 100 до 135

Примеры распределения взрывоопасных смесей по категориям и группам приведены в приложении А.

Принадлежность взрывоопасной смеси к определенной категории и группе обозначается условными знаками: например аммиак – 1Т1, бутан – 2Т2, серный эфир – 3Т4, сероуглерод – 4Т5, т.е. аммиак относится к 1-й категории и группе Т1, бутан – ко 2-й категории и группе Т2 и т.д. Зная категорию и группу определенной взрывоопасной смеси, можно подобрать электрооборудование для помещений с данной воздушной средой.

Неправильно подобранное электрооборудование может стать источником воспламенения взрывоопасной смеси вследствие искрения или нагрева электродвигателей или их отдельных частей, поэтому во всех взрывоопасных производствах применяется электрооборудование во взрывозащищенном исполнении.

С учетом уровня взрывозащиты электрооборудование классифицируется следующим образом (см. Приложение Б):

- а) взрывобезопасное, повышенной надежности;
- б) взрывобезопасное;
- в) взрывобезопасное при любых количествах повреждений.

По виду исполнения взрывозащищенное электрооборудование подразделяется:

- взрывонепроницаемое – с корпусом, способным выдержать давление, если внутри корпуса произошел взрыв и пламя не передается в окружающую среду;
- маслонеполненное – искрящие и не искрящие части которого погружены в масло;

- повышенной надежности против взрыва – в котором исключается возникновение искрения электрической дуги;
- продуваемое под избыточным давлением – в котором поддерживается избыточное давление, предотвращающее засасывание смесей из помещений;
- искробезопасное – искры которого не способны воспламенить пары и газы окружающей среды ввиду малой энергии.

2. ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Газоанализатор ПГФ 2М1 – представляет собой переносной электрический взрывозащищенный прибор, предназначенный для периодического количественного определения концентраций горючих газов и паров, относящихся к 1, 2, 3 категориям взрывчатых смесей групп Т1, Т2, Т3 в воздухе взрывоопасных помещений всех классов. Газоанализатор имеет три модификации: ПГФ 2М1-И1А – «метан», ПГФ 2М1-ИЗГ – «эфир» и ПГФ 2М1-И4А – «водород». Внешний вид прибора приведен на рис.1.

Взрывобезопасность прибора обеспечивается установкой на входе и выходе прибора двух взрывозащитных устройств, которые выполнены по типу щелевой защиты и представляют собой металлические цилиндры с выполненными фрезерованием щелями, причем ширина щели зависит от модификации газоанализатора.

Принцип работы прибора основан на определении теплового эффекта сгорания горючих газов и паров на каталитически активной платиновой спирали. Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис.2.

В основу положен неравновесный мост постоянного тока, у которого два плеча составляют платиновые спирали (измерительная и сравнительная), два других плеча – постоянные сопротивления. Таким образом, когда через газоанализатор проходит чистый воздух мост находится в равновесии. В процессе анализа воздушной среды, при взятии пробы, горючий газ сгорает на платиновой спирали рабочего плеча (элемент 5), температура спирали повышается, повышается и ее сопротивление. По диагонали моста протекает ток, величина которого пропорциональна концентрации

анализируемого компонента, причем искробезопасность электрической схемы обеспечивается за счет установки ограничительного сопротивления.



Рисунок 1 - Внешний вид газоанализатора ПГФ-2М1

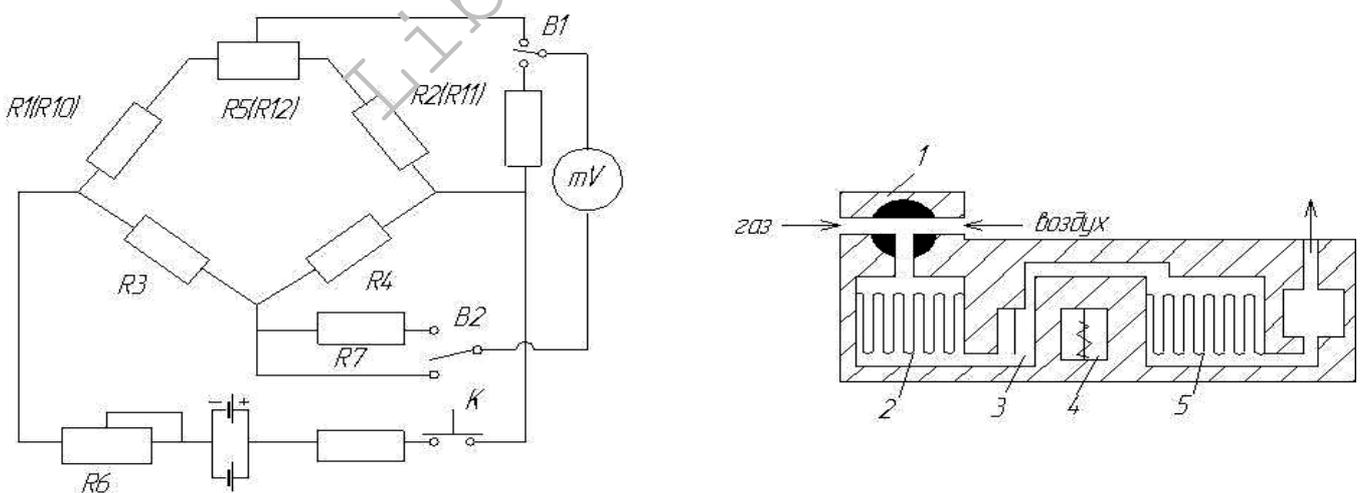


Рисунок 2 - Схема электрическая принципиальная и газовая схема прибора газоанализатора ПГФ-2М1.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

1. Установить переключатели в положение «контроль» и «ПР-1», выставить стрелку индикатора прибора напротив первой реперной точки.
2. Накачать насосом чистый воздух, переключатель режимов измерения установить в положение «анализ», нажать кнопку «накал» и ручкой реохорда «ноль» установить стрелку индикатора на нулевое деление шкалы.
3. Установить краны в положения «газ» и «воздух», переключатели в режимы «анализ» и «ПР-2», закачать пробу воздуха из рабочей зоны, где необходимо провести анализ, нажать кнопку «накал» и снять показания индикатора (по максимальному отклонению стрелки).
4. При незначительных концентрациях газа установить кран в положение «газ», провести измерение по второму режиму (ПР-2), затем по первому пределу измерения (ПР-1).
5. Концентрация анализируемых компонентов в объемных процентах для всех веществ, кроме бензина, определяется по таблице 1.

Таблица 1 - Концентрация анализируемых компонентов в объемных процентах для некоторых веществ

Анализируемый газ	Реперная точка	Предел переключения	Измеряемая концентрация	Допустимая погрешность
Эфир диэтиловый	I	I	0,08...0,4% об.	±0,05 % об.
		II	0,04...2,2% об.	±0,20 % об.
Бензин неэтилированный	I	I	2,50...12,5 мг/л	±2,0 мг/л
		II	12,5...80,0 мг/л	±0,05 % об.
Бензин этилированный	I	I	2,50...12,5 мг/л	±2,0 мг/л
		II	12,5...80,0 мг/л	±12,5 мг/л
Газ коксовый	I	I	0,20...1,0% об.	±0,10 % об.
		II	1,0...4,0% об.	±0,50 % об.

Определение концентрации паров бензина проводится в мг/л. При необходимости концентрацию в (мг/л) можно пересчитать в концентрацию, выраженную в (% об.).

$$A = \frac{62,36 \cdot T \cdot 10^{-4} \cdot a}{M \cdot P}, \% \text{ об.}$$

где T – абсолютная температура вещества, K ; M – молекулярный вес газа или пара; P – атмосферное давление, мм.рт.ст.; a – концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$.

4. ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Отчет о лабораторно-практической работе должен содержать:

4.1. Краткое описание устройства и принцип работы газоанализатора ПГФ-2М1, электрическую и газовую схемы прибора.

4.2. Оценку взрывоопасности измеренной концентрации газа (пара).

4.3. Определение группы и категории определяемой взрывоопасной смеси.

4.4. Шифр требуемого взрывозащищенного электрооборудования для данного производственного участка.

4.5. Заполнить таблицу экспериментальных данных по проведенным измерениям:

Наименование газа, пара	Пределы измерений	Показания милливольтметра	Концентрация газа по результатам анализа, % об.

5. Выводы:

Контрольные вопросы:

1. Методы контроля воздушной среды.
2. Принцип действия прибора ПГФ-2М1.
3. Порядок проведения экспериментов.
4. Пределы воспламенения. Определение взрывоопасности газа или пара по полученной концентрации.
5. Классификация взрывоопасных смесей по категориям и группам.
6. Классификация электрооборудования в зависимости:
 - а) от уровня взрывозащиты;
 - б) от вида исполнения.
7. Подбор электрооборудования.

Library of KSAU

Список использованной литературы**а) основная:**

1. Лопанов А.Н. Мониторинг и экспертиза безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / А.Н. Лопанов, Е.В. Климова.– Белгород: Изд-во БГТУ, 2009.– 182 с.
2. Андросов, А.С., Салеев, А.П. Примеры и задачи по курсу «Теория горения и взрыва» Учеб. Пособие. - М.: ГПС МЧС России. – 2008.–80с.
3. Безопасность труда в химической промышленности: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Л.К. Маринина, А.Я. Васин, Н.И. Торопов и др.; под ред. Л.К. Марининой. –2-е изд., стер.–М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 528 с.

б) дополнительная:

1. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.С. Мастрюков.- 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-336 с.

Library of KSAU

Классификация взрывоопасных смесей по воспламеняющейся способности (ГОСТ 12.1.011-78)

Категория взрывоопасной смеси	Группа взрывоопасной смеси,				
	T1	T2	T3	T4	T5
	наименование веществ, образующих взрывоопасную смесь с воздухом				
1	2	3	4	5	6
1	<p>Аллил хлористый, аммиак, ацетонитрил, винилиден хлористый, дихлорэтан, изобутан, кислота уксусная метан, метилацетат, метилстирол, метил хлористый, метилхлормиат, метилфенилхлорсилан</p> <p><u>Растворители:</u> Р-5 (ТУ МХП 2191), РС-1 (ТУ МХП 1763), Р-4 (ГОСТ 7827), РЭ-1 (ТУ МХПКУ 367), трихлорэтилен, циклогексанон, трихлорпропан, трифторпропан</p>	<p>Алкибензол ГОСТ 7166-54, амилацетат, винилиден фтористый, изопропиламин, кислота пропионовая, метилтрихлорсилан, пропиламин, ангидрит уксусный, винулацетат</p> <p><u>Растворители:</u> №646 (ГОСТ 5630), №647 (ГОСТ 4005), №648 (ГОСТ 4006), №649 (ТУ МХП 1812), РДВ (ГОСТ 4399), РКБ-9 (ТУ МХП 2533), РС-2 (ТУ МХП 1763)</p>	<p>Полиэфир ТГИ-3, растворитель №651, скипидар, спирт амиловый, уайт спирт, циклогаксан, этилдихлортиофосфат</p>		

Продолжение таблицы (Приложение А)

1	2	3	4	5	6
		<u>Спирты:</u> Бутиловый (третичный), изоамиловый, изобутиловый, изопропиловый, γ -хлорпропилтрихлорсилан, этилдендиацетат			
2	Ацетон, бензин, бензол, винил хлористый, газ доменный, диэтиламин, изобутан, ксилол, окись углерода, пропан, стирол, толуол, этан, этил хлористый, этилбензол, нафталин	Бензин АИ-59, бутан, бутилацетат, дивинил, диметиламин, диксан, изопентан, метиламин, нитрил акриловой кислоты, пентан, пропилен <u>Спирты:</u> n – бутиловый, метиловый, этиловый, фуран	Аминопропилтриэтаксисилан, бензины АИ-92...95, керосин, нефть сырая, топливо дизельное (зимнее)	Ацетальдегит, эфир дибутиловый, эфир диэтиловый, этиленгликоль	
3	Газ коксовый (метан 40%, водород 60%), светильный газ, этилен	Окись этилена, окись пропилена, этилтрихлорсилан	Винилтрихлорсилан, этилдихлорсилан	Эфир диэтиловый (серный)	
4	Водород, газ водяной	Ацетилен, метилхлорсилан	Сероводород, трихлорсилан		Сероуглерод

Распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам для подбора электрооборудования (ГОСТ 12.2.020-76)

Взрывозащита		Назначение электрооборудования	Наименование категорий и групп веществ, образующих взрывоопасную смесь с воздухом	Маркировка
уровень	вид			
1	2	3	4	5
Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка	Для помещений и наружных установок	1, 2 категории, группы T1 и T2	ГОСТ 12.2.020-76
- « -	- « -	- « -	Все среды	
- « -	Погружение в масло	- « -		
- « -	Погружение в масло со взрывонепроницаемыми элементами	- « -	1, 2 и 3 категории, группа T1	
- « -	Продувка под избыточным давлением	- « -	Все среды	
- « -	Искробезопасность	- « -	Все среды	
- « -	Искробезопасность со взрывонепроницаемыми элементами	- « -	1, 2 и 3 категории, группа T1...T4	
Взрывобезопасный при любых количествах повреждений	Искробезопасность	Для помещений и наружных установок	Все среды	

Продолжение таблицы приложения Б

1	2	3	4	5
Повышенной надежности против взрыва	Повышенная надежность (меры и средства, затрудняющие возникновение опасных искр дуги нагрева)	Для помещений и наружных установок	Все категории, группы Т1...Т4	

Примечание: 1. Электрооборудование с уровнем взрывозащиты – взрывобезопасным и взрывобезопасным при любых количествах повреждений можно применять во взрывоопасных помещениях и наружных установках всех классов.

2. Электрооборудование с уровнем взрывозащиты повышенной надежности против взрыва можно применять во взрывоопасных помещениях классов В-Iа, В-Iб, В-IIа и наружных установках класса В-Iг и в средах, для которых оно изготовлено.

Library of KSAU