

Лабораторная работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы: ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к качеству воздуха рабочей зоны, методами и приборами газового анализа; выполнить практические замеры концентраций газов и паров в воздухе производственных помещений и сравнить их с санитарными нормами.

Приборы и оборудование: УГ-2, ГХ-4, ПГФ 2М1-ИЗГ.

1. Общие положения

Человек в состоянии покоя за 1 мин вдыхает 6–8 л воздуха, при работе этот объем увеличивается и может достигать 100–120 л/мин. Поэтому присутствие даже небольших количеств вредных веществ в воздухе рабочей зоны может привести к отравлениям и заболеваниям. Пары и газы, возникающие в производственном процессе и при хранении химических веществ, могут проникать в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, неповрежденную кожу и при этом воздействовать на его ткани и биохимические системы, вызывая нарушения процессов нормальной жизнедеятельности.

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вредные вещества могут поступать в организм человека тремя путями: *через легкие, желудочно-кишечный тракт и неповрежденный кожный покров*. Через дыхательные пути вредные вещества проникают в организм в виде паров, газов и пыли; через желудочно-кишечный тракт – чаще всего с загрязненных рук, но также и вследствие заглатывания пыли, паров, газов; через кожу проникают органические химические вещества преимущественно жидкой, маслянистой и тестообразной консистенции.

С биологической точки зрения весьма важно знать возможные пути проникновения вредных веществ в организм. От этого зависит эффект их воздействия.

Наиболее опасным путем попадания вредных веществ в организм являются органы дыхания. Поверхность легочных альвеол при среднем их растяжении равна 90–100 м², толщина же альвеолярных мембран колеблется в пределах 0,004–0,01 мм, поэтому в легких создаются благоприятные условия для проникания газов, паров и пыли в кровь без каких-либо химических превращений под действием защитных реакций организма.

Через неповрежденный кожный покров могут проникать химические вещества, которые хорошо растворяются в жирах (углеводороды ароматического и

жирного ряда, их производные, металлоорганические соединения и др.).

Количество вредных веществ, которое может проникнуть через кожу, находится в прямой зависимости от их растворимости, величины поверхности соприкосновения с кожей и скорости кровотока.

Проникновение через кожу – менее опасный путь отравления организма, поскольку всасывание вещества через кожу идет достаточно медленно, а, кроме того, кровь, в которую попали эти вещества, вначале проходит печень, а затем уже направляется к жизненно важным органам, т. е. таким образом частично вредные вещества могут быть выведены из организма.

В производственных условиях поступление вредных веществ в организм через желудочно-кишечный тракт наблюдается сравнительно редко. В желудочно-кишечном тракте по сравнению с легкими условиями всасывания веществ затруднены. Это объясняется тем, что, во-первых, желудочно-кишечный тракт имеет относительно небольшую поверхность; во-вторых, кислая среда желудочного сока может изменить химические вещества, превратив их в менее токсичные; в-третьих, вещества, всосавшиеся в кровь, проходят вначале через печень, где частично могут задерживаться и выводиться из организма.

В практической работе знание путей поступления вредных веществ в организм определяет меры профилактики отравления.

*По распределению в тканях и прониканию в клетки химические вещества можно разделить на две основные группы: **неэлектролиты** и **электролиты**.*

Неэлектролиты, растворяющиеся в жирах и липоидах, способны в большом количестве и достаточно быстро проникать в клетку, а потому наиболее опасны для человека.

Распределение неэлектролитов в организме определяется в основном условиями кровоснабжения органов и тканей. Органы и ткани, имеющие богатую кровеносную систему (мозг, например), насыщаются неэлектролитами быстрее всего. Однако при прекращении поступления их в организм эти органы и ткани быстрее всего освобождаются от токсических веществ. В конечном счете неэлектролиты после прекращения поступления их в организм распределяются во всех тканях равномерно.

Способность электролитов проникать в клетку резко ограничена и зависит от заряда поверхностного слоя клетки. Если поверхность клетки заряжена отрицательно, она не пропускает анионов, а при положительном заряде она не пропускает катионов.

К особенностям распределения в организме электролитов относится, прежде всего, их способность быстро удаляться из крови и, накапливаясь в отдельных органах, образовывать в организме «депо». Так, для свинца и фтора «депо» образуется в костях, для ртути – в печени и почках, для марганца – в печени.

Поступившие в организм вредные вещества подвергаются под действием защитных реакций разнообразным превращениям.

Почти все органические и неорганические вещества подвергаются превращениям путем различных химических реакций (окисления, восстановления, гидролиза и т. д.). Не подвергаются превращениям лишь химически инертные вещества, как, например, бензин, выделяющийся из организма в неизменном виде.

Результатом превращения вредных веществ в организме большей частью является их обезвреживание, поскольку вновь образующиеся продукты менее токсичны. Однако имеются исключения из этого общего правила, когда в результате превращений образуются более токсичные вещества. Например, метиловый спирт окисляется в организме до формальдегида и муравьиной кислоты; метилацетат гидролизуется и расщепляется на метиловый спирт и уксусную кислоту.

Из организма вредные вещества могут выделяться через легкие, почки, желудочно-кишечный тракт, кожу. Через легкие выделяются летучие вещества, не изменяющиеся или медленно изменяющиеся в организме (бензин, бензол, хлороформ, этиловый эфир и др.).

Через почки выделяются хорошо растворимые в воде вещества и продукты их превращения в организме. Плохо растворимые вещества, например тяжелые металлы – свинец, ртуть, марганец и другие, выделяются через почки медленно.

Через желудочно-кишечный тракт выделяются плохо растворимые или нерастворимые вещества – свинец, ртуть, марганец, сурьма и др.

Через кожу сальными железами выделяются все растворимые в жирах вещества.

Все производственные вредные вещества оказывают общее действие на организм. При этом для ряда токсических веществ характерно преимущественное действие в точке своего приложения (кислоты, щелочи), другие же оказывают резорбтивное воздействие (действие после всасывания в кровь).

Некоторые вещества кроме общего оказывают избирательное действие по отношению к тем или иным органам и системам. Окись углерода, например, обладает высоким сродством к гемоглобину, образуя с ним карбоксигемоглобин. Избирательным воздействием на гемоглобин обладают также нитро- и аминопроизводные бензола и его гомологов, образуя метгемоглобин.

Многие производственные яды являются химическими аллергенами, способными вызывать аллергические реакции: дерматит, бронхиальную астму, крапивницу и т. д.

В производственных условиях довольно часто происходит комбинированное действие на организм двух или нескольких веществ одновременно. Возможны три основных типа комбинированного действия химических веществ: **синергизм** – когда одно вещество усиливает действие другого вещества; **антагонизм** – когда одно вещество ослабляет действие другого; **суммация** (аддитивное действие) – когда действие веществ суммируется.

В большинстве случаев производственные яды в сочетании действуют по типу суммации.

Некоторые вещества, попадая в организм человека, могут накапливаться в нем, вызывая развитие опухолей. Такие вещества называются **канцерогенами**.

Наиболее распространенными и поэтому представляющими наибольшую опасность считаются химические канцерогенные вещества. Однако при соответствующих условиях (мощность дозы, длительность облучения) возможны заболевания раком кожи от воздействия рентгеновских и γ -лучей.

Таким образом, *по характеру воздействия на организм человека* вредные

вещества подразделяются на следующие группы:

- **раздражающие** – поражающие верхние и глубокие дыхательные пути (аммиак, хлор, оксиды азота, диоксид серы, фосген, дифосген, ароматические углеводороды и др.);

- **прижигающие и раздражающие кожу и слизистые оболочки** – поражающие кожные покровы, вызывающие образование нарывов, язв (неорганические кислоты, щелочи, некоторые органические кислоты, ангидриды и др.);

- **кровяные** – вытесняющие из крови кислород, соединяясь с гемоглобином, и вызывающие удушье (бензол, оксид углерода, свинец, ароматические смолы и др.);

- **печеночные** – вызывающие структурные изменения тканей печени (фосфор, селен, хлорированные углеводороды, бромбензол и др.);

- **ферментные** – нарушающие структуру ферментов, инактивируют их (мышьяк и его соединения, соли ртути, синильная кислота и ее соли, фосфорорганические соединения и др.);

- **нервные** – вызывающие расстройства нервной системы, судороги, паралич (углеводороды, спирты жирного ряда, сероводород и др.);

- **аллергены** – вызывающие изменения в реактивной способности организма (некоторые соединения никеля, многие производные пиридина, алкалоиды и др.);

- **мутагены** – воздействующие на генетический аппарат клетки (этиленамин, оксиды этилена, соединения свинца, ртути и др.);

- **канцерогены** – вызывающие образование злокачественных опухолей (каменноугольная смола, ароматические амины и др.);

- **влияющие на репродуктивную функцию организма** (ртуть, бензол, свинец, стирол и др.).

При неправильной с гигиенической точки зрения организации труда и отсутствии специальных мер профилактики вредные вещества могут вызвать профессиональные отравления. По характеру возникновения и течения они делятся на острые и хронические.

Острые профессиональные отравления возникают за короткий срок, не более одной смены, часто мгновенно, при вдыхании больших концентраций паров или газов.

Хронические отравления происходят при вдыхании малых концентраций ядов в течение длительного времени, при этом симптомы отравления нарастают постепенно. Хронические отравления возникают либо вследствие постепенного накопления в организме самого яда (материальная кумуляция), либо, что бывает чаще, в результате суммирования изменений в организме, вызванных воздействием яда (функциональная кумуляция).

Наконец, производственные яды, помимо острого или хронического отравления, могут оказывать так называемое общее, неспецифическое действие – понижение общей неспецифической сопротивляемости другим вредным воздействиям, в частности инфекциям.

При любой форме отравления характер действия вредного вещества опре-

деляется степенью его физиологической активности – **токсичностью**.

Токсичность вещества зависит от ряда факторов: его состава и строения, физико-химических свойств и агрегатного состояния, концентрации в воздухе, путей проникновения в организм, продолжительности действия, дозы, а также от особенностей состояния организма человека.

Чем выше дисперсность, тем легче проникают вещества в организм и тем сильнее их вредное действие. С увеличением растворимости веществ в воде и жирах возрастает их токсичность.

Действие ядовитого вещества на организм может быть **местным** и **общим**. Типичным местным действием обладают газы и пары, вызывающие раздражение слизистых оболочек носа, горла, бронхов (пощипывание, сухой кашель и др.) и глаз (резь, боль, слезотечение).

Большинство промышленных ядов обладает **резорбтивным** действием, проявляя свою токсичность после всасывания в кровь.

Для оценки вредности химических веществ в воздухе рабочей зоны устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК).

Предельно допустимая концентрация – концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

При отсутствии утвержденного значения ПДК временно можно пользоваться величиной ОБУВ (ориентировочно безопасного уровня воздействия).

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – временный гигиенический норматив содержания вредного вещества в воздухе рабочей зоны, устанавливаемый по экспериментальным данным путем расчета по параметрам токсикометрии и физико-химическим свойствам, использующийся для количественной оценки содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны на этапе опытных и полужаводских установок (производств), которая может быть пересмотрена, заменена ПДК либо отменена в зависимости от перспективы применения вредного вещества и его токсических свойств.

ОБУВ устанавливается, как правило, на период, предшествующий проектированию производства. Он рассчитывается исходя из физико-химических свойств веществ или путем интерполяции и экстраполяции в рядах, близких по строению соединений, или по показателям острой опасности. ОБУВ должны пересчитываться через два года после утверждения или заменяться ПДК с учетом накопленных данных о соотношении здоровья работающих с условиями труда. ОБУВ не должны применяться при проектировании производства.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества согласно ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» подразделяются на 4 класса:

1 – **вещества чрезвычайно опасные** (ванадий и его соединения, оксид кадмия, карбонил никеля, озон, ртуть, свинец и его соединения, терефталевая кислота, тетраэтилсвинец, фосфор желтый и др.);

2 – **вещества высокоопасные** (оксиды азота, дихлорэтан, карбофос, марганец, медь, мышьяковистый водород, пиридин, серная и соляная кислоты, сероводород, сероуглерод, тиурам, формальдегид, фтористый водород, хлор, растворы едких щелочей и др.);

3 – **вещества умеренно опасные** (камфара, капролактан, ксилол, нитрофоска, полиэтилен низкого давления, сернистый ангидрид, спирт метиловый, толуол, фенол, фурфурол и др.);

4 – **вещества малоопасные** (аммиак, ацетон, бензин, керосин, нафталин, скипидар, спирт этиловый, оксид углерода, уайт-спирит, доломит, известняк, магнетит и др.).

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 7.1.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого является максимальным.

Средняя смертельная доза при введении в желудок – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу.

Средняя смертельная концентрация в воздухе – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при двух-четырёхчасовом ингаляционном воздействии.

Таблица 7.1

Показатели токсичности вредных веществ

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15–150	151–5 000	Более 5 000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2 500	Более 2 500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5 000	5 001–50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300–30	29–3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0–5,0	4,9–2,5	Менее 2,5

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

Зона острого действия – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей

изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона хронического действия – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч, пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, а также их контроль должны соответствовать санитарным нормам и правилам «Требования к контролю воздуха рабочей зоны» и гигиеническим нормативам «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92.

Гигиенические нормативы устанавливают величины предельно допустимых концентраций (ПДК), ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов работников вредными веществами.

Предельно допустимый уровень загрязнения кожных покровов вредными веществами (ПДУ) – установленное исследованиями максимальное количественное значение содержания вредного вещества на кожных покровах с позиций его безопасности и (или) безвредности для работника.

Предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется на рабочих местах независимо от их расположения – в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия вредных веществ на здоровье работников.

Фактическая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК вредного вещества устанавливается в виде максимально разовой (ПДК_{мр}) и (или) среднесменной (ПДК_{сс}). Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и др.), устанавливаются ПДК_{сс}, для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие и др.) устанавливаются ПДК_{мр}; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, устанавливаются наряду с ПДК_{мр} и ПДК_{сс}.

Среднесменная ПДК – средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены или концентрация, средневзвешенная

во времени длительности всей смены в зоне дыхания работников на местах постоянного или временного их пребывания.

В гигиенических нормативах специальными символами выделены вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В этих целях использованы следующие обозначения: **О** – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; **А** – вещества, способные вызывать аллергические заболевания у работников; **К** – канцерогены; **Ф** – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; **п** – пары и (или) газы; **а** – аэрозоль; **п + а** – смесь паров и аэрозоля.

Если в графе «Величина ПДК, мг/м³» приведено два гигиенических норматива, то это означает, что в числителе указана ПДК_{мр}, а в знаменателе – ПДК_{сс}; прочерк в числителе означает, что гигиенический норматив установлен в виде ПДК_{сс}; если для вредного вещества приведен один норматив, то это означает, что он установлен как ПДК_{мр}.

Вредные вещества с остронаправленным механизмом действия – вредные вещества, опасные для развития острого отравления при кратковременном воздействии вследствие выраженных особенностей механизма действия их на организм (гемолитические, антихолинэстеразные, ингибиторы ключевых ферментов, регулирующих дыхательную функцию и вызывающих отек легких, остановку дыхания, ингибиторы тканевого дыхания, угнетающие дыхательный и сосудодвигательный центры и др.).

Аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного типа действия (АПФД) – разновидность аэродисперсных систем, представленных взвешенными в газообразной среде твердыми частицами, образующимися в производственных условиях и характеризующимися при длительном воздействии их на организм развитием фиброзных изменений в легких.

Величины ПДК и другие физико-химические свойства некоторых веществ приведены в табл. 7.2.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников подлежит *систематическому контролю* для предупреждения превышения величин ПДК, ОБУВ, ПДУ.

Требования к планированию, организации и периодичности контроля вредных веществ, в т. ч. АПФД, в воздухе рабочей зоны в производственных помещениях организаций, на открытых площадках, в транспортных средствах, а также на кожных покровах работников при проектировании, строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и эксплуатации объектов хозяйственной деятельности устанавливаются санитарными нормами и правилами «Требования к контролю воздуха рабочей зоны».

Производственный контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, на кожных покровах работников осуществляется лабораториями организаций или специализированными лабораториями, аккредитованными в установленном законодательством порядке. Производственный контроль про-

водится в рамках плана-графика производственного контроля, который составляется на один год по состоянию на 1 января планируемого года.

Таблица 7.2

Физико-химические свойства некоторых химических веществ

Наименование вещества	Молекулярная масса	Концентрационные пределы распространения пламени, % об.		ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
		нижний	верхний		
Аммиак	17	15	28	20	4
Ацетон	58	2,7	13	200	4
Бензин топливный	–	0,96	4,96	100	4
Бензол	78	1,43	7,1	5	2
Гексан	86	1,24	7,5	300	4
Диоксид азота	46	–	–	2	3
Диоксид серы	64	–	–	10	3
Ксилол	106	1,0	6,2	50	3
Оксид углерода	28	12,5	74	20	4
Сероводород	34	4,3	4,6	10	2
Скипидар	136	0,8	–	300	4
Толуол	92	1,27	6,8	50	3

Для составления планов-графиков производственного контроля химического фактора в организации используется информация о применяемых в технологическом процессе вредных веществах, их физико-химических свойствах; химических реакциях на всех этапах технологического процесса, возможности образования промежуточных и побочных продуктов, качественном составе продуктов деструкции, гидролиза, пиролиза и других возможных превращениях; классах опасности и особенностях действия вредных веществ на организм.

При подготовке плана-графика производственного контроля в организации анализируются результаты лабораторных измерений содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны за последние 2 года, выявляются рабочие места и технологические процессы, при которых выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны максимальны (пары, газы, аэрозоли), технологические операции с возможностью загрязнения кожных покровов работников. План-график производственного контроля дополняется в случае ввода новых производств, реконструкции или замены оборудования, замены сырья, изменения или интенсификации производственных процессов.

Производственный контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен осуществляться вне плана-графика при подозрении и расследовании случаев профзаболеваний и отравлений.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K_1, K_2, \dots, K_n) в воздухе к их ПДК (ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_n) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n}. \quad (7.1)$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия величины ПДК или ОБУВ для каждого из них остаются такими же, как и при изолированном действии.

Максимальное содержание аэрозолей 4 класса опасности (в т. ч. и для аэрозолей по сумме смесей сложного состава) в воздухе рабочей зоны не должно превышать 10 мг/м³.

Отбор проб для производственного контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен осуществляться при ведении производственного процесса в соответствии с технологическим регламентом и эксплуатации производственной вентиляции в соответствии с требованиями ТНПА.

Отбор проб воздуха должен проводиться в зоне дыхания работника либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола либо рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб должен проводиться в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены. Длительность отбора одной пробы воздуха должна производиться с учетом требований метода выполнения измерений для конкретного вредного вещества.

При наличии в производственном помещении однотипного оборудования или выполнении работниками одинаковых операций контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны допускается проводить выборочно на отдельных рабочих местах (но не менее 20% от общего числа рабочих мест), расположенных в центре и по периферии помещения.

В течение смены и (или) на отдельных этапах технологического процесса в одной точке последовательно отбирается не менее 2 проб воздуха. Для АПФД допускается отбор 1 пробы. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, должны сравниваться с величинами ПДК_{мр} для вредного вещества.

Отбор проб для оценки уровней загрязнения кожных покровов осуществляется не менее трех раз в смену во время технологических процессов или операций, при которых имеется наибольший контакт работника с вредными веществами.

Контроль за количественным содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен проводиться по величинам максимально разовых и (или) среднесменных значений загрязнения воздушной среды при сравнении их с ПДК_{мр} и ПДК_{сс}, установленными гигиеническими нормативами. Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, для которых установлена ПДК_{мр} и ПДК_{сс}, не проводится по методу оценки среднесменных значений, если измеренная концентрация вредного вещества за 2 последних года не превышает ПДК_{сс}. При установлении превышения ПДК_{мр} химических веществ, имеющих ПДК_{мр} и ПДК_{сс}, контроль по определению данных химических веществ должен проводиться по ПДК_{сс} и ПДК_{мр}.

Периодичность контроля воздуха рабочей зоны должна определяться в зависимости от класса опасности вредного вещества, характера технологического процесса, результатов производственного контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны и устанавливается в следующем порядке:

- 1 раз в год в случаях, когда интенсивность выделения в воздушную среду вредных веществ III и IV классов опасности сохраняется на протяжении 2 последних лет (по данным лабораторных исследований) на уровне и ниже ПДК или ОБУВ;

- 1 раз в полугодие в случаях имеющихся превышений ПДК или ОБУВ вредных веществ III и IV классов опасности в предшествующем году, а также в первые 2 года проведения производственного контроля в организации;

- 1 раз в полугодие при стабильной регистрации в воздухе рабочей зоны содержания вредных веществ I и II классов опасности на уровне и ниже ПДК или ОБУВ за 2 последних года;

- 1 раз в квартал в случаях имеющихся превышений ПДК или ОБУВ в воздухе рабочей зоны вредных веществ I и II классов опасности в предшествующем году, а также в первые 2 года проведения производственного контроля в организации.

Периодичность контроля за уровнями загрязнения кожных покровов вредными веществами должна соответствовать кратности контроля ПДК_{кр} вредных веществ для воздуха рабочей зоны.

Измерения среднесменных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны проводиться приборами индивидуального контроля или на основе отдельных последовательных измерений с расчетом средневзвешенной во времени величины с учетом пребывания работника на всех (в т. ч. и вне контакта с контролируемым вредным веществом) стадиях и операциях технологического процесса. Среднесменная концентрация должна определяться на основании непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены с учетом всех технологических операций (основных, вспомогательных) и перерывов в работе. Количество отборов проб воздуха должно быть не менее 5 в течение рабочей смены.

Расчет среднесменной концентрации должен производиться по формуле

$$K_{cc} = (K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 + \dots + K_n \cdot t_n) / (t_1 + t_2 + \dots + t_n), \quad (7.2)$$

где K_{cc} – среднесменная концентрация, мг/м³; K_1, K_2, \dots, K_n – средние арифметические величины отдельных измерений концентраций вредного вещества на отдельных стадиях (операциях) технологического процесса, мг/м³; t_1, t_2, \dots, t_n – продолжительность отдельных стадий (операций) технологического процесса, мин.

Содержание АПФД, величины ПДК_{cc} которых в воздухе рабочей зоны составляют 2 мг/м³ и менее, должны отбираться и оцениваться по величине ПДК_{cc}. Для АПФД, величины ПДК_{cc} которых составляют от 4 до 10 мг/м³, допускается проведение замеров по методу оценки ПДК_{кр}, если за предыдущие 2 года производственного контроля уровни загрязнения воздушной среды рабо-

чих мест не превышали ПДК_{сс}. При обнаружении превышения содержания в воздухе рабочей зоны АПФД ПДК_{сс} отбор проб для производственного контроля должен проводиться по методу отбора проб воздуха и оценки результатов в соответствии с ПДК_{сс}. В случае содержания в воздухе рабочей зоны АПФД, превышающее ПДК_{сс}, должен проводиться расчет пылевой нагрузки и допустимого стажа работы в контакте с АПФД. При подозрении на профзаболевание, регистрации случаев профзаболеваний, для расчета и определения индивидуальной экспозиции и пылевой нагрузки отбор проб воздуха и оценка результатов по ПДК_{сс} должны осуществляться на протяжении не менее чем 75% продолжительности рабочей смены и в течение не менее 3 рабочих смен.

Результаты лабораторных исследований вредных веществ в воздухе рабочей зоны по максимально разовым концентрациям следует применять для контроля за условиями труда, решения вопроса о необходимости и подборе средств индивидуальной защиты, при гигиенической оценке технологического процесса, оборудования, эффективности работы производственной вентиляции.

Материалы лабораторных замеров вредных веществ в воздухе рабочей зоны по среднесменным концентрациям вредных веществ должны использоваться для характеристики уровней воздействия вещества в течение смены, расчета индивидуальной экспозиции (в т. ч. пылевой нагрузки при воздействии АПФД), выявления связи в изменении состояния здоровья работника с условиями его труда.

Для вредных веществ с раздражающим действием, а также с остронаправленным механизмом действия на организм при оценке связи выявленных нарушений состояния здоровья с условиями труда допускается использование оценки содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны по максимально разовым концентрациям.

Метод контроля вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен обеспечивать определение концентрации вредного вещества не ниже 0,5 ПДК.

Результаты производственного контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, на кожных покровах работников должны использоваться организацией для оценки профессионального риска нарушения здоровья. Информация о содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны предоставляется в территориальные органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор.

Для контроля воздушной среды применяются лабораторные, индикационные и экспресс-методы. Существуют также автоматические приборы контроля газовой среды.

Лабораторные методы очень точны и дают возможность определить микроколичества токсичных веществ в воздухе. При применении этого метода берется проба воздуха в производственном помещении и анализируется в лаборатории. Однако такие методы требуют значительного времени и применяются главным образом в исследовательских работах. Для этой цели используют различные методы химического (объемные и весовые) и физико-химического (фотоколориметрия, спектроскопия, кулонометрия, хроматография, полярография и др.) анализа.

Индикационные методы отличаются простотой, с их помощью можно быстро определить качественный состав загрязнителей. Индикационные методы применяются, когда нежелательно присутствие токсичных веществ даже в малых концентрациях, а при их наличии требуются особые срочные меры (пуск аварийной вентиляции, нейтрализация загазованного участка, применение средств индивидуальной защиты и т. д.). Однако количественное определение токсичных веществ в воздухе при помощи индикационных методов можно произвести весьма ориентировочно.

В основу индикационных методов положены цветные реакции между загрязненным воздухом и поглотительным раствором или реактивной бумажкой. По интенсивности окрашивания поглотителя можно ориентировочно судить о концентрации определяемого вещества в воздухе. Так, бумажка, пропитанная уксуснокислым свинцом, чернеет в присутствии следов сероводорода; бумажка, пропитанная парами диметиламинобензоальдегида (бумажка Прокофьева), краснеет в присутствии следов фосгена и т. д.

Экспресс-методы служат для качественного и количественного определения концентрации вредных паров и газов непосредственно в рабочей зоне. Для проведения контроля экспресс-методами применяются газоанализаторы марок УГ, химический газоопределятель ГХ, газоанализатор типа ПГФ 2М1-ИЗГ и др.

Экспресс-методы преимущественно основаны на получении цветной реакции при взаимодействии определяемого вещества с твердым сорбентом – индикаторным порошком, помещенным в узенькую стеклянную трубку. При просасывании загрязненного воздуха через трубку индикаторный порошок окрашивается на определенную длину, по величине которой судят о концентрации определяемого вещества. Основные положения линейно-колористического метода реализованы в газоанализаторах УГ-1 и УГ-2.

Автоматические газоанализаторы непрерывного действия осуществляют обычно непрерывную регистрацию уровня загазованности на диаграммной ленте. Газоанализаторы могут обладать различной чувствительностью. Газоанализаторы, настроенные на уровни ПДК или показатели взрывоопасности, при достижении соответствующей концентрации дают световой или звуковой сигнал, автоматически включают вентиляцию и т. п. Такие приборы называются **газосигнализаторами**.

К газосигнализаторам взрывоопасных газов и паров относятся «Сигма-1», «Сигнал-02», «Сигма-1Б» (для паров бензина), ГСА-2, ХОББИТ-Т-Cl₂ (хлор), ХОББИТ-Т-NH₃ (аммиак), ХОББИТ-Т-CO (угарный газ), ОКА-МТ-2 и ОКА-МТ (горючие газы) и др.

Из стационарных автоматических газосигнализаторов, определяющих концентрации горючих газов, паров и их смесей с воздухом, следует отметить следующие: СГП-1 ХЛЧ (горючие пары нефти и нефтепродуктов); СДК-2 (органические вещества и их смеси); СВИ-4 (аммиак, ацетон, бензин, бензол, сероводород, стирол) и многие другие.

Для определения и сигнализации о превышении ПДК токсичных веществ используются газоанализаторы следующих марок: ФКГ-3М (хлор); ФЛС (сероводород, аммиак, фосген, синильная кислота); ФЛ-550 1М (озон, диоксид азота,

сероводород, аммиак, хлор, сернистый газ); ГМК-3 (оксид углерода); ГКП-1 (сернистый ангидрид); ФК (оксиды азота, фтористый водород) и другие.

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ; выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ менее вредными (например, ограничение применения бензола, дихлорэтана, четыреххлористого углерода в рецептуре лаков и красок; замена ртутных контрольно-измерительных приборов безртутными и т. д.);

- гигиеническую стандартизацию химического сырья и продукции (например, ограничение содержания мышьяка в серной кислоте, ароматических углеводородов в бензинах, метилового спирта, фурфурола в гидролизном или сульфитном спирту и т. д.);

- рационализацию технологического процесса, аппаратуры и оборудования (например, комплексная механизация и автоматизация процессов с вредными условиями труда, замена периодических процессов непрерывными, исключение операций, связанных с загрязнением воздушной среды вредными веществами, систематическое проведение текущего, планово-предупредительного и капитального ремонта оборудования и т. д.);

- в деле борьбы с производственными отравлениями важное значение имеют такие санитарно-технические мероприятия, как планировка цехов и оборудования, исключающая поступление газов, паров, пыли из одного помещения в другое; выбор материалов для стен и потолков, не сорбирующих вредные вещества; применение вентиляционной техники и т. д.;

- в тех случаях, когда технические и санитарно-технические мероприятия не ликвидируют полностью воздействие вредных веществ на организм, необходима индивидуальная защита органов дыхания, зрения и кожи;

- обязательным требованием для работающих во вредных условиях является соблюдение установленного режима труда и отдыха, предоставление специального питания, дополнительного отпуска, обучение безопасным методам работы и профилактическое медицинское обследование.

Мероприятия по профилактике заболеваний, возникающих при воздействии пыли, можно разделить на три группы: технологические и технические; санитарно-технические; медико-профилактические.

Технические мероприятия направлены на рационализацию производственного процесса, позволяющую в ряде случаев добиться полной ликвидации пылеобразования. К ним относятся, например, применение во время дробления, размола, смешивания пылеобразующих материалов увлажнения, замена в процессе очистки литья пескоструйных аппаратов на дробеструйные, периодической загрузки сыпучих материалов на непрерывную и т. д.

Санитарно-технические мероприятия включают в себя комплекс мер по подавлению пылеобразования, например, путем орошения зон выделения пыли распыленной водой или водяным паром, применением местных отсосов пыли в вентиляционные системы с последующей очисткой воздуха в пылеулавливающих аппаратах, общеобменной вентиляции и т. д.

Медико-профилактические мероприятия включают в себя периодические медицинские осмотры (при поступлении на работу, систематически в процессе работы через год или полгода в зависимости от свойств пыли) с целью выявления пневмокониозов на ранних стадиях их развития, устройство профилакториев для профилактики и лечения дыхательных путей работающих в условиях повышенной запыленности, применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, систематический контроль за содержанием пыли в воздухе производственных помещений и некоторые другие мероприятия.

В данной работе производится определение концентрации вредных паров и газов экспресс-методом.

2. Экспериментальная часть

Для имитации помещений, содержащих газы и пары вредных веществ, в работе используются стеклянные емкости с соответствующими компонентами. Отбор проб и анализ воздуха из указанных сосудов производится с помощью следующего оборудования.

2.1. Универсальный переносной газоанализатор типа УГ-2

Газоанализатор УГ-2, устройство которого представлено на рис. 7.1, предназначен для определения в воздухе производственных помещений хлора, аммиака, сероводорода, оксида углерода, бензина, бензола, ксилола, ацетилена и других газов и паров.

Погрешность показаний газоанализатора составляет $\pm 10\%$ от верхнего предела каждой шкалы определяемого вещества.

В закрытой части корпуса 12 помещается резиновый сильфон 11 с двумя фланцами и стаканом, в котором находится пружина 10. Во внутренних гофрах сильфона установлены распорные кольца 9 для придания сильфону жесткости и сохранения постоянства объема. На верхней плате 4 имеется неподвижная втулка 6 для направления штока 7 при сжатии сильфона. На штуцере 2 с внутренней стороны надета резиновая трубка 1, которая вторым концом через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона. К свободному концу трубки 3 при анализе присоединяется индикаторная трубка и при необходимости фильтрующий патрон. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях (под головкой штока) обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями 8, служащими для определения фиксатором 5 объема просасываемого воздуха. Расстояние между углубления-

ми на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал необходимое для анализа данного газа количество исследуемого воздуха.

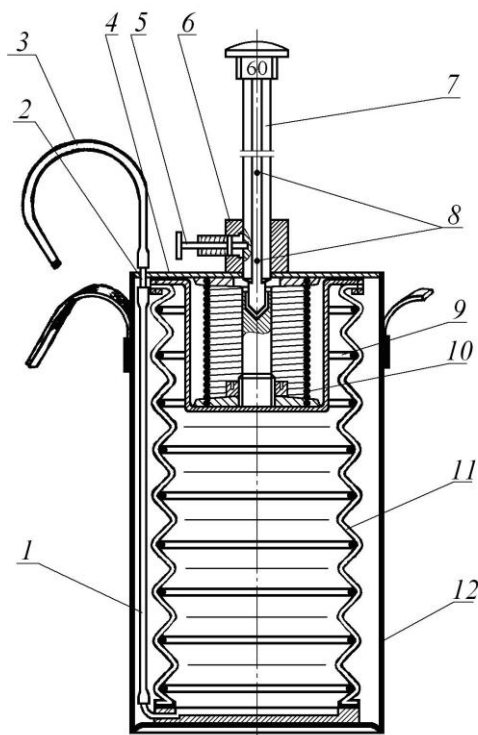


Рис. 7.1. Устройство газоанализатора:

- 1* – резиновая трубка; *2* – штуцер; *3* – трубка; *4* – верхняя плата; *5* – фиксатор;
6 – втулка; *7* – шток; *8* – канавка; *9* – распорное кольцо; *10* – пружина;
11 – резиновый сильфон; *12* – корпус

Перед началом определения концентрации примеси в воздухе необходимо приготовить индикаторные трубки с соответствующим поглотителем (в зависимости от того, концентрацию какого вещества планируется определять).

Индикаторная трубка представляет собой стеклянную трубку, заполненную индикаторным порошком. Приготавливается она следующим образом. В один из концов стеклянной трубки *2* (рис. 7.2) вставляют стержень *1*, а в противоположный вкладывают прослойку из гигроскопической ваты *3* и штырьком *4* до соприкосновения с торцом стержня сжимают вату. При этом толщина прослойки из ваты не должна превышать 2,5 мм.

Затем вынимают стержень и через воронку с тонким концом *5* индикаторный порошок из ампулы *6*, вскрытой перед самым применением, насыпают до края в открытый конец трубки.

Постукиванием по стенке трубки стержнем достигается уплотнение столбика порошка, после чего сверху столбика накладывают такую же прослойку из гигроскопической ваты.

Неплотное заполнение индикаторной трубки порошком способствует увеличению длины окрашенного столбика и размытости его границ. Длина уплотненного столбика порошка в трубке должна составлять 68–70 мм.

Для перезарядки использованных индикаторных трубок с помощью крючка

7 извлекают тампон и высыпают использованный индикаторный порошок в специальную коробку.

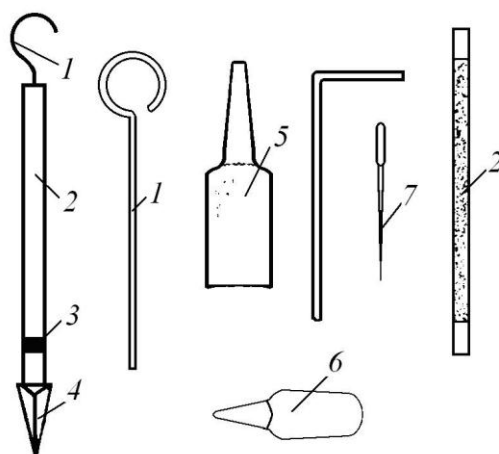


Рис. 7.2. Принадлежности для подготовки к работе индикаторной трубки:

1 – стержень; 2 – стеклянная трубка; 3 – вата; 4 – штырек;
5 – воронка; 6 – ампула с индикаторным порошком; 7 – крючок

Дальнейшая подготовка прибора к измерению состоит в следующем:

– выбирается специальная шкала (рис. 7.3) для анализируемого вещества.
На ней указаны объемы просасываемого воздуха. Измерения начинают с просасывания минимального объема анализируемого газа. Если индикаторная трубка не окрасится при таком объеме просасываемого воздуха, необходимо повторить измерение при максимальном объеме;



Рис. 7.3. Шкала для определения концентрации вредных веществ (аммиака)

– из гнезда прибора вынимают четырехгранный шток 7 (рис. 7.1). Объем просасываемого воздуха указан под головкой штока. Выбранное значение объема просасываемого воздуха устанавливается в сторону стопора. Далее, оттягивая левой рукой стопор, нажимают на головку штока, топя его. При этом сиффон сжимается. Топят шток до тех пор, пока верхнее углубление не дойдет до стопора 5. Шток фиксируется стопором и остается в этом положении;

- затем индикаторную трубку вставляют в резиновую трубку 3;
- перед просасыванием воздуха через трубку слегка надавливают на головку

штока, отводят стопор 5. Освобожденный шток под действием пружины 10 движется вверх. Стопор сразу же нужно отпустить. Когда нижнее углубление на канавке штока совпадет со стопором, последний со щелчком войдет в него и остановит шток.

Просасывание воздуха через индикаторную трубку необходимо проводить в течение времени, указанного на соответствующей шкале (рис. 7.3, общее время просасывания, в числителе – для минимального объема, в знаменателе – для максимального объема). После этого индикаторную трубку отсоединяют и накладывают на шкалу (рис. 7.3) для определения концентрации примеси (шкалу выбирают в зависимости от объема просасываемого воздуха). Индикаторную трубку размещают так, чтобы границы порошка в ней со стороны просасывания воздуха совпадали с нулевым делением шкалы. Деление на шкале напротив участка с изменившимся цветом порошка в индикаторной трубке укажет содержание (мг/м^3) исследуемой примеси в воздухе.

На шкалах к прибору приведены продолжительность хода штока и общее время просасывания воздуха через трубку, которые следует учитывать при исследовании воздуха.

Сводная таблица линейно-колористических определений примесей приведена в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Линейно-колористическое определение токсичных паров и газов с помощью УГ-2

Определяемое вещество	Цвет индикаторного порошка после анализа	Пределы определяемых концентраций, мг/м^3	Время определения, мин	Чувствительность метода, мг/м^3	Мешающие определению пары и газы
Хлор	Красный	2–60 25–300	5–6 3–4	2	Бром, йод, окислители, хлорамины
Аммиак	Синий	0–40 0–400	3 2	–	Пары кислот, щелочей и аминов
Сероводород	Коричневый	0–360	3–5	2	Меркаптаны
Оксид углерода	Коричневый (кольцо)	15–200 40–400	8 5	–	Карбонилы металлов
Бензин	Светло-коричневый	0–5 000 0–30 000	5 3	–	–
Бензол	Светло-зеленый	0–1 000	4	–	Толуол, ксилол и бензин
Ксилол	Красно-фиолетовый	5–500 200–2 000	4 3	50	Толуол, бензол
Ацетилен	Светло-коричневый	0–1 400 0–6 000	5 3	140	Сероводород, AsH_3

Примечание. Для задержки веществ, мешающих определению, в ряде случаев применяют фильтрующий патрон.

2.2. Химический газоопределитель ГХ-4 (5)

Химический газоопределитель предназначен для прямого экспресс-определения концентраций оксида углерода, оксидов азота, сернистого газа, сероводорода, углекислого газа и других веществ в воздухе.

Общий вид прибора с принадлежностями показан на рис. 7.4. Газоопределитель ГХ-4 (5) представляет собой меховой насос-аспиратор АМ-5 1, предназначенный для просасывания анализируемого воздуха через индикаторные трубки, с набором готовых индикаторных трубок 2, являющихся его измерительной частью.

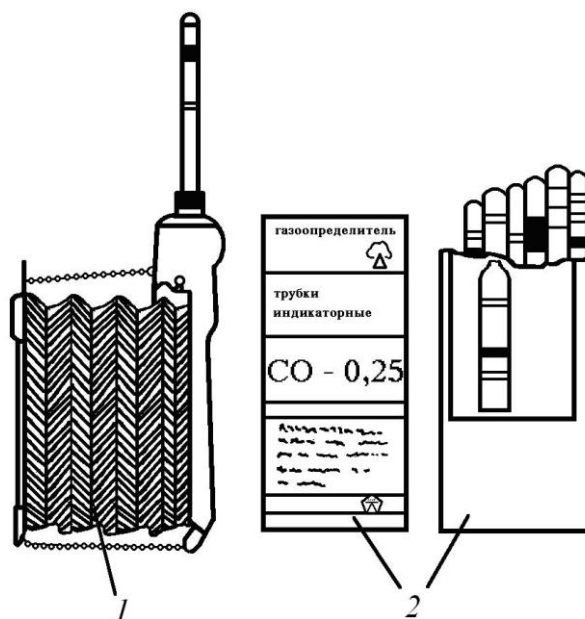


Рис. 7.4. Химический газоопределитель ГХ-4 (5):
1 – аспиратор АМ-5 (в сборе с индикаторной трубкой);
2 – набор готовых индикаторных трубок

Принцип действия газоопределителя основан на изменении окраски индикаторной массы в трубке при пропускании через нее газовой смеси, содержащей определяемый газ, и измерении его концентрации по длине изменившего окраску слоя индикаторного порошка.

Индикаторные трубки длиной 125 мм и наружным диаметром 7 мм заполняются специфичными на каждый определяемый газ реактивными порошками, концы трубок оттянуты и запаяны.

Аспиратор АМ-5 представляет собой ручной резиновый мех с объемом хода 100 мл. Внутри меха расположены пружины, удерживающие его в разжатом положении. Наружная часть пружины в подвеске имеет отверстие и служит для обламывания концов индикаторных трубок, а резиновая трубка – для их вставки. Выпускной клапан обеспечивает выход воздуха из меха при его сжатии.

В местах, где нужно определить концентрацию газов, вскрывают индикаторную трубку так, чтобы не нарушить прокладку и слой порошка. Запаянные концы трубок необходимо отламывать осторожно, во избежание попадания осколков в глаза, для чего необходимо держать аспиратор на расстоянии вытяну-

той руки, повернув голову в сторону. Индикаторную трубку плотно вставляют в резиновую трубку прибора. Стрелка на трубке при этом должна быть направлена к аспиратору. Сжимают резиновый мех до упора, а затем отпускают его. При этом исследуемый воздух просасывается через индикаторную трубку. Если окрашенная часть индикаторного порошка не достигла первого деления, делают столько просасываний, чтобы можно было наиболее точно определить концентрацию примеси. При этом подсчитывают количество просасываний. После чего индикаторную трубку накладывают на шкалу для определения концентрации исследуемого газа, которая, как правило, помещена на обратной стороне коробки с индикаторными трубками. Концентрации указаны здесь в процентах на 1000 мл просасываемого воздуха. Если количество просасываний было больше или меньше 10 (т. е. больше или меньше того объема, на который градуирована шкала), пересчет концентрации производится по формуле

$$X = \frac{10 \cdot K}{n}, \quad (7.3)$$

где X – определяемая концентрация, % об.; K – концентрация по трубке, измеренная по шкале, % об.; n – количество ходов меха (количество просасываний).

В некоторых случаях в зависимости от свойств анализируемого газа и состава индикаторного порошка отбор пробы воздуха проводится в объемах 100 или 1000 мл (10 просасываний). В этом случае расчет концентрации производится в соответствии с формулой, приведенной на упаковке индикаторных трубок.

Пересчет концентраций газов в воздухе производственных помещений K_x , мг/м³, производится по формуле

$$K_x = \frac{X \cdot M \cdot 10^4}{V_T}, \quad (7.4)$$

где X – концентрация газа в воздухе, % об.; M – молекулярная масса газа, г; V_T – объем 1 грамм-молекулы газа при данных условиях, л.

Так как измерения проводятся в помещении лаборатории при постоянной температуре 18–20°C, то можно принять, что 1 грамм-молекула газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л. Таким образом, формула (7.4) примет вид

$$K_x = \frac{X \cdot M \cdot 10^4}{22,4}. \quad (7.5)$$

При окончательном расчете концентраций определяемого газа необходимо учесть значения поправочного коэффициента на величину атмосферного давления в соответствии с табл. 7.4.

2.3. Переносной газоанализатор типа ПГФ 2М1-ИЗГ

Для инструментального экспресс-анализа горючих газов в воздухе рабочих помещений, колодцах, химических аппаратах, газгольдерах и других за-

мкнутых объемах используется переносной газоанализатор типа ПГФ во взрывозащищенном исполнении.

Таблица 7.4

Значения поправочного коэффициента для корректировки показаний газоопределителя в зависимости от атмосферного давления

Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	Поправочный коэффициент
91 (680)	1,09
92 (690)	1,07
93 (700)	1,06
95 (710)	1,04
96 (720)	1,02
97 (730)	1,01
99 (740)	1,00
100 (750)	0,98
101 (760)	0,97
103 (770)	0,96
104 (780)	0,95
105 (790)	0,93
107 (800)	0,92
108 (810)	0,91
109 (820)	0,90
111 (830)	0,89
112 (840)	0,88
113 (850)	0,87

Газовая и электрическая схемы газоанализатора ПГФ 2М1-ИЗГ показаны на рис. 7.5.

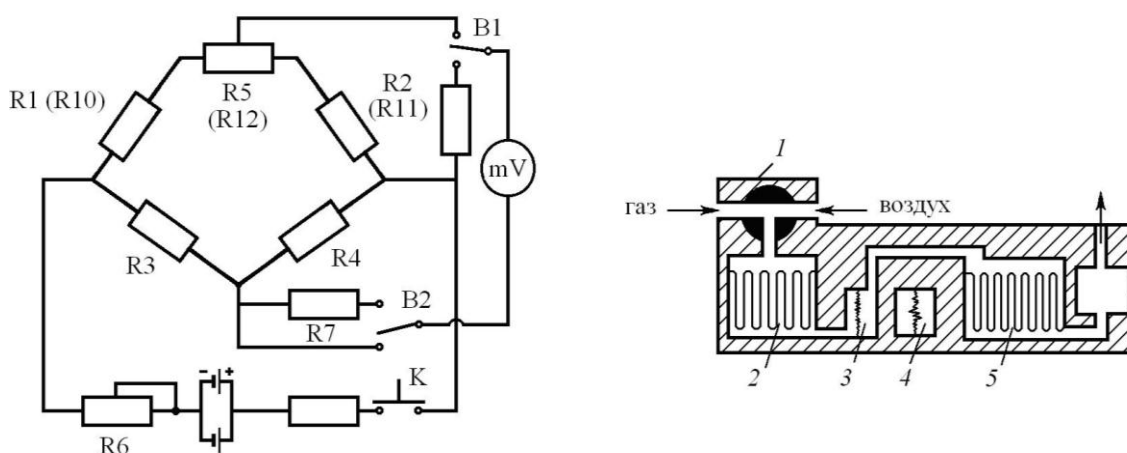


Рис. 7.5. Принципиальная электрическая и газовая схемы газоанализатора ПГФ 2М1-ИЗГ:

1 – трехходовый кран; 2, 5 – взрывозащитные устройства; 3 – камера рабочего плечевого элемента; 4 – камера сравнительного плечевого элемента

Действие прибора основано на измерении сопротивления платиновой спирали в зависимости от ее температуры, которое может повышаться за счет теп-

ла, выделяющегося при каталитическом окислении углеводородсодержащих газов в измерительной камере газоанализатора.

Электрическая схема газоанализатора представляет собой измерительный мостик, уравновешенный при отсутствии горючих газов.

В измерительную камеру 3 газоанализатора поршневым насосом, смонтированным в приборе, нагнетают анализируемую смесь воздуха с газом. При нажатии кнопки в цепи источника питания (батарея карманного фонаря) ток нагревает платиновую спираль, помещенную в измерительной камере. На этой спирали происходит сгорание анализируемой газовой смеси. За счет дополнительного нагрева от сгорания сопротивление платиновой спирали в камере 3 изменяется по сравнению с сопротивлением в камере 4. Это нарушает равновесие моста, и стрелка гальванометра отклоняется. Чем выше концентрация газа (пара), тем больше отклоняется стрелка гальванометра.

Правила пользования прибором изложены на внутренней стороне крышки. Там же приведены шкалы определений концентраций паров бензина, этанола и других веществ в миллиграммах на литр (под металлической частью крышки).

2.4. Порядок выполнения работы

1. Перед началом выполнения работы уточнить у преподавателя, какое вещество анализируется и с помощью какого прибора определяется его концентрация.

2. Если используется универсальный переносной газоанализатор УГ-2, то необходимо подготовить индикаторные трубки для анализа (смотри описание прибора). **Во избежание порчи одежды не допускать попадания на нее индикаторного порошка!** Необходимый объем просасываемого воздуха и условия исследования выбрать из прилагаемых к прибору шкал на различные вещества. Концентрацию исследуемого газа определить по соответствующей шкале (смотри описание прибора). После выполнения работы использованные трубки вскрыть, индикаторный порошок высыпать в специальную посуду.

3. Если используется химический газоопределитель ГХ-4 (5), то концентрацию вредного вещества определить соответствующими индикаторными трубками по методике, изложенной в описании прибора, соблюдая осторожность при их вскрытии. Использованные трубки необходимо выбросить в урну.

4. Если используется переносной газоанализатор ПГФ 2М1-ИЗГ, то концентрацию вредного вещества определить в соответствии с методикой, приведенной на крышке прибора (смотри описание прибора). После окончания работы с газоанализатором необходимо его продуть чистым воздухом, сделав 4–5 просасываний поршнем насоса.

Полученные результаты занести в табл. 7.5.

По результатам исследования сопоставить полученные значения с ПДК и нижним концентрационным пределом распространения пламени, сделать соответствующие выводы.

Результаты исследований

Наименование газов и паров	Фактическая концентрация, мг/м ³			ПДК, мг/м ³	Нижний концентрационный предел распространения пламени		Верхний концентрационный предел распространения пламени	
	УГ-2	ГХ-4	ПГФ		% по объему	мг/м ³ при 20°С	% по объему	мг/м ³ при 20°С

Контрольные вопросы

1. Что такое вредные вещества и какими путями они поступают в организм человека? Какое влияние на человека оказывают вредные вещества?
2. Как классифицируются вредные вещества по характеру воздействия на организм человека?
3. Что такое токсичность, от чего она зависит?
4. Что такое ПДК и ОБУВ? Их значение для профилактики отравлений и профзаболеваний.
5. Как подразделяются вредные вещества по степени воздействия на организм человека (степени токсичности)?
6. Какие существуют показатели токсичности? Их определение.
7. Какие требования предъявляются к качеству воздуха в производственных помещениях при наличии в нем примесей веществ однонаправленного и разнонаправленного действия?
8. Как нормируется содержание вредных веществ на кожном покрове работающих?
9. Как производится контроль состояния качества воздуха в рабочей зоне? Периодичность контроля.
10. Дайте характеристику используемых методов контроля воздушной среды.
11. Какие мероприятия используются на производстве для борьбы с загазованностью воздуха?
12. Устройство и принцип действия приборов УГ-2, ГХ-4 (5), ПГФ 2М1-ИЗГ.

Литература

1. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007-76. – Введ. 01.01.77. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.
2. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами»: СанПиН и ГН от 11.10.2017 № 92. – Введ. 02.11.2017 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 09.11.2017, 8/32492.