

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

А.А. Копылов, канд. воен. наук, доцент
В.Н. Соболин, канд. пед. наук, доцент

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для курсантов и студентов
всех специальностей и форм обучения

БГАРФ

Калининград
Издательство БГАРФ
2019

УДК 504.054; 504.064

Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / А.А. Копылов, В.Н. Соболин. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 54 с.

В методических указаниях изложен ряд теоретических положений, раскрывающих физико-химические и токсические свойства вредных веществ, их воздействие на организм человека, нормирование, основы организации и осуществления контроля загрязненности воздуха производственных помещений вредными веществами, применяемые технические средства химического контроля, методы анализа.

На их основе в указаниях рассмотрена методика проведения измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны типовыми приборами химического контроля.

Лабораторная работа имеет высокое практическое значение. Ее проведение подтверждает необходимость и возможность осуществления контроля за загрязненностью воздуха вредными веществами в условиях производственной деятельности.

Методические указания предназначены для курсантов и студентов всех специальностей и форм обучения, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Библиогр. – 14 назв., прил. 9.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензент: Даниленкова В.А., канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
транспортного факультета БГАРФ

Оглавление

Организационные указания	4
Часть I. Тема: Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны	5
1. Цели лабораторной работы.....	5
2. Теоретическая часть.....	5
2.1. Общие положения.....	5
2.2. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны	12
3. Приборы химического контроля.....	14
4. Универсальный газоанализатор УГ-2 и его основные характеристики	18
5. Меры безопасности.....	25
6. Методические рекомендации по выполнению I части работы.. ..	25
7. Порядок оформления и содержание отчета.....	28
Часть II. Тема: Организация химического контроля и измерение концентрации монооксида углерода в производственных помещениях	30
1. Цели лабораторной работы.....	30
2. Теоретическая часть.....	30
3. Основные технические и эксплуатационные характеристики и устройство газоанализатора «Хоббит-Т-СО».....	32
4. Порядок измерения концентрации монооксида углерода в воздухе рабочей зоны газоанализатором «Хоббит-Т-СО».....	35
5. Методические рекомендации по выполнению II части работы.....	36
6. Заключительная часть.....	37
Контрольные вопросы.....	38
Список использованной литературы	40
Приложения	
Приложение 1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ (АХОВ) в атмосферном воздухе населенных мест и воздухе рабочей зоны	41
Приложение 2. Методы анализа загрязнения воздушной среды, применяемые в приборах химического контроля.....	43
Приложение 3. Классификация приборов химического контроля (газоанализаторов)	47
Приложение 4. Основные технические и эксплуатационные характеристики универсального газоанализатора УГ-2.....	48
Приложение 5. Устройство газоанализатора УГ-2 и принцип его работы	49
Приложение 6. Характеристики индикаторных и фильтрующих трубок к газоанализатору УГ-2.....	50
Приложение 7. Основные физико-химические характеристики монооксида углерода.....	52
Приложение 8. Технические и эксплуатационные характеристики газоанализатора «Хоббит-Т-СО».....	53
Приложение 9. Образец титульного листа по лабораторной работе.....	54

Организационные указания

Лабораторная работа проводится после изучения студентами и курсантами в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» следующих основных положений:

- классификация опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами химического воздействия на организм работающего человека и порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых в рабочей зоне химических веществ;
- физико-химические и токсические свойства аварийно химически опасных веществ;
- содержание, поражающие факторы и особенности развития химической аварии, как техногенной чрезвычайной ситуации;
- химический контроль, как составная часть производственного контроля в организациях, эксплуатирующих химически опасные объекты, его цель, содержание, порядок ведения, силы и средства контроля.

Лабораторная работа состоит из двух частей.

Первая часть является базовой и проводится с курсантами и студентами всех специальностей и форм обучения по теме «Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Ее целью является формирование на основе теоретических знаний порядка организации химического контроля в производственных условиях и измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Вторая часть работы проводится по теме «Организация химического контроля и измерение концентрации монооксида углерода в производственных помещениях».

Она дополняет основную часть лабораторной работы, носит практическую направленность и проводится с курсантами и студентами тех специальностей, которые связаны с эксплуатацией и обслуживанием техники, имеющей двигатели внутреннего сгорания.

Ее целью является получение знаний, отражающих специфику организации контроля за загрязненностью воздуха рабочей зоны монооксидом углерода и измерения его концентрации.

БГАРФ

Часть I

Тема: Измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

1. Цели лабораторной работы

Лабораторная работа имеет следующие цели:

- совершенствовать знания обучаемых основных токсических и физико-химических свойств вредных веществ и их гигиеническое нормирование в условиях производственной деятельности;
- ознакомить обучаемых с общей характеристикой приборов химического контроля и основными методами химического анализа;
- изучить устройство, технические и эксплуатационные характеристики, принцип работы и используемый метод анализа универсального газоанализатора УГ-2, методику проведения измерений концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- получить практические навыки проведения измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны универсальным газоанализатором УГ-2 и формулирования выводов.

2. Теоретическая часть

2.1. Общие положения

Неотъемлемой частью среды обитания человека является атмосферный воздух.

Атмосферный воздух – жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.

Являясь естественной (природной) смесью газов, атмосферный воздух имеет следующий химический состав (% об.): азот – 78,08; кислород – 20,94; аргон, неон, криптон и другие инертные газы – 0,94; углекислый газ – 0,03; прочие газы – 0,01.

Атмосферный воздух в силу его уникального состава и свойств более чем другие природные объекты связан с жизненными интересами людей. Ведь именно его качество непосредственно влияет на здоровье человека, продолжительность жизни, а также на качественное состояние всех других элементов окружающей среды, особенно животного и растительного мира.

В современных условиях развития общества одним из основных факторов нанесения ущерба здоровью населения и окружающей среде является загрязнение атмосферного воздуха вредными (загрязняющими) ве-

ществами. Причем, негативное воздействие вредных веществ на организм человека может осуществляться во всех видах его деятельности. Однако в наибольшей степени оно проявляется в условиях производства.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

Вредное (загрязняющее) вещество – химическое или биологическое вещество либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Рассмотрение определения показывает, что одной из составляющей вредных веществ являются химические вещества. Именно химические вещества, при взаимодействии которых с организмом человека в рамках биохимических процессов его функционирования приводят к повреждению целостности тканей организма и (или) нарушению его нормального функционирования, относят к опасным и вредным факторам рабочей среды.

Вредный фактор рабочей среды – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства.

Опасный фактор рабочей среды – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

Из общего перечня химических веществ реальную угрозу производственному персоналу представляют опасные химические вещества.

Опасное химическое вещество (ОХВ) – химическое вещество, прямое или опосредованное действие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Следует также знать, что из общего многообразия опасных химических веществ, (а их, прошедших государственную регистрацию в Федеральном регистре, потенциально опасных химических и биологических веществ¹ насчитывается свыше 10 тысяч), реальную опасность для персонала, населения и окружающей среды представляет только ряд из них и только в условиях аварии. Именно в силу данного обстоятельства возникла необходимость в выделении в отдельную группу таких опасных химических веществ, которые при определенных аварийных условиях могут привести к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации (химической аварии). Поэтому было введено и официально закреплено понятие «аварийно химически опасное вещество».

¹ В Российской Федерации ведение Федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ возложено на Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (выливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Каждое химическое вещество, как органического, так и неорганического происхождения, по-своему уникально и отличается от других только присущими ему свойствами, основным из которых является токсичность.

Токсичность – свойство химического вещества, вызывающего нарушение биохимических процессов и физиологических функций организма.

Для оценки токсичности химических веществ используют ряд характеристик, основной из которых является концентрация.

Концентрация (С) – количество химического вещества в единице объема ($\text{мг}/\text{м}^3$) или массы ($\text{мг}/\text{л}$, $\text{мг}/\text{кг}$).

Безотносительно к типу химического вещества различают пороговую, предельно допустимую и среднюю смертельную концентрацию. При этом в основе такого подхода лежит мера количества опасного вещества, которое может вызвать определенные нарушения физиологических функций организма, а при определенных значениях привести к летальному исходу.

Пороговая концентрация – это минимальная концентрация, которая может вызвать ощутимый физиологический эффект.

Предельно допустимая концентрация опасного вещества (ПДК) – максимальное количество опасных веществ в почве, воздушной или водной среде, продовольствии, пищевом сырье и кормах, измеряемое в единице объема или массы, которое при постоянном контакте с человеком или при воздействии на него за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных последствий.

Средняя смертельная концентрация в воздухе – концентрация вещества в воздухе, вызывающая гибель 50 % пораженных при 2-х, 4-х часовом ингаляционном воздействии ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Из всех видов концентраций основной и определяющей является предельно допустимая концентрация (ПДК). Приведенное выше ее общее определение раскрывает содержание и направленность предельно допустимой концентрации. Оно показывает, что предельно допустимая концентрация опасных химических веществ распространяется практически на все объекты окружающей среды (почву, воздух, воду), а также ряд материальных средств (продовольствие, пищевое сырье, корма и др.), с которыми неразрывно связана жизнедеятельность человека.

При рассмотрении предельно допустимой концентрации необходимо знать следующие положения.

Первое. Предельно допустимая концентрация устанавливается для каждого типа опасного химического вещества с учетом его токсичности.

Второе. Предельно допустимая концентрация устанавливается с учетом условий жизнедеятельности человека. Различают предельно допустимую концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м³ – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Здесь различают предельно допустимую среднесуточную и предельно допустимую максимальную разовую концентрацию.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{СС}), мг/м³ – концентрация, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при 24-часовом или длительном дыхании (год и более).

Предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{МР}), мг/м³ – концентрация, которая не должна вызывать развития общетоксических, мутагенных, канцерогенных и других вредных эффектов в организме человека при вдыхании в течение 20-30 минут.

Показатели данных предельно допустимых концентраций установлены гигиеническими нормативами «ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

Для условий производственной деятельности определяющими являются ПДК вредных (химических) веществ в воздухе рабочей зоны.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}), мг/м³ – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Рабочая зона – пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного (временного) пребывания работающих.

Зона дыхания – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего.

Следует отметить, что показатели ПДК населенных мест и рабочей зоны имеют существенные отличия, что объясняется продолжительностью воздействия вредных веществ на организм человека.

Показатели предельно допустимых концентраций (ПДК) наиболее значимых вредных (химических) веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест приведены в приложении 1.

Третье. Предельно допустимая концентрация является физической величиной. Следовательно, она может быть измерена и на практике измеряется приборами химического контроля.

Четвертое. Предельно допустимая концентрация вредного вещества является нормируемой величиной, то есть относится к гигиеническим нормативам, установленным с учетом их токсичности. Следовательно, соблюдение ее значений подлежит надзору и контролю².

Гигиенический норматив – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека.

По степени воздействия на организм человека вредные (химические) вещества подразделяют на четыре класса опасности (табл. 1).

Таблица 1

Классификация вредных веществ по опасности³

Показатель	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
	Чрезвычайно опасные	Высокоопасные	Умеренно опасные	Малоопасные
Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10

Примечание: В каждом конкретном случае класс опасности устанавливается по самому жесткому показателю, характерному для данного вредного вещества.

По характеру результирующего химического воздействия на организм человека химические вещества подразделяют на⁴:

- токсические (ядовитые);
- раздражающие;

² Органом, осуществляющим государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование и федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор является Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) и ее территориальные органы.

³ ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

⁴ ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

К химическим веществам, обладающим токсическими (ядовитыми) свойствами, относятся любые химические вещества и их соединения, которые при попадании в организм человека различными путями способны вызвать нарушение состояния здоровья или заболевания любой степени тяжести, а также привести к летальному исходу. При этом признаки поражения могут проявляться как непосредственно в процессе контакта с веществом, так и в отдаленные сроки жизни.

К ним можно отнести монооксид углерода, сероуглерод, соединения свинца, ртути, фтора и мышьяка, хлорциан, мышьяковистый, сернистый и фтористый водород, соли синильной кислоты (цианиды), хлорокись фосфора, бензол и нитробензол и др.

К химическим веществам, обладающим раздражающими свойствами, относятся вещества, вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких и кожных покровов человека, в результате которого обычно без скрытого периода возникает воспалительная реакция.

К ним относятся хлор, хлорацетофенон, хлорпикрин, пары ацетона, аммиак, диоксид серы, сероводород, оксиды азота и фтора и др.

К химическим веществам, обладающим сенсibiliзирующими свойствами, относятся вещества, вызывающие повышенную чувствительность организма к этим веществам. В производственных условиях последующие воздействия на организм даже незначительного количества данного вещества вызывают бурную и весьма быстро развивающуюся реакцию, приводящую к аллергическим заболеваниям (дерматиты, экземы кожи), астматическим явлениям, заболеваниям крови.

Таковыми веществами являются формальдегид, гексахлоран, органические красители на основе азота, диметиламин, бензол, ароматические нитро- и аминсоединения и др.

К химическим веществам, влияющим на репродуктивную функцию человека, относятся вещества, которые вызывают возникновение врожденных пороков развития и отклонений от нормальной структуры потомства, влияют на развитие плода в матке и послеродовое развитие, здоровье потомства.

Таковыми веществами являются борная кислота, соединения ртути, марганца и свинца, стирол, аммиак, а также ряд других химических веществ и их соединений в больших количествах.

Однако по характеру воздействия на организм человека, степени опасности и тяжести последствий отдельно следует рассматривать химические вещества, обладающие канцерогенными и (или) мутагенными свойствами.

Химические вещества, обладающие канцерогенными свойствами – это вещества и химические соединения, способные при воздействии на организм человека вызывать развитие всех видов раковых заболеваний и другие злокачественные опухоли, а также доброкачественные новообразования.

Перечень химических веществ, обладающих канцерогенными свойствами, весьма значителен. Наиболее ярко выраженными являются бензол, бенз(а)пирен, асбест, бериллий, хром, никель, кадмий, ртуть, теллур, мышьяк и их соединения, полициклические ароматические углеводороды, которые входят в состав сырой нефти, мазута, смазочных масел и образуются при их термической обработке или неполном сгорании топлива, ароматические амины (производные аммиака) и др.

Химические вещества, обладающие мутагенными свойствами – это вещества и химические соединения, которые при воздействии на половые (соматические) клетки, входящие в состав всех органов и тканей человека, а также на половые клетки, вызывают изменения (мутации) в генотипе (наследственной информации) человека и могут привести к наследственным генетическим изменениям (мутации) или повысить риск их приобретения. При этом генетические эффекты от мутагенных факторов могут иметь длительный характер и их мутагенное влияние на половые клетки сказывается, как правило, на последующих поколениях, иногда в очень отдаленные сроки.

Таковыми веществами являются свинец, марганец, ртуть и их соединения, формальдегид, азотистая кислота и её соли (нитриты), некоторые пестициды и нитраты, ароматические углеводороды, продукты переработки нефти, органические растворители и др.

С учетом степени опасности данных веществ Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» подтверждено, что к числу вредных веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, отнесены вещества с учетом уровня канцерогенных и (или) мутагенных свойств. Также Законом определено, что при отнесении производственных объектов к соответствующей категории по степени негативного воздействия на население и окружающую среду, учитываются канцерогенные и мутагенные свойства вредных веществ, содержащихся в выбросах.

Степень опасности химических веществ связана с путями их попадания в организм человека, которыми являются:

- ингаляционный, то есть через органы дыхания путем вдыхания зараженного воздуха;
- пероральный, то есть через желудочно-кишечный тракт при употреблении зараженных продуктов питания и воды;
- кожно-резорбтивный, то есть через открытые кожные покровы, в том числе открытые раны и слизистые оболочки.

Воздействие вредных веществ на организм человека и, следовательно, способы защиты определяется их агрегатным состоянием.

Вредные (химические) вещества могут находиться в виде пара, газа, аэрозоли и пыли.

Пар – газообразная фаза вещества, являющегося жидким или твердым при атмосферном давлении.

Газ – состояние вещества, характеризующееся очень слабыми связями между составляющими его частицами (молекулами, атомами или ионами), а также их большой подвижностью

Аэрозоль – дисперсная система, состоящая из мелких твердых или жидких, или твердых и жидких частиц, взвешенных в воздухе и газообразной среде.

Аэрозоль твердых частиц – это дисперсная фаза твердых частиц в воздухе (пыль, дым).

Аэрозоль жидких частиц – это дисперсная фаза жидких частиц в воздухе (туман).

Пыль – дисперсная система с газовой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой.

Вредные (химические) вещества в условиях производственной деятельности формируют химический фактор, воздействующий на персонал организации.

Химический фактор – это совокупность химических веществ и их смесей, находящихся в определенном физическом состоянии и обладающих такими химическими свойствами, которые при взаимодействии с организмом человека в рамках биохимических процессов его функционирования приводят к повреждению целостности тканей организма и (или) нарушению его нормального функционирования.

2.2. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Воздействие вредных веществ на организм человека всегда носит негативный характер. В большей степени это проявляется к персоналу производственных объектов, где осуществляется прямое воздействие вредных (химических) веществ и его следует рассматривать как опасный фактор рабочей среды. Это предполагает создание и наличие в организациях действенной и эффективной системы химического контроля.

Следует отметить, что химический контроль имеет широкое понятие.

В соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» он является составляющей частью и основой подсистем государственного мониторинга атмосферного воздуха и государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды. Химический контроль организуется и осуществляется во

всех организациях, но с наибольшей тщательностью, полнотой и степенью ответственности в тех, которые эксплуатируют химически опасные объекты. Здесь он является составной частью производственного контроля.

Химический контроль – определение наличия, вида (типа) опасных химически веществ в воздухе, почве, воде, на поверхности, а также степени опасности заражения личного состава и населения.

Химически опасный объект – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасное химическое вещество, при аварии или разрушении которого могут произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

Основным содержанием химического контроля в организациях является измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которое не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций (ПДК_{р.з.}).

Основным нормативным документом, определяющим показатели предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, являются гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Гигиенические нормативы разработаны в соответствии с Федеральным законом от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Они действуют на всей территории Российской Федерации и устанавливают предельное допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Следует знать, что показатели ПДК_{р.з.} устанавливают, как правило, на уровне в 2-3 раза более низком, чем порог хронического действия химических веществ, а при наличии веществ, обладающих свойствами мутагенного и (или) канцерогенного воздействия на организм человека показатели ПДК_{р.з.} снижают в 5 и более раз.

В условиях производственной деятельности именно ПДК_{р.з.} определяет также класс условий труда.

Условия труда – совокупность факторов трудового процесса и рабочей среды, в которой осуществляется деятельность человека. Исходя из степени отклонения уровней факторов рабочей среды от гигиенических нормативов, условия труда по степени вредности и опасности условно подразделяются на 4 класса: **оптимальные, допустимые, вредные и опасные.**

Следует также знать, что классификация условий труда по показателям вредности и опасности является определяющим. Ведь именно на ее основе организуется проведение комплекса профилактических мероприятий, направленных на оздоровление условий труда и включающих, прежде всего, устранение опасного фактора, а при невозможности устранения –

снижение его уровня воздействия до безопасных пределов, в том числе путем уменьшения времени его воздействия (защита временем).

При этом, **использование средств индивидуальной защиты в числе мер по улучшению условий труда считается исключительной.**

С учетом характера воздействия химических веществ на организм человека при установлении класса условий труда по данным химического контроля должны соблюдаться следующие положения:

– при одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия (близких по химическому строению и с одинаковой спецификой клинических проявлений) с эффектом суммации, то есть комбинированным действием исходят из расчета суммы отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК. При этом полученная величина не должна превышать единицу (допустимый предел для комбинации), что соответствует **допустимым** условиям труда.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – концентрации отдельных компонентов смеси, мг/м³; ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_n – предельно допустимые концентрации компонентов, мг/м³.

Суммация – действие вредных веществ в комбинации.

Эффект суммации – изменение вредного (негативного) воздействия двух или более вредных веществ при их совместном присутствии в атмосферном воздухе по сравнению с вредным (негативным) воздействием отдельно каждого вещества.

Комбинированное действие вредных веществ – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути поступления;

– при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны двух и более вредных веществ разнонаправленного действия класс условий труда для химического фактора устанавливается по веществу, концентрация которого соответствует наиболее высокому классу и степени вредности;

– если в воздухе рабочей зоны одно вещество имеет несколько специфических эффектов (канцероген, аллерген, мутаген и др.), оценка условий труда проводится по более высокой степени вредности.

3. Приборы химического контроля

Для ведения химического контроля применяются технические средства химического контроля.

Технические средства химического контроля – приборы, аппаратура, комплекты, комплексы, системы, машины и другие технические изделия, предназначенные для ведения химической разведки и контроля (мо-

ниторинга) химической обстановки в зонах чрезвычайных ситуаций и на химически опасных объектах, в местах проведения аварийно-спасательных работ, а также на маршрутах выдвижения.

Основным техническим средством ведения химического контроля являются приборы химического контроля. Их предназначением является обнаружение и идентификация вредных (химических) веществ и измерение их концентрации. Такими приборами являются газоанализаторы.

Газоанализатор – измерительный прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов.

Газовая смесь (смесь газов) – система, состоящая из двух или более компонентов смеси (газов).

Следует отметить, что в настоящее время промышленностью выпускается значительный перечень газоанализаторов, различающихся по ряду характеристик, в том числе по принципу действия, конструктивному исполнению, количеству измеряемых компонентов газовой смеси, применяемым методам анализа, количеству каналов измерения, функциональному назначению и ряду других.

Так, по принципу действия различают газоанализаторы ручные и автоматические.

Ручные анализаторы газа – это переносные и носимые устройства, которые обладают достаточно высокой точностью и предназначены для лабораторных и контрольных анализов.

Среди них наиболее распространены химические адсорбционные газоанализаторы, в которых составляющие компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами.

В настоящее время более широкое применение получили автоматические газоанализаторы.

Автоматические газоанализаторы – это устройства, которые непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или её отдельных компонентов, что существенно повышает оперативность получения анализа загрязненности (загазованности) атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны.

По конструктивному исполнению различают газоанализаторы стационарные, переносные и носимые (портативные).

Стационарный газоанализатор – газоанализатор, все части которого предназначены для постоянной установки.

Переносимый газоанализатор – газоанализатор, не относящийся к портативным, но относительно легко перемещаемый с одного места на другое.

Носимые (портативные) газоанализаторы – газоанализаторы, предназначенные для кратковременного или постоянного использования, приспособленные для быстрого перемещения с места на место и использования во время перемещения.

К основной группе газоанализаторов следует отнести носимые (портативные) газоанализаторы. Их спектр применения крайне широк. Так, в условиях производственной деятельности именно они используются для планового контроля загрязнения воздуха рабочей зоны. Более того, данные приборы являются основными источниками оперативного получения информации о химической обстановке в условиях аварии на химически опасном объекте.

По количеству измеряемых компонентов газовой смеси газоанализаторы могут быть **однокомпонентными**, то есть имеющими один датчик или сенсор и ориентированными на измерение концентрации одного химического вещества, или **многокомпонентными**, то есть имеющими различные друг от друга типы детекторов или сенсоров и способными осуществлять контроль концентрации одновременно нескольких вредных веществ. Причем в последнем случае анализ может производиться как одновременно по всем компонентам, так и поочередно, в зависимости от конструктивных особенностей прибора.

В основе данной характеристики газоанализатора является количество применяемых методов анализа газовой смеси.

Здесь необходимо сделать следующее пояснение.

Известно, что каждое вредное (химическое) вещество по-своему уникально и отличается от других только присущим ему химическому строению (структурой), физико-химическими и токсическими свойствами.

С учетом данных особенностей разработан и применяется ряд методов, позволяющий определять наличие каждого конкретного вредного (химического) вещества в воздухе и измерять его концентрацию. Поэтому следует знать, что нет и не может быть одного универсального газоанализатора, с помощью которого можно было бы решать все задачи газового анализа, а также с одинаковой точностью и по единому методу производить измерения в максимально широком диапазоне концентраций вредных веществ. На практике анализ смесей газов в разных диапазонах концентраций производится разными методами.

Так, например, в универсальном газоанализаторе УГ-2 применяется колориметрический метод анализа газовой среды.

Характеристика данного метода анализа приведена в приложении 2.

В силу данного положения однокомпонентные газоанализаторы комплектуются одним датчиком (сенсором) и рассчитаны для измерения концентрации только одного конкретного вредного вещества.

Датчик (детектор, сенсор) – сборочная единица, в которой расположен чувствительный элемент, которая также может содержать элементы электрической схемы.

Чувствительный элемент – часть датчика, в которой в присутствии газовой смеси происходят физические или химические превращения, которые, в свою очередь, могут быть использованы для целей измерения или сигнализации, или обеих.

В многокомпонентных газоанализаторах в целях анализа состава газовой смеси и ее разделения на составляющие практическое решение данной задачи осуществляется путем использования набора отличных друг от друга датчиков (детекторов, сенсоров) или индикаторных трубок, ориентированных на конкретный тип вредного (химического) веществ.

В зависимости от количества и типа установленных чувствительных элементов, многокомпонентный газоанализатор способен одновременно или последовательно измерять концентрацию нескольких газов одновременно.

По количеству каналов измерения приборы газового анализа могут быть одноканальными и многоканальными.

Одноканальные газоанализаторы – это приборы, предназначенные для контроля концентрации одного определённого вещества и имеющие один датчик или один измерительный канал, либо одну точку для отбора пробы.

Многоканальные газоанализаторы – это приборы для одновременного контроля нескольких газов одновременно и имеющих несколько каналов измерения. В одном таком газоанализаторе допускается сочетание каналов измерения разных газов в произвольном наборе.

В многоканальных газоанализаторах с измерительными датчиками (сенсорами) проточного типа проблема многоточечного контроля решается при помощи вспомогательных устройств специального типа, то есть газовых распределителей, которые обеспечивают поочередную подачу пробы к датчику из нескольких точек пробоотбора.

По режиму работы различают газоанализаторы непрерывного и эпизодического действия.

Газоанализатор непрерывного действия – газоанализатор, предназначенный для работы в течение продолжительного времени, при этом его первичные преобразователи (датчики) могут работать как в непрерывном, так и в прерывистом режиме.

Газоанализаторы эпизодического действия – газоанализаторы, предназначенные для использования в короткие, периодические или нерегулярные промежутки времени в зависимости от необходимости.

По методу отбора газовой смеси различают газоанализаторы с диффузионной и принудительной подачей пробы.

Газоанализатор с диффузионной подачей пробы – газоанализатор, в котором подача газа из анализируемой среды в датчик осуществляется посредством случайного движения молекул, т. е. принудительная подача пробы отсутствует.

Газоанализатор с принудительной подачей пробы – газоанализатор, в котором анализируемый газ подается из окружающей среды к датчику принудительно, например с помощью ручного или электрического насоса (компрессора).

По функциональному назначению газоанализаторы принято различать: для контроля загрязненности воздуха рабочей зоны и населенных мест, технологических процессов, промышленных выбросов, объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почвы, воды), сыпучих сред, различных поверхностей, спецодежды, продуктов питания, выхлопных газов транспортных средств (автомобилей) и других.

В общем виде классификация приборов химического контроля (газоанализаторов) приведена в приложении 3.

Применительно к производственным условиям к основным газоанализаторам, применяемым для химического контроля, следует отнести носимые (портативные) многокомпонентные и многоканальные газоанализаторы эпизодического действия, предназначенные для измерения концентрации вредных (химических) в воздухе рабочей зоны.

4. Универсальный газоанализатор УГ-2 и его основные характеристики

При выполнении лабораторной работы (часть I) используется универсальный⁵ газоанализатор УГ-2.

Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для качественного определения и количественного измерения концентраций вредных (химических) веществ в виде газа, пара и аэрозолей в воздухе рабочей зоны.

Его общий вид представлен на рис. 1.



Рис. 1. Универсальный газоанализатор УГ-2

⁵ В соответствии с нормативно-техническими актами определение «универсальный» по отношению к газоанализаторам в настоящее время не применяется. Официальное значение данного термина получило определение как «однокомпонентный» или «многокомпонентный».

В табл. 2 приведен перечень вредных веществ, подлежащих анализу и измерению концентрации универсальным газоанализатором УГ-2 в соответствии с его техническими характеристиками, показатели предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны и их основные показатели.

Таблица 2

Перечень вредных веществ, подлежащих анализу и измерению концентрации универсальным газоанализатором УГ-2

№ п/п	Наименование вещества	Химическая формула	Величина ПДК р.з. (мг/м ³)	Класс опасности	Агрегатное состояние
1	Окислы азота (по диоксиду азота)	NO ₂	2	3	Г
2	Аммиак	NH ₃	20	4	Г
3	Ацетон	C ₃ H ₆ O	800/200*	4	Г
4	Бензин	-	300/100*	4	П
5	Бензол	C ₆ H ₆	15/5*	2	П
6	Окись (монооксид) углерода	CO	20	4	Г
7	Сероводород	H ₂ S	10	2	Г
8	Сернистый ангидрид (диоксид серы)	SO ₂	10	3	Г
9	Ацетилен (по взрывоопасности)	C ₂ H ₂	1,5	-	Г
10	Хлор	Cl ₂	1	2	Г
11	Этиловый эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	300	4	П
12	Толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	150	3	П
13	Ксилол	C ₈ H ₁₀	150/50*	3	П
14	Углеводороды нефти (по углероду)	C ₂₋₁₀ H ₆₋₂₄	900/300*	4	П

* в числителе – максимальная, а в знаменателе – среднесменная ПДК.

Примечание: П – пар, Г – газ.

Следует отметить, что приведенный в таблице перечень вредных веществ, подлежащих анализу и измерению концентраций универсальным газоанализатором УГ-2, крайне ограничен. Применительно к производственной деятельности он намного шире.

Газоанализатор является ручным и носимым (портативным) устройством, что позволяет его автономно и оперативно использовать во всех производственных помещениях, местах промышленного назначения и других участках производств, на которых возможно загрязнение воздуха вредными веществами или произошла авария с выбросом загрязняющих (химических) веществ.

Отличительной особенностью универсального газоанализатора УГ-2 является его многокомпонентность.

В соответствии с техническими характеристиками газоанализатор УГ-2 способен измерять концентрацию следующих вредных веществ в воздухе рабочей зоны: сернистого ангидрида (диоксида серы), ацетилен, окиси (монооксида) углерода, хлора, аммиака, сероводорода, окислов азота, паров этилового эфира, бензина, бензола, толуола, ксилола, ацетона и углеводородов нефти.

Таким образом, универсальный газоанализатор УГ-2 способен измерять концентрацию 14 химических веществ и их соединений или 14 компонентов.

Перечень определяемых газоанализатором УГ-2 вредных веществ и основные показатели анализа приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Перечень
определяемых вредных веществ и основные показатели анализа**

№ п/п	Определяемый компонент	Объем анализируемого воздуха, см ³	Диапазон измерений, мг/м ³	Продолжительность анализа, с	Время одного измерения, мин
1	Аммиак	200	4 - 30	120	5
		100	20 - 100	90	
2	Ацетилен	300	50 - 1400	420	10
		100	1 000 – 3 000	180	
3	Ацетон	300	100 - 2000	420	15
4	Бензин	300 x 2	50 - 500	420 x 2	15
		200	300 – 1 000	300	
5	Бензол	300 x 2	2 - 25	300 x 3	20
6	Сернистый ангидрид	300	5 - 30	300	15
		100	20 - 120	60	
7	Этиловый эфир	200 x 2	150 – 3 000	300 x 2	15
8	Ксилол	300	20 - 500	240	7
9	Оксиды азота	300	1 - 50	360	15
		100	40 - 250	180	

№ п/п	Определяемый компонент	Объем анализируемого воздуха, см ³	Диапазон измерений, мг/м ³	Продолжительность анализа, с	Время одного измерения, мин
10	Окись углерода	300 х 2 100	10 - 60 50 - 250	360 х 2 300	15
11	Сероводород	300 100	5 - 30 20 - 200	300 60	15
12	Толуол	300	20 - 500	420	10
13	Углеводороды нефти	300	100 – 1 500	420	10
14	Хлор	200 100	0,5 - 8 5 - 50	360 х 2 180	16

Здесь следует знать, что перечень измеряемых концентраций вредных веществ или компонентность любого газоанализатора данного типа определяет предприятие-изготовитель в его типовом исполнении. Это положение всецело следует отнести и к газоанализатору УГ-2, что обеспечивается его конструктивным исполнением и поставкой в комплекте конкретных индикаторных и фильтрующих трубок. В то же время все предприятия-изготовители гарантируют по заявке потребителя разработку и поставку индикаторных и фильтрующих трубок на ряд других вредных веществ. Именно данное обстоятельство и определяет компонентность газоанализатора.

Обладая многокомпонентностью, газоанализатор УГ-2 является одноканальным. Это определяется тем, что в процессе анализа зараженный воздух прокачивается только через один канал воздухозаборного устройства.

Газоанализатор УГ-2 используется органами химического контроля в плановом или эпизодическом порядке для анализа загрязненности воздуха рабочей зоны. Поэтому он является газоанализатором эпизодического действия.

По методу отбора газовой смеси газоанализатор УГ-2 является устройством пробоотбора с принудительной (ручной) подачей пробы. Это обеспечивается наличием специального воздухозаборного устройства (сильфона), которое приводится в готовность к подаче пробы вручную оператором. При этом его конструктивное исполнение позволяет производить отбор (прокачивание) нормированного объема (см³) анализируемого воздуха.

Устройство пробоотбора – техническое средство, обеспечивающее прокачивание анализируемой газовой среды через индикаторную трубку в необходимом для контроля количестве.

Основные технические и эксплуатационные характеристики газоанализатора УГ-2 приведены в приложении 4, а его устройство и принцип работы по отбору пробы изложены в приложении 5.

По методу, позволяющему определять наличие каждого конкретного вредного (химического) вещества в воздухе рабочей зоны и измерять его концентрацию, прибор основан на колориметрическом методе анализа.

Колориметрический метод является методом химического анализа, основанным на измерении концентрации вещества по интенсивности и длине изменения окраски наполнителя (реагента), содержащегося в индикаторной трубке (ИТ), в результате химической реакции при прокачивании через нее нормированного объема анализируемого воздуха.

Индикаторная трубка – измерительный преобразователь, представляющий собой трубку из оптически прозрачного материала, заполненную сорбентом (индикаторным порошком), изменяющим оптические свойства под действием проникающих внутрь трубки вредных веществ.

Таким образом, при данном методе анализа измерение концентрации вредного (химического) вещества в воздухе основывается на сравнении интенсивности окраски наполнителя индикаторной трубки с эталонной окраской или длины окрашенного слоя наполнителя индикаторной трубки, сопоставляя ее с эталонной шкалой.

В газоанализаторе УГ-2 измерение концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны основываются на сравнении длины окрашенного слоя наполнителя индикаторной трубки с эталонной (измерительной) шкалой. При этом длина окрашенного слоя индикаторного порошка пропорциональна концентрации анализируемого вредного вещества в воздухе и измеряется по шкале, отградуированной в мг/м^3 .

Для проведения химического анализа данным способом используются колористические индикаторные трубки.

Колористическая индикаторная трубка – индикаторная трубка, позволяющая измерять концентрацию вещества в анализируемой газовой среде, прокачиваемой через индикаторную трубку, по длине изменившегося первоначальную окраску слоя индикаторного порошка.

Цвета, приобретаемые индикаторным порошком после прокачивания анализируемого вещества, указаны в табл. 4.

**Цвет, приобретаемый индикаторным порошком
после прокачивания анализируемого воздуха**

№ п/п	Анализируемое вещество	Цвет порошка после прокачивания	№ п/п	Анализируемые вещества	Цвет порошка после прокачивания
1	Сернистый ангидрид	Белый	8	Окислы азота	Красный
2	Этиловый эфир	Зеленый	9	Бензин	Светло-коричневый
3	Ацетилен	Светло-коричневый	10	Бензол	Светло-зеленый
4	Окись углерода	Коричневый	11	Толуол	Темно-коричневый
5	Сероводород	Коричневый	12	Ксилол	Красно-фиолетовый
6	Хлор	Красный	13	Ацетон	Желтый
7	Аммиак	Синий	14	Углеводороды нефти	Светло-коричневый

В силу простоты, доступности, а главное – оперативности получения данных, применяемый в газоанализаторе УГ-2, колориметрический метод анализа рассматривают как экспресс-метод, основанный на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вредного вещества с химсорбентом, помещенным в индикаторную трубку.

На основе вышеизложенных положений можно дать следующую полную характеристику газоанализатору УГ-2: **универсальный газоанализатор УГ-2 является ручным, носимым (портативным), многокомпонентным, одноканальным газоанализатором эпизодического действия, с принудительной (ручной) подачей пробы, основанным на колориметрическом методе измерения концентрации вредных (химических) веществ в воздухе рабочей зоны.**

Универсальный газоанализатор УГ-2 поставляется предприятием-изготовителем в комплектности, представленной в табл. 5.

Комплект поставки газоанализатора УГ-2

Перечень средств	Количество	Примечание
Воздухозаборное устройство (УГ-2)	1	–
Комплект индикаторных трубок	14	В соответствии с назначением (дополнительно – по заявке потребителя)
Комплект фильтрующих трубок	–	По заявке потребителя
Измерительные шкалы	–	На каждый компонент в зависимости от пределов измерения
Паспорт	1	–
Методика поверки	1	МИ 12-120-00

Основу комплектующих средств составляют индикаторные (ИТ) и фильтрующие (ФТ) трубки, измерительные шкалы.

Индикаторная трубка представляет собой герметично запаянную стеклянную трубку, заполненную индикаторным порошком (хемосорбентом), изменяющим окраску при прохождении через него определяемого вещества, концентрация которого определяется по длине прореагировавшего слоя.

Индикаторные трубки позволяют в любых условиях химической обстановки, в том числе во взрывоопасной среде, оперативно провести измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Поставляемый комплект индикаторных трубок газоанализатора УГ-2 составляет 60 ÷ 100 штук в зависимости от анализируемого компонента.

Фильтрующие трубки применяются только при наличии в анализируемом воздухе примесей других газообразных вредных веществ. Они устанавливаются перед индикаторной трубкой.

Фильтрующие трубки также представляют собой герметично запаянные стеклянные трубки, внутри которых находятся поглотители, представляющие собой сорбент или хемосорбент, полностью пропускающий определяемое вещество, но улавливающий сопутствующие и мешающие анализу вещества, либо взаимодействующий с определяемым веществом с образованием летучего продукта, индицируемого порошком индикаторной трубки.

Фильтрующие трубки имеют строгую направленность. Они ориентированы на применение с конкретными индикаторными трубками.

Основные характеристики индикаторных (ИТ) и фильтрующих (ФТ) трубок, применяемых в универсальном газоанализаторе УГ-2 представлены в приложении 6.

Шкалы предназначены для измерения концентрации определяемого компонента по длине изменения окраски индикаторного порошка. Для каждого компонента в зависимости от пределов измерения имеются одна или две шкалы с диапазоном показаний, отградуированным в мг/м³.

Диапазон показаний – область значений шкалы индикаторной трубки, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы.

На каждой шкале указано анализируемое вредное вещество, объем и продолжительность прокачивания воздуха.

5. Меры безопасности

К работе с универсальным газоанализатором УГ-2 обучаемые допускаются только после изучения его устройства, принципа работы, порядка и последовательности отбора пробы воздуха и сдавшим под роспись зачета.

Практическая часть лабораторной работы проводится под руководством преподавателя, который осуществляет контроль за соблюдением последовательности действий.

Во избежание порезов рук или попадания осколков стекла на кожу при вскрытии стеклянных индикаторных и фильтрующих трубок необходимо пользоваться только специальным приспособлением, а при отламывании узкого конца трубок после надреза пользоваться ватой или полотенцем.

Сжимать штоком сильфон можно только до подсоединения индикаторной и фильтрующей трубок к воздухозаборному устройству, а при снятии штока со стопора и начале его движения вверх придержать его рукой.

6. Методические рекомендации по выполнению I части работы

Лабораторная работа проводится после изучения студентами (курсантами) вышеизложенных теоретических положений, технических и эксплуатационных характеристик и устройства универсального газоанализатора УГ-2, применяемого метода анализа газовой смеси, порядка проведения измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны и снятия показаний, правил и мер безопасности и проверки преподавателем знаний.

Подготовка к практической части лабораторной работы включает:

- подготовку газоанализатора УГ-2 к работе (внешний осмотр, проверка герметичности и комплектности);
- подготовку емкости (сосуда) с вредным веществом, например, с аммиаком, имитирующей загрязненность производственного помещения;
- выбор измерительной шкалы, соответствующей измеряемому компоненту, изучение нанесенной градуировки (диапазона измерения), уточнение величины ПДКр.з., объема и продолжительности прокачивания загрязненного воздуха;

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
3. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
4. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
7. ГОСТ 12.0.002-2014. ССБТ. Термины и определения.
8. ГОСТ 12.1.014-84. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками.
9. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
10. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
12. Газоанализатор универсальный УГ-2. Паспорт 09К.095.00 000 ПС. – Украина, г. Черкассы, 1999.
13. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Газоанализатор УГ-2 (воздухозаборное устройство). Методика поверки МИ № 12-120-00, 2000.
14. Газоанализатор «Хоббит-Т-СО». Паспорт ЛШЮГ.413411.010 ПС. – С.-Петербург, ООО «Информаналитика».

Приложения

Приложение 1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ (АХОВ) в атмосферном воздухе населенных мест и в воздухе рабочей зоны

№ п/п	Наименование вещества (АХОВ)	Формула	Величина ПДК (мг/м ³)			Класс опасности
			В воздухе рабочей зоны	В воздухе населенных мест	среднесуточная	
1	2	3	4	5	6	7
1	Азота диоксид	NO ₂	2	0,2	0,04	3
2	Азота оксид	NO	5	0,4	0,06	3
3	Азотная кислота	HNO ₃	2	0,4	0,15	2
4	Аммиак	NH ₃	20	0,2	0,04	4
5	Аммоний нитрат	H ₄ N ₂ O ₃	-	-	0,3	4
6	Аммоний хлорид	ClH ₄ N	10	0,2	0,1	3
7	Водород мышьяковистый (арсин)	AsH ₃	0,1	-	0,002	2
8	Водород хлористый	HCl	0,05	0,02	0,01	3
9	Водород фтористый	HF	0,05	0,02	0,005	2
10	Водород цианистый	HCN	0,3	-	0,01	1
11	Бензапирен	C ₂₀ H ₁₂	0,00015	-	0,1 мг/100 м ³	1
12	Бензол	C ₆ H ₆	15/5	0,3	0,1	2
13	Гидрохлорид	ClH	5	0,2	0,1	2
14	Диметиламин	C ₂ H ₇ N	1,0	0,005	0,0025	2
15	Дихлорэтан	C ₂ H ₄ Cl ₂	10	3	1	2
16	Серная кислота	H ₂ O ₄ S	1	0,3	0,1	2
17	Сера диоксид	O ₂ S	10	0,5	0,005	3

Окончание приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
18	Сероуглерод	CS ₂	1,0	0,03	0,005	2
19	Сероводород	H ₂ S	10,0	0,08	0,008	2
20	Тетраэтилсвинец	C ₈ H ₂₀ Pb	0,005	0,0001	0,00004	1
21	Углерода монооксид	CO	20	5	3	4
22	Хлор	Cl ₂	1	0,1	0,03	2
23	Хлорбензол	C ₆ H ₅ Cl	50	0,1	-	3
24	Хлорциан	CClN	0,2	0,003	0,001	1
25	Хлорпикрин	CCl ₃ NO ₂	2,0	0,07	0,007	2
26	Метанол	CH ₄ O	5	1	0,5	3
27	Метилмеркаптан	CH ₃ SH	0,8	0,0001	0,00001	2
28	Нитробензол	C ₆ H ₅ NO ₂	1	0,008	-	2
29	Триметиламин	C ₃ H ₉ N	5	0,15	-	4
30	Формальдегид	CH ₂ O	0,5	0,035	0,003	2
31	Фтористые газообразные соединения (расчет на фтор)	FN, F ₄ Si	0,03	0,02	0,005	2
32	Ртуть и ее соединения (оксиды, хлориды, нитраты)	Cl ₂ Hg, HgO, HgNO ₃ ·H ₄ O ₂	0,05	-	0,0003	1
33	Свинец и его соединения (расчет на свинец)	Pb	0,05	0,001	0,0003	1
34	Мышьак и его соединения (расчет на мышьяк)	As	0,01	-	0,0003	1

Составлено на основе:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
3. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

Методы анализа загрязнения воздушной среды, применяемые в приборах химического контроля

Колориметрический метод

Колориметрический метод является методом химического анализа, основанным на измерении концентрации вещества по интенсивности и длине изменения окраски наполнителя (реагента), содержащегося в индикаторной трубке (ИТ), в результате химической реакции при прокачивании через нее нормированного объема анализируемого воздуха.

Таким образом, при колориметрическом методе анализа измерение концентрации вредного вещества в воздухе основывается на сравнении интенсивности окраски наполнителя индикаторной трубки с эталонной окраской или длины окрашенного слоя наполнителя индикаторной трубки, сопоставляя ее с эталонной шкалой.

Индикаторная трубка – измерительный преобразователь, представляющий собой трубку из оптически прозрачного материала, заполненную сорбентом (индикаторным порошком), изменяющим оптические свойства под действием проникающих внутрь трубки вредных веществ.

Индикаторный порошок – зернистый хемосорбент, изменяющий цвет при прохождении через него непосредственно определяемого вредного вещества или его летучих продуктов взаимодействия с хемосорбентом во фильтрующей трубке.

Принцип действия индикаторных трубок основан на фильтрации загрязненного воздуха через наполнитель (индикаторный порошок) при его прокачивании. При этом происходит поглощение определяемого компонента из воздуха и избирательная химическая реакция с нанесенным на наполнитель реагентом, приводящая к образованию в трубке окрашенных продуктов. Длина прореагировавшего и изменившего окраску слоя реагента или индикационный эффект, выражающийся в изменении окраски в сравнении с эталонной, является мерой концентрации анализируемого компонента в воздухе.

Для проведения химического анализа в первом случае используются колористические, а во втором – колориметрические индикаторные трубки.

Колористическая индикаторная трубка – индикаторная трубка, позволяющая измерять концентрацию вещества в анализируемой газовой среде, прокачиваемой через индикаторную трубку, по длине изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка.

Колориметрическая индикаторная трубка – индикаторная трубка, позволяющая судить о концентрации определяемого вещества в анализируемой газовой среде, прокачиваемой через индикаторную трубку,

путем сравнения изменившейся окраски индикаторного порошка с прилагаемой цветной шкалой (или цветным образцом).

Для прокачивания через индикаторные трубки анализируемого воздуха при данном методе анализа используют воздухозаборное устройство типа универсального газоанализатора УГ-2.

Воздухозаборное устройство – устройство для просасывания воздуха через индикаторные трубки

Селективность (избирательность) контроля загрязненности воздуха с помощью индикаторных трубок обеспечивается, как правило, совместным применением фильтрующих трубок, которые предназначены для улавливания сопутствующих в газовой среде веществ, мешающих анализу.

Внутри фильтрующих трубок находятся поглотители, представляющие собой сорбент или хемосорбент, полностью пропускающий определяемое вещество, но улавливающий сопутствующие и мешающие анализу вещества, либо взаимодействующий с определяемым веществом с образованием летучего продукта, индицируемого порошком индикаторной трубки.

Поглотитель – зерненный сорбент или хемосорбент, полностью пропускающий определяемое вредное вещество и улавливающий сопутствующие вещества, мешающие анализу.

Колориметрический метод анализа по исполнению отличается простотой и оперативностью. Вместе с тем, он имеет ряд существенных недостатков.

Прежде всего, измеренные показатели концентрации вредного вещества в газовой смеси могут носить только ориентировочный характер. Это обусловлено тем, что при прокачивании загрязненного воздуха происходит перекрестная чувствительность наполнителя на большинство содержащихся в нем вредных веществ. Да и оценка концентрации по интенсивности окраски или длине окрашиваемого слоя наполнителя осуществляется визуальным способом, то есть оператором.

Во-вторых, колориметрический метод анализа предполагает наличие значительного количества индикаторных трубок, ориентированных на конкретное вредное вещество. Поэтому анализ газовой смеси требует последовательного прокачивания загрязненного воздуха по ряду из них, что существенно влияет на его оперативность.

Здесь следует также добавить, что при колориметрическом методе невозможно проведение непрерывного измерения концентрации.

Электрохимический метод

Электрохимический метод применяется для измерения концентрации (утечек) токсичных и других газов, паров кислот и органических веществ.

Основным элементом газоанализаторов, основанным на данном методе анализа, является электрохимический датчик (ЭХД).

Принцип действия электрохимических датчиков (сенсоров) основан на изменении электрических параметров электродов, находящихся в контакте с электролитом, в присутствии прокачиваемого газа.

Изменение электрических параметров является следствием окислительно-восстановительной реакции определяемого газа на поверхности электродов.

Электроды и электролит в датчике размещены в корпусе электрохимической ячейки, закрытом полупроницаемой мембраной, непроницаемой для жидкого электролита, но позволяющей молекулам газа диффундировать сквозь нее к поверхности раздела электрод-электролит.

Электрохимическая ячейка, без наложения постороннего потенциала, представляет собой гальванический элемент, в котором вследствие протекания химической окислительно-восстановительной реакции возникает электрический ток

Рабочий (измерительный) электрод, на котором протекает реакция с участием определяемого газа, покрыт активирующим слоем, который вызывает протекание окислительной реакции. Его потенциал зависит от активности определяемых ионов. Он должен быстро и обратимо реагировать на изменение концентрации определяемых ионов в растворе.

Электрод, потенциал которого не зависит от активности (концентрации) определяемых ионов и остается постоянным, называется электродом сравнения. Его применяют для измерения потенциала измерительного (индикаторного) электрода.

Газоанализаторы с электрохимическими детекторами (ЭХД) отличаются высокой чувствительностью к определяемым токсичным газам, таким как аммиак (NH_3), сероводород (H_2S), монооксид углерода (CO), оксид серы (SO), оксид азота (NO), двуокись азота (NO_2) и ряда других, а также к определению объемной доли кислорода (O_2).

При этом избирательность (селективность) датчика к различным газам достигается выбором материалов электродов и электролита и поляризирующего напряжения.

Вместе с тем электрохимические детекторы (ЭХД) имеют ряд ограничений по применению.

Так, для прохождения электрохимической реакции необходим кислород. При работе детектора в отсутствие его в среде, кислород, растворенный в электролите, может обеспечить ход окислительной реакции только в течение непродолжительного времени, а длительная работа при отсутствии кислорода в анализируемой среде невозможна.



978210002037

**Алексей Александрович Копылов
Владимир Николаевич Соболин**

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для курсантов и студентов
всех специальностей и форм обучения

*Ведущий редактор О.В. Напалкова
Младший редактор Г.В. Деркач*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

*Компьютерное редактирование
И.В. Леонова*

Печать офсетная.

Формат 60 x 90 1/16.

*Подписано в печать 04.07.2019 г.
Усл. печ. л. 3,6. Уч.-изд. л. 4,3.*

Заказ № 1445. Тираж 40 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

*Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.*