

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ 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 гигиеническими нормативами.

Приборы и оборудование: универсальный газоанализатор УГ-2.

1. Общие положения

1. Действие вредных веществ на организм человека

На любом производстве обращается большое количество разнообразных химических веществ, являющихся в той или иной мере вредными.

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе воздействия вредного вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего 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. Человек в состоянии покоя за 1 мин вдыхает 6–8 л воздуха, при работе этот объем увеличивается и может достигать 100–120 л/мин. Поверхность легочных альвеол при среднем их растяжении равна 90–100 м², толщина же альвеолярных мембран колеблется в пределах 0,004–0,010 мм, поэтому в легких создаются благоприятные условия для проникания газов, паров и пыли в кровь без каких-либо химических превращения под действием защитных реакций организма.

Через неповрежденный кожный покров могут поступать 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 опас-

ный 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 условия 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 – 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, мети-

ловый спирт окисляется в организме до формальдегида и муравьиной кислоты; метилацетат гидролизуеться 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).

По характеру воздействия на организм человека вредные вещества можно разделить на следующие группы: общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Общетоксические вещества вызывают расстройства центральной нервной системы (углеводороды, спирты жирного ряда, сероводород и др.), взаимодействуют с гемоглобином крови (бензол, оксид углерода, свинец, ароматические смолы и др.), вызывают структурные изменения тканей печени (фосфор, селен, хлорированные углеводороды, бромбензол и др.), нарушают структуру ферментов (мышьяк и его соединения, соли ртути, синильная кислота и ее соли, фосфорорганические соединения и др.).

Раздражающие вещества поражают верхние и глубокие дыхательные пути (аммиак, хлор, оксиды азота, диоксид серы, фосген, дифосген, ароматические углеводороды и др.), поражают кожные покровы, вызывают образование нарывов, язв (неорганические кислоты, щелочи, некоторые органические кислоты, ангидриды и др.).

Сенсибилизирующие вещества (аллергены) вызывают изменения в реактивной способности организма (некоторые соединения никеля, алкалоиды, пыли и др.).

Канцерогенные вещества вызывают образование злокачественных опухолей (асбест, сажа, каменноугольная смола, ароматические амины и др.).

Мутагенные вещества воздействуют на генетический аппарат клетки (этиленамин, оксиды этилена, соединения свинца, ртути и др.).

Влияющие на репродуктивную функцию организма вызывают возникновение врожденных пороков развития и отклонений от нормального развития у потомства, влияют на его внутриутробное и послеродовое развитие (ртуть, бензол, свинец, стирол, никотин и др.).

В производственных условиях довольно часто происходит комбинированное действие на организм двух или нескольких веществ одновременно. Возможны *несколько видов их комбинированного действия*.

Вредные вещества однонаправленного действия – два и более вещества, которые при одновременном и (или) последовательном поступлении в организм человека могут оказывать одинаковое или сходное биологическое действие на организм, проявляющееся одинаковыми (общими) особенностями токсических эффектов. Суммарным эффектом обладают вещества, близкие по химическому строению, например ароматические углеводороды (бензол и толуол, толуол и ксилол), оксиды азота и оксид углерода.

Синергизм имеет место, когда одно вредное вещество усиливает токсическое действие другого. Это происходит вследствие подавления одним из вредных веществ деятельности систем организма, ответственных за обезвреживание другого вещества. Синергизм отмечается, например, при совместном воздействии хлорофоса и винилфосфата, оксида углерода и бензола. Алкоголь повышает опасность отравления анилином и ртутью.

Антагонизм проявляется в том, что одно вредное вещество ослабляет действие другого. Такое явление наблюдается, например, в отношении сернистого ангидрида и хлора, диоксида серы и аммиака, аммиака и диоксида углерода. Это происходит вследствие химического взаимодействия указанных веществ с образованием малотоксичных соединений.

Аддитивное (независимое) действие вредных веществ проявляется при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких веществ, не обладающих однонаправленным действием. В этом случае их токсические индивидуальные эффекты не зависят один от другого.

В условиях производства концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны может изменяться в зависимости от хода технологического процесса, времени технологических перерывов и других обстоятельств. Такое воздействие, когда концентрация вредных веществ меняется, называется **интермиттирующим (прерывистым)**. Оно считается более опасным, чем их равномерное поступление в организм человека, так как при этом нарушаются его внутренние механизмы приспособления и адаптации к воздействию токсинов.

В условиях влияния неблагоприятных факторов производственной среды, таких как высокая температура, влажность, шум, физическое напряжение, совместное воздействие вредных химических веществ может усиливаться.

Повышение температуры, как правило, усиливает и ускоряет эффект воздействия вредных веществ. Это объясняется нарушением терморегуляции (учащением дыхания и ускорением кровообращения). Например, при повышении температуры увеличивается возможность отравления соединениями бензола, оксидом углерода, парами ртути или хлорофоса.

Влажность воздуха также повышает опасность отравлений, особенно раздражающими газами.

Физическое напряжение обычно сопровождается усилением легочной вентиляции и кровообращения. В таких условиях количество вредных веществ, по-

ступающих в организм через органы дыхания, увеличивается, что способствует развитию интоксикации.

Производственный шум усиливает токсический эффект вредных веществ и ускоряет их воздействие. Это доказано в отношении оксида углерода, стирола, алкилнитрита, аэрозоля борной кислоты, нефтяных газов и других веществ.

Характер действия вредных химических веществ на организм определяется их *химической структурой*. Токсичность вредных химических веществ может возрастать или уменьшаться при изменении химической структуры. Лучше всего взаимосвязь между строением и токсическими свойствами изучена для органических веществ.

Физические свойства (агрегатное состояние, летучесть, растворимость, дисперсность) вредных химических веществ также влияют на токсичность, в частности на способность проникать в организм, распределяться в нем и выделяться. Некоторые вредные вещества в газообразном состоянии более токсичны, чем в твердом и жидком, так как они легче проникают в организм. Например, металлическая ртуть в жидком состоянии не опасна, вместе с тем пары ртути очень токсичны.

Токсический эффект зависит от *биологических особенностей организма*.

Направленность и выраженность токсического действия вредных веществ у лиц разного пола проявляется как в специфических признаках поражения определенных органов и систем, так и при знаках общего действия. Чувствительность к некоторым токсичным веществам у мужчин выше, чем у женщин. Так, например, отмечается большая чувствительность женского организма к действию бензола. Некоторые соединения бора обладают избирательно выраженной токсичностью к гонадам мужского организма. Известно, что воздействие бериллия, ртути и их неорганических соединений может привести к развитию рака легких у мужчин. У женщин, имевших производственный контакт с растворителями, компонентами производства резиновых изделий, обнаружено нарушение репродуктивной функции. Риск осложнения беременности высок у работниц, занятых в производстве пластмасс, стирола, искусственных и синтетических волокон.

Важное значение имеет и возраст работающего: одни вещества являются более токсичными по отношению к молодым работникам, другие – вредны для пожилых людей. Например, смертность от рака органов дыхания более высока среди работающих в возрасте старше 50 лет. Повышенная чувствительность ко многим токсичным веществам отмечается у лиц молодого возраста (до 18 лет). Организм подростков в 2–3 раза, а иногда и более, чувствителен к воздействию вредных веществ, чем организм взрослых работников. Именно поэтому законодательство запрещает прием на работу в химических производствах лиц моложе 18 лет.

Повышенная индивидуальная чувствительность к вредным веществам может быть связана с особенностями биохимических процессов и состоянием физиологических систем человека, которые участвуют в превращении и выведении токсичных соединений. Имеют значение состояние нервной системы, а также перенесенные заболевания. Так, при заболеваниях органов дыхания су-

ществует повышенная чувствительность к веществам, оказывающим раздражающее действие на дыхательные пути, и т. п.

Чувствительность людей к вредным веществам зависит от индивидуальных особенностей протекания биохимических процессов, а также функциональной активности различных физиологических систем человека, в частности ферментов детоксикации.

Степень поражения организма вредными веществами зависит от состояния здоровья человека. Например, лица с заболеваниями крови более чувствительны к действию кровяных ядов; с нарушениями нервной системы – к действию нейротропных ядов; с заболеваниями легких – к действию раздражающих веществ и пылей. Снижению сопротивляемости организма способствуют хронические инфекции, а также беременность и климакс.

Индивидуальная чувствительность человека возрастает в случаях воздействия вредных веществ с явно аллергическим эффектом (соединения хрома, некоторые красители и т. д.). В связи с этим лица, страдающие определенными заболеваниями, не допускаются к работе с веществами, которые могут обострить течение их болезни или привести к более быстрой и тяжелой интоксикации.

К относятся острые и хронические интоксикации, протекающие с изолированным профессиональным заболеванием, вызываемым воздействием вредных веществ, или сочетанным поражением органов и систем: токсическое поражение органов дыхания (ларингофарингит, эрозия, перфорация носовой перегородки, трахеит, бронхит, пневмоклероз и др.), токсическая анемия, токсический гепатит, токсическая нефропатия, токсическое поражение нервной системы (полиневропатия, неврозоподобные состояния, энцефалопатия), токсическое поражение глаз (катаракта, конъюнктивит, кератоконъюнктивит), токсическое поражение костей (остеопороз, остеосклероз). В эту же группу входят болезни кожи, металлическая, фторопластовая (тефлоновая) лихорадка, аллергические заболевания, новообразования.

Следует иметь в виду возможность развития профессиональных опухолевых заболеваний, особенно органов дыхания, печени, желудка и мочевого пузыря, лейкозы при длительных контактах с продуктами перегонки каменного угля, нефти, сланцев, соединениями никеля, хрома, мышьяка, винилхлоридом, радиоактивными веществами и т. д.

1.2. Классификация вредных веществ

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» *по степени воздействия на организм* вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- 1-й класс – вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й класс – вещества высокоопасные;
- 3-й класс – вещества умеренно опасные;
- 4-й класс – вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в табл. 4.1.

Распределение вредных веществ по классам опасности

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	151–5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001–50 000	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

Примечание. Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны – качественное и (или) максимальное количественное значение концентрации микроорганизма-продуцента, микробного препарата и его компонентов, вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которое при ежедневной (кроме выходных дней) работе продолжительностью 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

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 2-4-часовом ингаляционном воздействии.

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 це-

лостного 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.

1.3. Нормирование вредных веществ и контроль их содержания в воздухе рабочей зоны и на кожном покрове

Обязательные для соблюдения всеми пользователями допустимые значения показателей безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих устанавливаются *Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих»*, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37.

Гигиенические нормативы устанавливают:

- предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов и компонентов микробных препаратов в воздухе рабочей зоны;
- ПДК микробных препаратов в воздухе рабочей зоны;
- ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- ПДУ загрязнения кожных покровов работающего вредными веществами.

ПДК в воздухе рабочей зоны – качественное и (или) максимальное количественное значение концентрации микроорганизма-продуцента, микробного препарата и его компонентов, вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которое при ежедневной (кроме выходных дней) работе продолжительностью 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – временный гигиенический норматив содержания вредного вещества в воздухе рабочей зоны, используемый для количественной оценки содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны на этапе опытных и полужаводских установок (производств), который может быть пересмотрен, заменен ПДК либо отменен в зависимости от перспективы применения вредного вещества и его токсических свойств.

Предельно допустимый уровень загрязнения кожных покровов вредными веществами (ПДУ) – качественное и (или) максимальное количественное значение содержания вредного вещества на единице площади кожных покровов работающего, которое при ежедневной (кроме выходных дней) работе продолжительностью 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должно вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья,

обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Концентрация аэрозолей четвертого класса опасности (в том числе для аэрозолей по сумме смесей сложного состава) в воздухе рабочей зоны не должна превышать 10 мг/м³.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны вредных веществ однонаправленного действия на организм сумма отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК не должна превышать единицы и рассчитывается по формуле

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (4.1)$$

где K_1, K_2, K_n – фактические концентрации в воздухе рабочей зоны вредных веществ однонаправленного действия; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ – ПДК в воздухе рабочей зоны вредных веществ однонаправленного действия;

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.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны формальдегида и стирола с учетом их комбинированного действия на организм установлен коэффициент, равный 1,25.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны:

формальдегида и стирола сумма отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК не должна превышать единицы и рассчитывается по формуле

$$\left(\frac{K_1}{\text{ПДК}_{\text{врз } 1}} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_{\text{врз } 2}} \right) \times 1,25 \leq 1, \quad (4.2)$$

где K_1 и K_2 – фактические концентрации в воздухе рабочей зоны формальдегида и стирола; $\text{ПДК}_{\text{врз } 1}$ и $\text{ПДК}_{\text{врз } 2}$ – ПДК в воздухе рабочей зоны формальдегида и стирола;

формальдегида, стирола и иных вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК не должна превышать единицы и рассчитывается по формуле

$$\left(\frac{K_1}{\text{ПДК}_{\text{врз } 1}} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_{\text{врз } 2}} \right) \times 1,25 + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_{\text{врз } n}} \leq 1, \quad (4.3)$$

где K_1, K_2, K_n – фактические концентрации в воздухе рабочей зоны формальдегида, стирола, иных вредных веществ однонаправленного действия; $\text{ПДК}_{\text{врз } 1}, \text{ПДК}_{\text{врз } 2}, \text{ПДК}_{\text{врз } n}$ – ПДК в воздухе рабочей зоны формальдегида, стирола, иных вредных веществ однонаправленного действия.

ПДК микроорганизма-продуцента, микробного препарата и его компонентов устанавливается в виде **максимально разовой**, а ПДК вредного вещества – в виде **максимально разовой и (или) среднесменной концентраций**.

Максимально разовая концентрация (ПДК_{мр}) – максимальная концентрация микроорганизма-продуцента, микробного препарата и его компонентов, вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которая сравнивается с максимально разовой ПДК микроорганизма-продуцента, микробного препарата и его компонентов, вредного вещества в воздухе рабочей зоны.

Среднесменная ПДК (ПДК_{сс}) – средняя массовая концентрация вредного вещества, установленная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены, или средневзвешенная во времени длительности рабочей смены концентрация вредного вещества в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания, которая сравнивается с ПДК среднесменной.

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.

ПДК некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны представлены в табл. 4.2.

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

Таблица 4.2

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

Согласно *специфическим санитарно-эпидемиологическим требованиям к условиям труда работающих*, утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2020 № 66, на объекте осуществляется производственный контроль, в т.ч. лабораторный, за соблюдением специфических санитарно-эпидемиологических требований, гигиенических нормативов и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий, включая контроль производственных факторов на рабочих местах.

Перечень производственных факторов с указанием периодичности их контроля на рабочих местах ежегодно разрабатывается и утверждается работодателем в соответствии с требованиями специфических санитарно-эпидемиологических требований, а также с учетом специфики деятельности объекта.

Контроль содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ, микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов осуществляется:

один раз в год – в случаях, когда интенсивность выделения в воздушную среду промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ 3 и 4 классов опасности сохраняется на протяжении двух последних лет (по данным лабораторных исследований) на уровне ПДК или ОБУВ и ниже их;

один раз в полугодие – в случаях имеющих превышений ПДК или ОБУВ промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ 3 и 4 классов опасности в предшествующем году, а также в первые два года проведения контроля производственных факторов;

один раз в полугодие – при стабильной регистрации в воздухе рабочей зоны содержания вредных веществ 1 и 2 классов опасности на уровне ПДК или ОБУВ и ниже их за два последних года;

один раз в квартал – в случаях имеющих превышений ПДК или ОБУВ в воздухе рабочей зоны вредных веществ 1 и 2 классов опасности в предшествующем году, а также в первые два года проведения контроля производственных факторов.

На объектах, где по результатам лабораторных и инструментальных исследований установлены несоответствия уровней производственных факторов гигиеническим нормативам, по данным медицинских осмотров у работников выявляются общие заболевания, препятствующие продолжению работы, или профессиональные заболевания, а также регистрируются уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности выше среднегородских (районных) уровней, работодателем не реже 1 раза в 5 лет проводится комплексная гигиеническая оценка условий труда, а также оценка профессионального риска и разработка мер по управлению профессиональным риском в соответствии с актами законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Работодателем разрабатывается и выполняется план профилактических мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах, где показатели факторов производственной среды, факторов трудового процесса не соответствуют гигиеническим нормативам, условия труда по результатам комплексной гигиенической оценки отнесены к вредным или опасным.

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.

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 (фотокolorиметрия, 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 диметиламинобензолдегида (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**.

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, исключая 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. 4.1, 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

Technical drawing of a mechanical device, likely a pump or valve assembly, showing a cross-section. The device features a central vertical shaft with a handle (60) at the top. The shaft passes through a series of components, including a valve mechanism (8) and a series of horizontal plates (11) within a housing (12). A curved pipe (2) is connected to the top of the shaft. The drawing is labeled with numbers 1 through 12, indicating various parts.

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

Индикаторная трубка представляет собой стеклянную трубку, заполненную индикаторным порошком. Приготавливается она следующим образом. В один из концов стеклянной трубки 2 (рис. 4.2) 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.

16

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.

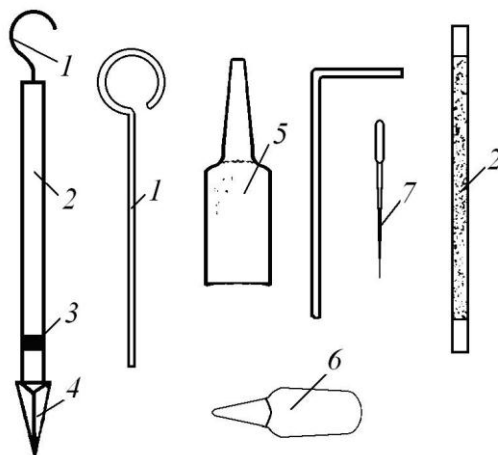


Рис. 4.2. Принадлежности для подготовки к работе индикаторной трубки:

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. 4.3) 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. 4.3. Шкала для определения концентрации вредных веществ (аммиака)

– из гнезда прибора вынимают четырехгранный шток 7 (рис. 4.1). 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 сильфон 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. 4.3, общее время просасывания, в числителе – для минимального объема, в знаменателе – для максимального объема). После этого индикаторную трубку отсоединяют и накладывают на шкалу (рис. 4.3) 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.

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. 4.4. 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.

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.

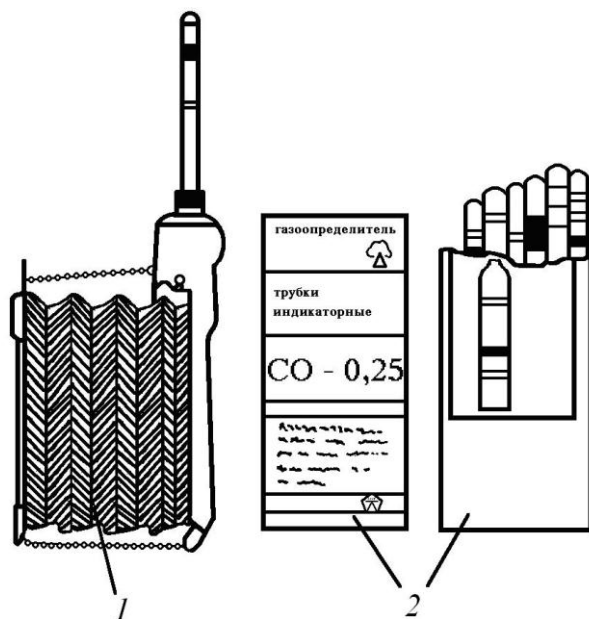


Рис. 4.4. Химический газоопределитель ГХ-4 (5):
1 – аспиратор АМ-5 (в сборе с индикаторной трубкой);
2 – набор готовых индикаторных трубок

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 вытянутой 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

$$X = \frac{10 \cdot K}{n}, \quad (4.4)$$

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

$$K_x = \frac{X \cdot M \cdot 10^4}{V_T}, \quad (4.5)$$

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 (4.5) примет вид

$$K_x = \frac{X \cdot M \cdot 10^4}{22,4}. \quad (4.6)$$

При окончательном расчете концентраций определяемого газа необходимо учесть значения поправочного коэффициента на величину атмосферного давления в соответствии с табл. 4.3.

Таблица 4.3

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

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 п. 2.1).

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 п. 2.1).

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 (п. 2.2), соблюдая осторожность при их вскрытии. Использованные трубки необходимо выбросить в урну.

Полученные результаты занести в табл. 4.4.

ПДК и концентрационные пределы распространения пламени для анализируемых веществ взять из табл. 4.2.

Для пересчета концентрационных пределов распространения пламени с % по объему в мг/м^3 воспользоваться формулой 4.6.

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

Таблица 4.4

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	
			% по объему	мг/м^3 при 20°C	% по объему	мг/м^3 при 20°C

Контрольные вопросы

1. Что такое вредные вещества и какими путями они поступают в организм человека?

2. Как классифицируются вредные вещества по характеру воздействия на организм человека? Какое влияние на человека они оказывают?

3. Какие варианты комбинированного действия вредных веществ Вы знаете?

те?

4. Какие факторы производственной среды могут усиливать воздействие вредных веществ?

5. Какие профессиональные заболевания, вызываемые воздействием вредных веществ, Вы знаете?

6. Как классифицируются вредные вещества по степени воздействия на организм человека, по каким показателям?

7. Что такое ПДК и ОБУВ? Их значение для профилактики отравлений и профзаболеваний.

8. Какие требования предъявляются к качеству воздуха в производственных помещениях при наличии в нем примесей веществ однонаправленного и разнонаправленного действия?

9. Как нормируется содержание вредных веществ на кожном покрове работающих?

10. Как производится контроль состояния качества воздуха в рабочей зоне? Периодичность контроля.

11. Дайте характеристику используемых методов контроля воздушной среды.

12. Какие мероприятия используются на производстве для борьбы с загазованностью воздуха?

13. Устройство и принцип действия приборов УГ-2, ГХ-4 (5).

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. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих»: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37. – Введ. 06.06.2021. / Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100037> (дата обращения: 01.08.2026).

3. Специфические санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда работающих: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 фев. 2020 г., № 66. – Введ. 05.02.2020. / Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22000066> (дата обращения: 01.08.2026).

4. Гармаза, А. К. Охрана труда: учебник для студентов по специальностям «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство», «Туризм и природопользование», «Лесоинженерное дело», «Машины и оборудование лесного комплекса», «Технология деревообрабатывающих производств»: в 2 ч. / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : БГТУ, 2018. Ч. 1 – 299 с.; Ч. 2 – 170 с.