

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

*Методические указания к лабораторной работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»*



Волгоград 2012

УДК 658.345 : 628.8(075)

Р е ц е н з е н т :

зав. кафедрой «Машиноведение, безопасность жизнедеятельности и методика преподавания безопасности жизнедеятельности» Волгоградского государственного социально-педагогического университета,
доцент *Ю. Н. Кондауров*

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Кудашев, С. В.

Исследование загазованности воздушной среды: методические указания к лабораторной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности» / С. В. Кудашев, В. Ф. Желтобрюхов. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2012.- 37 с.

Методические указания содержат теоретические основы и требования, предъявляемые к качеству воздуха производственной среды, содержащей вредные вещества (пары и газы). Приведены методы анализа загазованности воздушной среды и типовая методика расчета необходимого воздухообмена.

Предназначены для студентов различных форм обучения всех специальностей, изучающих курс «Безопасность жизнедеятельности».

Ил. 4. Табл. 8. Библиогр.: 18 назв.

© Волгоградский государственный технический университет, 2012

Составители:

Сергей Владимирович **Кудашев**
Владимир Федорович **Желтобрюхов**

*Методические указания
к лабораторной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности»*

Темплан 20__ г., поз. №__.

Подписано в печать _____. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,63.

Тираж __ экз. Заказ 904.

Волгоградский государственный технический университет.
400131, Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ.
400131, Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 7.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Количественное определение загазованности воздушной среды рабочей зоны экспресс-методом с индикаторной трубкой.
2. Установление соответствия полученных результатов санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к воздуху производственной среды (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны»; Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»).
3. Освоение методики расчета необходимого воздухообмена и принципов подбора вентилятора.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Опасные и вредные производственные факторы

На человека в процессе его трудовой деятельности воздействуют *техногенные опасности*, связанные с машинами и механизмами, сооружениями, техническими устройствами и аппаратами. Все это в совокупности характеризует определенные условия, в которых человек трудится. В производственной среде объективно складываются опасные и вредные факторы, отрицательно воздействующие на человека в процессе его жизнедеятельности.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» условия производственной среды классифицируются по характеру действия на четыре группы:

- *физические* факторы (движущиеся машины и механизмы, неблагоприятные микроклиматические условия, электрический ток, шум, вибрация);
- *химические* факторы (воздействие вредных веществ);
- *биологические* факторы (патогенные микро- и макроорганизмы – бактерии, вирусы, простейшие, растения и животные);
- *психофизиологические* или *факторы трудового процесса* (физические и эмоциональные перегрузки, монотонность труда).

Опасный производственный фактор (ОПФ) – это фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья (электрический ток, падение с высоты, раскаленные тела, оборудование, работающее под давлением).

Вредный производственный фактор (ВПФ) – это фактор, воздействие которого приводит к заболеванию или снижению трудоспособности (неблагоприятные метеорологические условия, запыленность и загазованность

воздушной среды, воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации, наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений).

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия ВПФ может стать опасным, и наоборот. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*. Пространство, в котором возможно воздействие на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов, называется *опасной зоной*. Совокупность профессиональных заболеваний за определенный период именуется профессиональной заболеваемостью.

Профессиональные заболевания подразделяются на:

а) *острое профессиональное заболевание* – возникает после однократного (в течение не более одной рабочей смены) воздействия вредных производственных факторов;

б) *хроническое профессиональное заболевание* – возникает после многократного воздействия вредных производственных факторов.

Система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих производственных факторов называется *производственной санитарией* (ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ «Термины и определения»). Защита от техногенных опасностей должна обеспечиваться *ориентирующими* (системный подход, профессиональный отбор, нормирование негативных воздействий), *управленческими* (производственный контроль, стимулирование деятельности, ответственность), *организационными* (защита временем, рациональная организация труда) и *техническими* (снижение негативного фактора в источнике, защита расстоянием и экранами, блокировка, вакуумирование, герметизация, прочность и надежность оборудования, принцип слабого звена, т. е. применение предохранителей, клапанов, разрывных мембран) принципами безопасности жизнедеятельности.

В промышленности практически на всех стадиях технологического цикла в качестве исходных, промежуточных, побочных и конечных продуктов используются химические соединения, которые могут быть отнесены к вредным веществам. Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде паров жидкостей, газов и пыли, оказывает негативное влияние на безопасность труда.

Загазованность воздушной среды в промышленности обусловлена сжиганием различных видов топлива, работой двигателей транспортных средств и производственного оборудования (аппараты, в которых осуществляются массообменные, тепловые и гидродинамические процессы), гальваническими, сварочными, термическими и окрасочными работами, а также за счет негерметичности оборудования, недостаточно механизированных

операций загрузки и выгрузки сырья, готовой продукции. Поэтому обеспечение безопасных условий труда с целью выполнения санитарно-гигиенических требований на рабочем месте для снижения риска профессиональных заболеваний и производственного травматизма – составляет важную инженерно-техническую задачу.

2.2 Классификация вредных веществ

Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека *в случае нарушений требований безопасности* может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»).

Используемые в промышленности вредные вещества можно классифицировать по различным признакам:

- 1) по химическому строению : органические, неорганические и элементоорганические соединения;
- 2) по агрегатному состоянию : газы, пары жидкостей, туманы, аэрозоли и их смеси;
- 3) по физико-химическим свойствам : летучие, водо- или жирорастворимые соединения, электролиты или неэлектролиты;
- 4) по пути поступления в организм : через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт и через кожу;
- 5) по действию на организм человека (табл. 1);
- 6) по токсичности : чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, сильнотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные, практически нетоксичные;
- 7) по опасности : чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные;
- 8) по направлению практического использования : промышленные яды (органические растворители, топливо, красители), ядохимикаты (пестициды, инсектициды), лекарственные средства, бытовые химикаты (средства санитарии, косметика), биологические яды (растительные и животные), отравляющие вещества (зарин, фосген, иприт).

Таблица 1

Характеристика вредных веществ по действию на организм человека

Группа веществ		Примеры	Характер воздействия на организм человека
Токсичные	Раздражающие	Диоксид и триоксид серы, хлор, аммиак, фтороводород, хлороводород, формальдегид, оксиды азота.	Действуют на дыхательные пути и слизистую оболочку глаз.
	Удушающие	Монооксид углерода, хлор, сероводород.	Нарушают процесс усвоения кислорода тканями.
	Наркотические	Трихлорэтилен, дихлорэтан, ацетилен, ацетон, фенол, тетрахлорид углерода.	Нарушают физические и психические функции организма.
	Соматические	Соли свинца, мышьяка и ртути, бензол, метанол.	Вызывают нарушение деятельности организма или его отдельных систем.
Нервные		Углеводороды, анилин, тетраэтилсвинец, аммиак, фосфорорганические соединения.	Вызывают расстройство функций нервной системы, судороги, паралич.
Прижигающие и раздражающие кожу и слизистые оболочки		Неорганические и органические кислоты, щелочи, ангидриды кислот.	Поражают кожные покровы и способствуют образованию нарывов и язв.
Ферментные		Синильная кислота и ее соли (цианиды), соли мышьяка и ртути.	Нарушают структуру ферментов и инактивируют их.
Кровяные		Моно- и диоксид углерода, гомологи бензола, ароматические смолы, соли свинца.	Ингибируют ферменты, участвующие в активации кислорода, взаимодействуют с гемоглобином крови.
Аллергены		Соли никеля, производные пиридина, алкалоиды.	Приводят к изменениям в реактивной способности организма.
Печеночные		Галогенсодержащие углеводороды, соединения фосфора и селена.	Способствуют изменениям в тканях печени.
Канцерогены		Каменноугольная смола, гудрон, полициклические углеводороды, нитро-, amino-, азо- и diaзосоединения.	Способствуют образованию злокачественных опухолей.
Сенсибилизирующие		Формальдегид, алифатические и ароматические амины.	Вызывают нейроэндокринные нарушения.
Тератогены	Гонадотропные	Этиленимин, оксид этилена, галогенированные углеводороды, соли тяжелых металлов.	Действуют на половую систему.
	Эмбриотропные		Действуют на эмбрионы.
	Мутагенные		Действуют на наследственность.

Наибольший вред организму человека наносят *яды*, представляющие собой вещества, которые попадая в организм в небольших количествах, вступают в нем в химическое или физико-химическое взаимодействие и при определенных условиях вызывают нарушения здоровья.

Промышленными (производственными) ядами называются соединения, которые оказывают влияние на человека в условиях его трудовой деятельности и вызывают ухудшение работоспособности или нарушения здоровья (отравления, профессиональные заболевания).

Бытовыми ядами принято называть вещества, оказывающее негативное влияние на человека в быту (средства бытовой химии, строительные и отделочные материалы, косметика).

Особое место в промышленности среди вредных веществ занимает *аварийно химически опасное вещество (АХОВ)*, представляющее собой опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (розливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах). АХОВ применяются и хранятся в больших количествах.

Объект, на котором используются АХОВ, называется химически опасным объектом (ХОО). АХОВ создают зоны и очаги химического заражения и поражения. Различают также *сильнодействующее ядовитое вещество (СДЯВ)* – это соединение, которое представляет опасность для населения и окружающей среды. В настоящее время термин СДЯВ заменен на АХОВ (ГОСТ Р 22.0.05-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения»).

Перечень СДЯВ был утвержден в 1987 г. и в него входило 103 соединения, которые представляют опасность для населения. В 90-е гг. этот перечень был пересмотрен и выделено 34 вещества (АХОВ), которые при аварийных выбросах приводят к возникновению очагов массовых поражений. Примеры АХОВ показаны в табл. 2.

2.3 Гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздушной среде

Воздушная среда производственных помещений характеризуется микроклиматом, ингредиентными включениями вредных веществ и ионным составом. Чистый воздух имеет следующий химический состав (% об.): азот – 78,08; кислород – 20,94; аргон, неон и другие инертные газы – 0,94; углекислый газ – 0,03; прочие газы – 0,01.

Количественное гигиеническое нормирование вредных веществ в воздухе рабочей зоны и населенных мест осуществляется с использованием величин предельно допустимых концентраций.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}, мг/м³) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которая при воздействии на человека в течение 8-часовой ежедневной работы, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа, не вызовет у человека заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимая максимально разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{м.р.}, мг/м³) – наиболее высокая из числа 30-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения и не вызывающая при кратковременном воздействии рефлекторных реакций у человека (например, ощущение запаха).

Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{с.с.}, мг/м³) – это средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток или отбираемая непрерывно в течение 24 ч и не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного воздействия в условиях неопределенно долгого круглосуточного дыхания.

В большинстве случаев имеет место следующее неравенство:

$$\text{ПДК}_{\text{р.з.}} > \text{ПДК}_{\text{м.р.}} > \text{ПДК}_{\text{с.с.}}$$

Указанные предельно-допустимые концентрации приводятся в государственном стандарте и гигиенических нормативах:

1) ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

2) ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны»;

3) ГН 2.1.6.695-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест, включающие 109 наименований, установлены согласно СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Каждые 3-5 лет должно осуществляться изучение условий труда и обследование работающих людей с целью корректировки значений ПДК. Так, например, ПДК винилхлорида – широко используемого мономера в химической промышленности (для получения поливинилхлорида (ПВХ)) была снижена от 30 мг/м³ до 5 мг/м³.

В случае отсутствия значений ПДК для веществ, временно вводится (на 3 года с последующим пересмотром значения с учетом накопленных данных о

состоянии здоровья работающих и утверждением в ПДК) *ориентировочный безопасный уровень воздействия (вредности)*, т. е. ОБУВ.

Таблица 2

Характеристика токсических свойств некоторых веществ

Вещество	ПДК _{р.з.} , мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Класс опасности	Характер воздействия на организм человека
Бензин	100	5	1,5	4	Обладает рефлексорно-резорбтивным действием. Вызывает функциональные расстройства нервной системы, конъюнктивит и дерматит. Снижает обоняние.
Ацетон	200	0,35	0,35	4	Общетоксический, раздражающий. Угнетает окислительные процессы в организме, склонен к кумуляции. Вызывает снижение сахара в крови и действует на почки.
<i>АХОВ раздражающего действия</i>					
Фтороводород	0,5	0,02	0,005	2	Воспалительные явления (конъюнктивит, дерматит), слабость, возможны судороги.
<i>АХОВ прижигающего действия</i>					
Аммиак	20	0,2	0,04	4	Слезотечение, ожог роговицы, потеря сознания.
<i>АХОВ удушающего действия</i>					
Хлорпикрин	2	0,007	0,007	2	Резь, жжение в глазах, слезотечение, кашель, рвота.
<i>АХОВ общетоксического действия</i>					
Сероводород	10	0,008	0,008	2	Жжение и боль в горле при глотании, головная боль, рвота.
<i>АХОВ наркотического действия</i>					
Формальдегид	0,05	0,035	0,003	1	Резкий кашель, одышка, тошнота, рвота.

Значения ОБУВ также приводятся в гигиенических нормативах – ГН 2.2.5.1314-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Очевидно, что ОБУВ вредного вещества в воздухе рабочей зоны, т. е. ОБУВ_{р.з.} будет иметь размерность мг/м³.

Величины ОБУВ устанавливаются путем расчета на основании физико-химических свойств вещества или интерполяцией и экстраполяцией в гомологических рядах, близких по строению соединений, или по показателям острой опасности.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» все химические вещества подразделяются на 4 класса опасности:

- а) 1-й класс – чрезвычайно опасные ($\text{ПДК} < 0,1 \text{ мг/м}^3$);
- б) 2-й класс – высокоопасные ($0,1 \text{ мг/м}^3 < \text{ПДК} < 1,0 \text{ мг/м}^3$);
- в) 3-й класс – умеренно опасные ($1,0 \text{ мг/м}^3 < \text{ПДК} < 10,0 \text{ мг/м}^3$);
- г) 4-й класс – малоопасные ($\text{ПДК} > 10,0 \text{ мг/м}^3$).

Гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны исходя из соответствующего класса условий труда представлено в табл. 3 (Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»).

Таблица 3

Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества	Класс условий труда						4-й опасный (экстремальный)
	1-й оптимальный	2-й допустимый	3-й вредный				
			1-й степени (3.1)	2-й степени (3.2)	3-й степени (3.3)	4-й степени (3.4)	
Вредные вещества 1-2 класса опасности, за исключением перечисленных ниже	-	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	> 20,0
Вредные вещества 3-4 класса опасности, за исключением перечисленных ниже	-	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-10,0	> 10,0	-	-
Вещества, опасные для развития острого отравления: с остронаправленным механизмом действия, раздражающего действия	-	≤ ПДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	> 10,0**
Канцерогены	-	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	> 10,0	-
Аллергены	-	≤ ПДК		1,1-3,0	3,1-10,0	> 10,0	-
Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены)	-	-	-	-	-	*	-
Наркотические анальгетики	-	-	-	*	-	-	-

Примечание. * Независимо от концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны условия труда относятся к данному классу; ** превышение указанного уровня для веществ с остронаправленным механизмом действия может привести к острому, в т. ч. и смертельному отравлению.

Для обеспечения охраны воздушной среды устанавливается еще одна нормативная величина – *предельно допустимый выброс (ПДВ)*, характеризующий объем вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения. Иными словами ПДВ – это объем (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, увеличение которого ведет к превышению ПДК в среде, окружающей источник загрязнения и, как следствие, к неблагоприятным последствиям в окружающей среде и к риску для здоровья людей. ПДВ рассчитывается по методам, изложенным в общесоюзном нормативном документе ОНД-86 (90) «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Для количественной оценки воздействия вредных веществ на организм человека используется ряд показателей (величин), характеризующих степень их токсичности и опасности.

Л е т у ч е с т ь – максимально возможное содержание паров вещества, отнесенное к единице объема воздуха при данной температуре (мг/м^3).

Т о к с и ч н о с т ь – это мера несовместимости вещества с жизнью живого организма.

Т о к с и к о л о г и ч е с к а я о п а с н о с т ь (потенциальная и реальная опасность) – вероятность возникновения вредных для здоровья человека последствий, обусловленных контактом человека с опасными веществами в производственных условиях.

К группе токсикологических показателей потенциальной опасности относятся:

а) *средняя смертельная доза при введении в желудок ($DL_{50\text{ж}}$, мг/кг)* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок;

б) *средняя смертельная доза при нанесении на кожу ($DL_{50\text{к}}$, мг/кг)* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу;

в) *средняя смертельная концентрация в воздухе (CL_{50} , мг/м^3)* – концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при 2-4 часовом ингаляционном воздействии;

г) *коэффициент опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО):*

$$\text{КОВОИО} = \frac{C_{20}}{CL_{50} \cdot \lambda}, \quad (1)$$

где C_{20} – максимально-допустимая концентрация вредного вещества в воздухе при 20°C (насыщенная концентрация); CL_{50} – средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м^3 ; λ – коэффициент распределения газа между кровью и воздухом.

Очевидно, что чем выше насыщающая концентрация при 20 °С, тем возможность острого отравления становится больше. Если КОВОИО < 1, то опасность острого отравления мала, однако если значения коэффициента КОВОИО достигают единиц, десятков или сотен, то опасность острого отравления резко повышается;

д) коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО):

$$\text{КВИО} = \frac{C_{20}}{CL_{50}} \cdot (2)$$

Необходимость введения КВИО обусловлена тем, что на практике вычисление коэффициента λ осложнено трудностью фактического изучения массообмена между кровью и воздухом.

К группе токсикологических показателей реальной опасности относятся:

а) *порог острого действия* (Lim_{ac}) – минимальная (пороговая) концентрация вредного вещества, вызывающая изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

б) *зона острого действия* (Z_{ac}) – отношение смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящее за пределы приспособительных физиологических реакций:

$$Z_{ac} = \frac{CL_{50}}{Lim_{ac}} \cdot (3)$$

в) *порог хронического действия* (Lim_{ch}) – минимальная (пороговая) концентрация вещества, оказывающего вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч пять раз в неделю, на протяжении не менее 4 месяцев.

г) *зона хронического действия* (Z_{ch}) – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма (выходящее за пределы приспособительных реакций) к минимальной пороговой концентрации и оказывающей вредное воздействие на организм в эксперименте – по 4 ч пять раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев:

$$Z_{ch} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}} \cdot (4)$$

Величина Z_{ch} характеризует хроническое отравление, которое развивается скрытно по мере поступления и поэтапного накопления вредного вещества в

организме. Чем шире зона хронического действия, тем опаснее вещество, так как концентрации, вызывающие хроническое действие, значительно меньше, обуславливающие острое отравление. Важно, что чем уже зона острого действия, тем вещество опаснее с точки зрения развития тяжелых и даже смертельных отравлений.

Значения $ПДК_{р.з.}$ должны устанавливаться на уровне 2-3 раза ниже, чем порог хронического действия (Lim_{ch}). Такое снижение называется коэффициентом запаса ($K_{зап}$), который может принимать значения 1-10:

$$ПДК_{р.з.} = \frac{Lim_{ch}}{K_{зап}} \cdot (5)$$

Зависимость интенсивности воздействия вредного воздействия веществ от различных показателей опасности приведена на рис. 1.

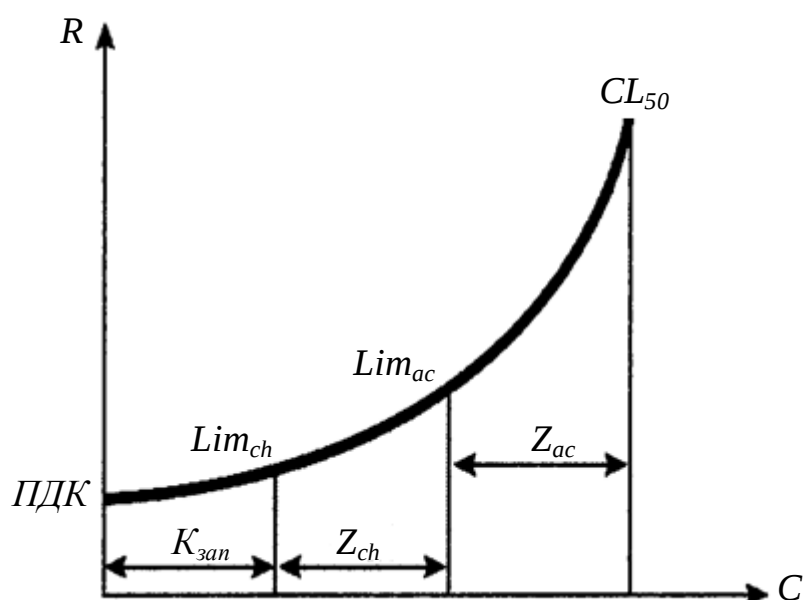


Рис. 1. Зависимость интенсивности вредного воздействия (R) от различных показателей опасности. $ПДК_{р.з.}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны; $K_{зап}$ – коэффициент запаса; Z_{ch} – зона хронического действия; Z_{ac} – зона острого действия; Lim_{ch} – порог хронического действия; Lim_{ac} – порог острого действия; CL_{50} – средняя смертельная концентрация в воздухе.

Отнесение вредного вещества к определенному классу опасности производится по одному из токсикологических показателей опасности для данного соединения, причем определяющим является тот показатель, который свидетельствует о наибольшей степени опасности (таблица 4).

Отравления могут протекать в острой, подострой и хронической формах:

- 1) *острые отравления* – это отравления, которые характеризуются поступлением в организм вредных веществ в относительно больших количествах за кратковременный период и возникающие, как правило, в результате аварий, поломок оборудования или грубых нарушений требований производственной безопасности;
- 2) *хронические отравления* – это отравления, которые развиваются вследствие накопления определенного количества вредного вещества в организме при его длительном поступлении в относительно небольших количествах. Хронические отравления могут быть следствием перенесенных острых и повторных острых отравлений;
- 3) *сенсibilизация* – это такое состояние организма, при котором повторное воздействие вредного вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее;
- 4) *привыкание* – процесс, при котором происходит адаптация организма к хроническому действию вредных веществ при условии, чтобы их концентрация была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и не приводила к быстрому и серьезному повреждению организма;
- 5) *толерантность* – это развитие повышенной устойчивости к одним веществам после воздействия других.

Таблица 4

Классификация вредных веществ по степени опасности

Показатель	Класс опасности			
	1-й	2-й	3-й	4-й
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	< 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	> 10
DL _{50ж} , мг/кг	< 15	15-150	151-5000	> 5000
DL _{50к} , мг/кг	< 100	100-500	501-2500	> 2500
CL ₅₀ , мг/м ³	< 500	500-5000	5001-50000	> 50000
Z _{ac}	< 6	6-18	1801-54	> 54
Z _{ch}	> 10	10-5	4,9-2,5	< 2,5
КВИО	> 300	300-30	29-3	< 3,0

2.4 Действие вредных веществ в реальных условиях

Поступившие яды в организм подвергаются физико-химическим превращениям со стороны клеток тканей и межклеточной среды. Обезвреживание вредных веществ в организме осуществляется по нескольким направлениям – *трансформация* химической структуры (гидролиз, окисление, восстановление) для получения менее ядовитых веществ (исключение: окисление метанола до более токсичных формальдегида и муравьиной кислоты), *депонирование*, т. е. некоторое снижение концентрации яда, циркулирующего в крови, путем его отложения в костях, печени или почках и,

наконец, *выделение* ядов через органы дыхания, пищеварения, почки и кожные покровы.

Для обезвреживания ядов, попавших в организм человека, применяются *адсорбенты* (активированный уголь) и *противоядия* или *антидоты* (вредное вещество / антидот: монооксид углерода / кислород, ядохимикаты фосфорорганического происхождения / афин или атропин, метанол / этанол, цианиды / тиосульфат натрия).

Характер распределения ядов в организме подчиняется определенным закономерностям. На первом этапе происходит преимущественно динамическое распределение вещества в соответствии с интенсивностью кровообращения. Второй этап связан с сорбционной способностью тканей. Вредные вещества в организме человека могут распределяться во внеклеточной жидкости, внутриклеточной жидкости и жировой ткани.

В условиях неблагоприятного влияния производственных факторов опасность токсического воздействия вредных веществ может усиливаться:

- *повышенная температура* усиливает эффект отрицательного влияния ядов, что обусловлено нарушениями процесса терморегуляции и термостабильности организма (ускорение кровообращения и учащение дыхания);
- *повышенная относительная влажность воздуха* усиливает опасность отравления раздражающими газами;
- *производственный шум* повышает токсическое действие вредных веществ;
- *тяжесть труда* (характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность);
- *напряженность труда* (характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы));
- *присутствие алкоголя* в организме в ряде случаев усиливает токсическое влияние ядов;
- *индивидуальные особенности организма человека* (пол, возраст, характер перенесенных заболеваний).

В реальных производственных условиях человек подвергается многофакторному (комбинированному) влиянию вредных веществ:

1) *однаправленное действие вредных веществ* (суммация или *аддитивное действие*) – компоненты смеси действуют на одни и те же системы в организме, а суммарный эффект воздействия смеси равен сумме эффектов отдельных компонентов и определяется по соотношению (формула Аверьянова):

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (6)$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ – концентрации отдельных компонентов смеси, мг/м^3 ; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – предельно-допустимые концентрации компонентов, мг/м^3 .

Так, например, однонаправленным действием обладают аммиак, сероводород и формальдегид или бензол и изопропилбензол (кумол).

2) *независимое действие вредных веществ* – компоненты смеси действуют на разные системы организма, причем их токсический эффект не зависит один от другого (например, бензол и раздражающие газы);

3) *положительный синергизм (потенцирование)* – имеет место, когда одно вредное вещество усиливает токсическое действие другого (монооксид углерода и бензол или повышение опасности отравления анилином и ртутью в присутствии алкоголя в крови человека);

4) *отрицательный синергизм (антагонизм)* – одно вредное вещество ослабляет токсическое действие другого за счет их химического взаимодействия с образованием менее токсичных соединений (диоксид серы и аммиак).

При потенцировании и антагонизме оценку токсического влияния можно проводить с учетом поправочного коэффициента на комбинированное действие ($K_{\text{кд}}$) по формуле ($K_{\text{кд } n} > 1$ – при потенцировании и $K_{\text{кд } n} < 1$ – при антагонизме):

$$\frac{C_1 K_{\text{кд}1}}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2 K_{\text{кд}2}}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n K_{\text{кд } n}}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (7)$$

2.5 Связь между химической структурой вещества и его токсическим действием

Токсичность химических соединений и их действие на организм человека определяются физико-химическими свойствами ядов (летучесть, водо- и жирорастворимость, электролитические свойства), их концентрацией и продолжительностью воздействия, особенностями их комбинированного влияния, сопутствующими внешними условиями производственной среды (температура, относительная влажность, тепловое излучение, шум, вибрация и т. д.) и индивидуальными свойствами человека.

Известны общие закономерности между структурой и свойствами вредных веществ:

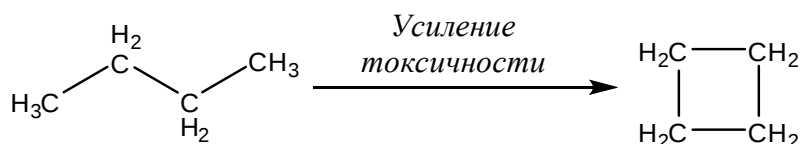
1) *правило Ричардсона* – токсическое действие органических соединений возрастает с увеличением числа атомов углерода в гомологическом ряду (легкие бензины менее токсичны, чем тяжелые). Правило применимо к

веществам алифатического ряда, но не подтверждается для ароматических соединений;

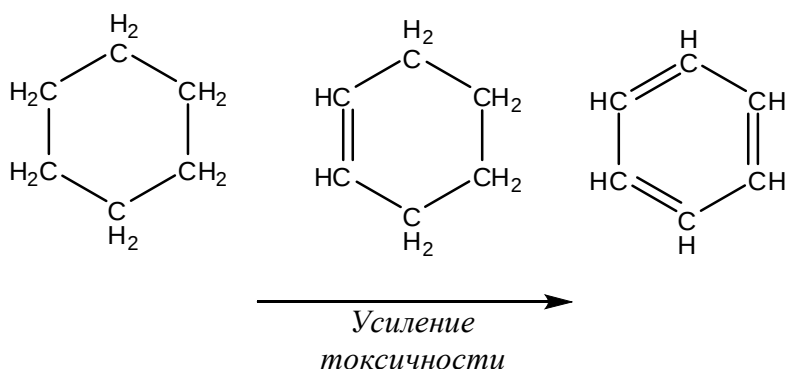
2) *правило кратных связей* – увеличение числа ненасыщенных связей приводит к возрастанию токсичности веществ (например, увеличение токсичности от этана $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ к этилену $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ и ацетилену $\text{HC}\equiv\text{CH}$);

3) *правило разветвленных цепей* – увеличение числа атомов в молекуле органических соединений и числа изомеров снижает токсичность (например, токсичность бензола C_6H_6 выше, чем толуола $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5$; спирт пропанол-1 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ обладает более сильным наркотическим действием, чем пропанол-2 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{OH}$);

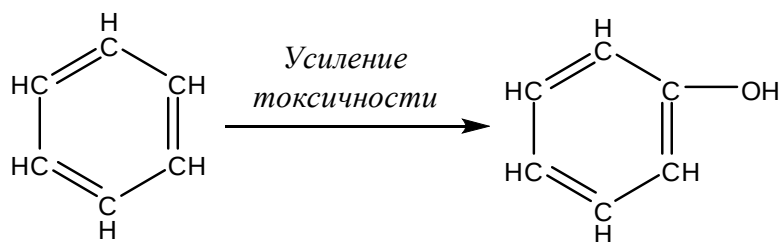
4) *правило циклов* – замыкание цепи углеродных атомов ведет к увеличению токсического действия углеводородов при ингаляционном пути их поступления (например, пары циклобутана оказывают более сильное токсическое действие, чем бутана):



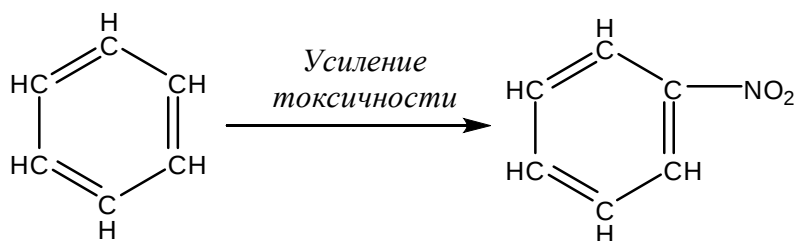
5) *правило непредельных циклов* – переход от предельных циклов к непредельным, а затем и к ароматическим приводит к усилению токсичности (например, возрастание токсичности от циклогексана к циклогексену и бензолу):



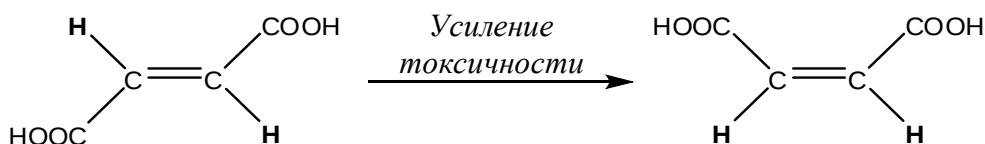
6) *правило гидроксильной группы* – введение в молекулу гидроксильной группы ($-\text{OH}$) увеличивает растворимость соединения, что обуславливает повышение его токсичности (например, фенол токсичнее бензола):



7) *правило заместителя* – введение в молекулу органических соединений заместителей – метильных ($-\text{CH}_3$), галогенных ($-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$), сульфо- ($-\text{SO}_3\text{H}$), amino- ($-\text{NH}_2$), нитро- ($-\text{NO}_2$) и нитрозогрупп ($-\text{N}=\text{O}$) повышает токсичность веществ (например, нитробензол токсичнее бензола):



8) *правило пространственного расположения заместителя* – стерическая конфигурация веществ определяет их токсичность. Так, в ряде случаев *цис*-изомеры являются более токсичными, чем *транс*-форма (например, малеиновая кислота (*цис*-форма) токсичнее фумаровой кислоты (*транс*-форма)):



9) *правило валентности* – в ряде случаев токсичность веществ возрастает с увеличением валентности химических элементов (например, соли хрома $\text{Cr}(\text{III})$ и марганца $\text{Mn}(\text{VII})$ менее токсичны, чем $\text{Cr}(\text{VI})$ и марганца (VII); исключение – соли железа $\text{Fe}(\text{II})$ токсичнее $\text{Fe}(\text{III})$);

10) *правило «масло – вода» (правило Лазарева)* – токсическое действие химических веществ зависит от их способности распределяться в системе масло-вода. Чем выше степень накопления соединения в масле по сравнению с водой, тем выше его токсичность.

2.6 Методы анализа загазованности воздушной среды

Для анализа загазованности воздушной среды (санитарно-химический контроль воздуха) известны свыше 200 методик, которые основаны на

химических, физических, физико-химических и биохимических процессах улавливания и анализа вредных веществ. Для контроля загазованности воздуха при выполнении технологических процессов часто применяется метод отбора проб в *зоне дыхания* (пространство в радиусе до 50 см от лица работающего).

Как правило, выделяется традиционный ряд основных методов контроля содержания вредных веществ в воздухе.

Лабораторные методы. К числу данных методов следует отнести хроматографию (газовая, жидкостная, газожидкостная), спектроскопию (ИК- и ИК-Фурье спектроскопия, ЯМР спектроскопия, масс- и хроматомасспектроскопия, УФ-спектроскопия), фотометрические и люминесцентные методы анализа. Лабораторные методы точны, т. е. позволяют регистрировать малые (иногда следовые) количества вредных веществ в воздухе, однако имеют ряд недостатков – периодичность, относительная сложность и большая продолжительность анализа, что позволяет их рекомендовать для научно-исследовательских работ и для контроля результатов применения других методов.

Экспрессные методы. Данные методы относительно просты и способствуют получению информации о загазованности воздушной среды в короткий промежуток времени (3-20 мин). В тоже время по точности экспресс методы уступают лабораторным. Анализ содержания вредных веществ в воздушной среде осуществляют специальными приборами – газоанализаторами различных конструкций, как специализированными для определенных веществ, так и универсальными. Основу экспрессного анализа составляют фотоколориметрические, спектрофотометрические, термохимические и термокондуктометрические методы анализа.

Индикаторные методы (экспрессные методы с индикаторной трубкой). Как правило, указанные методы используются в комбинации с экспрессными. Измерение длины окрашенной части столбика индикаторного порошка, помещенного в стеклянную трубку, и меняющего свой цвет при просасывании через него воздуха с определяемым веществом, нашло конструктивное использование в универсальных газоанализаторах типа УГ (УГ-2, УГ-3, ГХ-4), снабженных индикаторной трубкой (ГОСТ 12.1.014-84 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками»). Длина окрашенного столбика пропорциональна концентрации анализируемого вещества в воздухе и определяется по специальной шкале, градуированной в мг/м^3 . Используя индикаторные порошки можно определять фактическую концентрацию вредных веществ различных классов (спирты, кислоты, ангидриды, амины, простые и сложные эфиры, алканы, алкены, алкины, алкадиены, ароматические и элементоорганические соединения, бензин, хлор, оксиды углерода, серы и азота). Недостатком экспрессного

метода с индикаторной трубкой является полуколичественный результат определения загазованности.

Автоматические методы. Данные методы позволяют проводить непрерывный отбор проб воздуха, а приборы, настроенные на определенный уровень загазованности воздуха (газоанализаторы, газосигнализаторы и газоаналитические комплексы), при превышении этого уровня через систему автоматики (датчики и самописцы) подают сигнал на пульт управления для приведения в действие различных предохранительных устройств, а также аварийной вентиляции. Автоматические методы подразделяют на *механические* (основаны на зависимости плотности газовой смеси от концентрации определяемого компонента), *акустические* (основаны на зависимости скорости распространения или поглощения звуковых волн в смеси от концентрации определяемого вещества), *магнитные* (основаны на зависимости физических свойств смеси в магнитном поле от концентрации определяемого компонента), *оптические* (основаны на зависимости оптических свойств смеси от концентрации образующих ее веществ) и *тепловые* (основаны на зависимости теплопроводности смеси или теплового эффекта химической реакции от концентрации определяемого компонента).

Современные приборы для контроля загазованности воздушной среды показаны на рис. 2.



Рис. 2. Классическое (а) и современное (б-д) оборудование для анализа загазованности воздушной среды. а – универсальный газоанализатор «УГ-2»; б – переносной газосигнализатор формальдегида «Флора-В-ЖКИ»; в – газосигнализатор углеводородов «УСГ-4»; г – газоанализатор бензинов «Seitron Chemist 200 PLUS AS0625A»; д - переносной газоанализатор-детектор монооксида углерода, сероводорода и углеводородов «BX616».

2.7 Ионный состав воздуха производственных и общественных помещений

Ионизация воздуха – процесс превращения нейтральных молекул и атомов, содержащихся в воздушной среде, в электрически

заряженные частицы, т. е. ионы. Ионизация воздуха улучшает состояние нервной системы, состав крови и легочную вентиляцию, а также нормализует артериальное давление, увеличивает защитные силы организма, повышает устойчивость к охлаждению, инфекциям и аллергиям, недостатку кислорода. Воздух, наполненный аэроионами, ускоряет заживление ожогов и ран. Ионизация воздуха уменьшает физическую и умственную усталость, улучшает общее самочувствие, оказывает успокаивающее действие. Однако при отклонении от допустимых величин концентрации ионов во вдыхаемом воздухе может создаваться угроза здоровью работающих.

В промышленных условиях ионизация воздуха может осуществляться естественными, технологическими и искусственными путями:

- 1) *естественная ионизация* – происходит в результате воздействия на воздушную среду космических излучений и частиц, выбрасываемых радиоактивными веществами при их распаде. Естественное ионообразование происходит повсеместно и практически постоянно во времени;
- 2) *технологическая ионизация* – осуществляется при воздействии на воздух рабочей зоны радиоактивного, рентгеновского и ультрафиолетового излучения, термоэмиссии, фотоэффекта и других ионизирующих факторов, обусловленных технологическими процессами. Как правило, концентрация образовавшихся ионов максимальна у технологической установки;
- 3) *искусственная ионизация* – обеспечивается специальными приборами – ионизаторами, которые способны поддерживать в ограниченном объеме воздушной среды заданную концентрацию аэроионов.

Характеристиками ионов, составляющих воздушную среду производственных и бытовых помещений, являются заряд (положительный или отрицательный), масса, скорость и подвижность, которая характеризуется коэффициентом пропорциональности ($K, (см/с) \cdot (см/В)$), учитывающим взаимосвязь между скоростью ионов и напряженностью электрического поля, воздействующего на ион.

По подвижности ионы принято классифицировать на пять диапазонов:

- а) легкие ионы ($K > 1,0$);
- б) средние ионы ($1,0 > K > 0,01$);
- в) тяжелые ионы ($0,01 > K > 0,001$);
- г) ионы Ланжевена ($0,001 > K > 0,0002$);
- д) сверхтяжелые ионы ($0,0202 > K$).

Коэффициент униполярности (показатель полярности воздушной среды) – количественная характеристика аэроионного состава воздуха, учитывающая соотношение отрицательных и положительных ионов:

$$y = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-}, \quad (8)$$

где n_+ и n_- - количество положительных и отрицательных аэроионов в единице объема воздуха.

В зависимости от соотношения процессов ионизации и деионизации (происходит за счет рекомбинации ионов разных полярностей и сорбции ионов на незаряженных ядрах конденсации) конечная степень ионизации воздуха определяется количеством положительных и отрицательных ионов в 1 см^3 воздуха. При этом для обеспечения нормальной жизнедеятельности количество отрицательных аэроионов должно превышать количество положительных. В зонах дыхания персонала на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды оргтехники), допускается отсутствие аэроионов положительной полярности.

Различают повышенную и пониженную ионизацию воздушной среды, которые наравне относятся к вредным производственным факторам и регламентируются СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений». Для производственных и общественных помещений число ионов в 1 см^3 воздуха должно составлять 400-50 000 для положительных ионов и 600-50 000 для отрицательных. Оптимальное значение коэффициента униполярности составляет 0,4-1,0. Определение содержания количества ионов в воздушной среде и их полярности осуществляется счетчиками ионов (рис. 3).



Рис. 3. Счетчики аэроионов. *а* – малогабаритная аэроионная измерительная станция «МАС-01» (в комплекте: счетчик аэроионов, измеритель параметров электрического и магнитного полей (включая поле промышленной частоты)); *б* – счетчик концентрации легких аэроионов воздуха «Сигма-1»; *в* – счетчик аэроионов «Салфир-3М».

Проведение контроля аэроионного состава воздуха помещений следует осуществлять непосредственно на рабочих местах в зонах дыхания персонала и в соответствии с утвержденными в установленном порядке методиками контроля. Контроль аэроионного состава воздуха должен осуществляться:

- в порядке планового контроля не реже одного раза в год;

- при аттестации рабочих мест;
- при вводе в эксплуатацию оборудования либо материалов, способных создавать или накапливать электростатический заряд (включая видеодисплейные терминалы и прочие виды оргтехники);
- при оснащении рабочих мест аэроионизаторами или деионизаторами.

Для нормализации аэроионного состава воздушной среды производственных помещений используются групповые (например, люстра Чижевского) и индивидуальные ионизаторы, автоматические регуляторы ионного режима и приточно-вытяжная вентиляция.

2.8 Мероприятия по снижению загазованности воздушной среды

Пути оздоровления воздушной среды, т. е. снижения загазованности до величин, определяемых гигиеническими нормативами, являются следующие мероприятия:

а) инженерно-технические мероприятия :

- разработка оптимальных объемно-планировочных работ;
- рациональное размещение оборудования;
- автоматизация и механизация производства;
- применение методов дистанционного управления и наблюдения (управление технологическими линиями с помощью компьютеров);
- внедрение непрерывных процессов;
- совершенствование техники и технологии для организации безопасного ведения технологических процессов:

- 1) замена вредных веществ в производстве менее вредными;
- 2) замена пламенного нагрева электрическим;
- 3) замена твердого и жидкого топлива – газообразным;
- 4) ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
- 5) замкнутый цикл производства;
- 6) применение средств дегазации, активных и пассивных средств взрывозащиты и взрывоподавления;

б) санитарно-технологические мероприятия :

- вентиляция и аспирация;
- герметизация оборудования;
- кондиционирование (с функцией дезодорации и ионизации воздуха);
- бактерицидное обезвреживание воздуха (удаление микроорганизмов, витающих в воздухе, с использованием бактерицидных ламп мощностью 15-60 Вт, которые располагают вдоль вентиляционного канала перед камерой для увлажнения воздуха);

- непрерывный контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны (вредные вещества 1-го класса опасности) и периодический контроль (для вредных веществ 2, 3 и 4-го класса опасностей);

- автоматическое регулирование ионного режима (индивидуальные и групповые ионизаторы).

в) м е д и к о - п р о ф и л а к т и ч е с к и е м е р о п р и я т и я :

- средства индивидуальной и коллективной защиты (средства защиты органов дыхания, зрения и кожи):

- 1) изолирующие, кислородно-изолирующие, фильтрующие и шланговые противогазы;

- 2) респираторы (фильтрующие и противогазовые);

- 3) защитные костюмы (типа ПЗО);

- 4) марлевые повязки;

- 5) защитные дерматологические средства (пасты и мази);

- 6) защитные очки (открытые, закрытые и герметичные со светофильтрами);

- 7) спецодежда (изолирующие и фильтрующие костюмы) и спецобувь;

- рациональный режим труда и отдыха работающих (помещения для отдыха, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.);

- специальная подготовка и инструктаж обслуживающего персонала;

- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, имеющих контакт с вредными веществами;

- разработка медицинских противопоказаний для работы с конкретными вредными веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении.

В промышленности для очистки воздуха от газообразных и парообразных веществ применяются следующие методы и аппараты:

- *абсорбционные методы* (полые, пленочные, центробежные скрубберы, насадочные и тарельчатые колонны);

- *адсорбционные методы* (адсорберы с неподвижным и с регенерируемыми слоем адсорбента, с движущимся слоем адсорбента, с ожиженным слоем адсорбента);

- *каталитические методы* (реакторы гетерогенного катализа);

- *конденсационные методы* (конденсаторы с непосредственным контактом фаз, распыливающие и разбрызгивающие колонны, тарельчатые и насадочные конденсаторы);

- *термические методы* (камеры сгорания и факельные горелки).

Для обеспечения защиты населения от вредных химических веществ, выделяемых промышленными предприятиями, устанавливается санитарно-защитная зона.

С а н и т а р н о - з а щ и т н а я з о н а – зона разрыва между промышленными предприятиями и ближайшими жилыми или общественными зданиями, создаваемая с целью защиты населения от влияния вредных производственных факторов.

С е л и т е б н а я з о н а – это территория города, предназначенная для озеленения и застройки жилыми и общественными зданиями.

Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается из такого расчёта, чтобы выбросы от промышленных предприятий, достигающие за её пределами районов жилой застройки, не превышали установленных значений ПДК.

В зависимости от степени вредности выделяемых в атмосферу промышленных выбросов, совершенства технологических процессов и наличия очистных сооружений все промышленные предприятия подразделяют на 5 классов (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов») (таблица 5).

Таблица 5

Санитарная классификация предприятий

Класс предприятия	Ширина санитарно-защитной зоны, м
1-й класс	1000
2-й класс	500
3-й класс	300
4-й класс	100
5-й класс	50

Для промышленных предприятий с замкнутым производственным циклом, практически не производящих выбросов в атмосферу, санитарно-защитная зона устанавливается с учётом возможной аварийной ситуации. В отдельных случаях по требованию органов санитарно-эпидемиологической службы ширина санитарно-защитной зоны может быть увеличена (например, при расположении жилых районов с подветренной стороны по отношению к промышленным предприятиям). Санитарно-защитную зону нельзя использовать как резерв для расширения территории предприятия.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В настоящей работе для исследования загазованности воздушной среды используются:

- 1) универсальный газоанализатор УГ-2 (рис. 4а);
- 2) сухой термометр психрометра Августа;
- 3) барометр-анероид метеорологический БАММ-1;

4) таймер (секундомер).

Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для экспресс-определения в воздухе рабочей зоны производственных помещений содержания вредных газов и паров жидкостей – хлора, аммиака, сероводорода, диоксида и триоксида серы, монооксида углерода, оксидов азота, бензола, толуола, ксилолов, ацетона, ацетилен, этилового эфира, бензина, углеводородов нефти и др.

Сущность метода определения вредных веществ с помощью УГ-2 заключается в анализе изменения окраски индикаторного порошка в результате реакции с вредным веществом (газом или паром) в анализируемом воздухе, просасываемом через трубку. Измерение концентрации вредного вещества производится по длине изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка в трубке (линейно-колориметрическая индикаторная трубка). Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе. По изменению цвета порошка-индикатора определяется наличие содержания вредного вещества (таблица 6).

Если в воздухе содержатся газы (пары), затрудняющие определение вредного вещества, то дополнительно к индикаторной трубке используется фильтрующая трубка (патрон) – стеклянная трубка, заполненная одним или несколькими поглотителями, служащими для улавливания газов (паров), мешающих измерению вредного вещества.

Таблица 6

Вредные газы и пары в воздушной среде, определяемые газоанализатором УГ-2

Газ (пар)	Окраска индикаторного порошка		Продолжительность анализа, мин
	исходного	после воздействия	
Сероводород	Белая	Темно-розовая	2–5
Хлор	Желтая	Розовая	4–7
Аммиак	Желтая	Синяя	2–4
Монооксид азота	Белая	Красная	5–7
Диоксид азота	Белая	Красная	5–7
Сернистый газ	Темно-серая	Белая	3–5
Пары толуола	Белая	Темно-коричневая	7
Монооксид углерода	Белая	Коричневое кольцо	5–8
Ацетилен	Белая	Светло-коричневая	4–6
Пары бензола	Белая	Серо-зеленая	4–7
Пары ксилолов	Белая	Красно-фиолетовая	7
Пары ацетона	Синяя	Желтая	7
Пары диэтилового эфира	Желтая	Зеленая	10
Пары бензина:			
а) топливный	Белая	Коричневая	7
б) растворитель	Белая	Коричневая	4
Пары углеводородов нефти	Белая	Коричневая	7

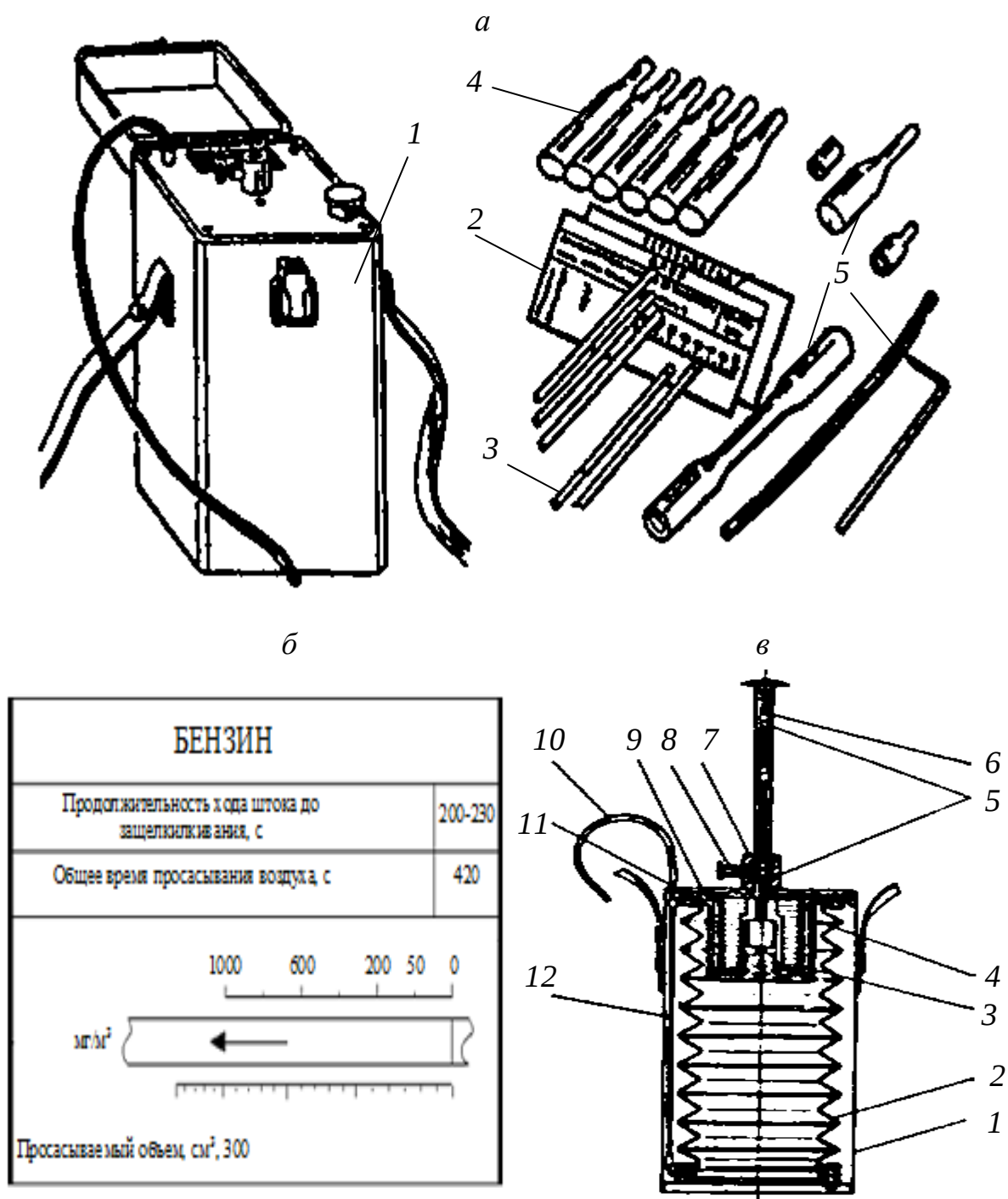


Рис. 4. Устройство прибора и принадлежности для проведения анализа загазованности воздушной среды рабочей зоны экспресс-методом с индикаторной трубкой.

а – универсальный газоанализатор УГ-2: 1 – воздухозаборное устройство; 2 – измерительная шкала; 3 – индикаторные трубки; 4 – ампулы; 5 – набор принадлежностей.

б – измерительная шкала для определения концентрации газов и паров жидкостей;

в – воздухозаборное устройство газоанализатора УГ-2: 1 – корпус; 2 – сильфон; 3 – пружина; 4 – кольцо распорное; 5 – канавка с двумя углублениями; 6 – шток; 7 – втулка; 8 – фиксатор; 9 – плата; 10 – трубка резиновая; 11 – штуцер; 12 – трубка.

Газоанализатор состоит из воздухозаборного устройства для просасывания воздуха, набора индикаторных веществ в ампулах, индикаторных трубок, предварительно заполненных индикаторными порошками, фильтрующего патрона, набора измерительных шкал, градуированных в мг/л или мг/м³, пыжей.

В комплекты *индикаторных веществ* УГ-2 входят: ампулы с индикаторными и поглотительными порошками, необходимыми для изготовления индикаторных трубок и фильтрующих патронов и принадлежности – трубка стеклянная индикаторная, стержень, воронка, заглушка, трубка резиновая, штырек и измерительные шкалы (рис. 4б).

Воздухозаборное устройство включает в себя резиновый сильфон 2 с двумя фланцами, стакан с пружиной 3, находящийся внутри корпуса 1 (рис. 4в). Во внутренних гофрах сильфона установлены распорные кольца 4 для придания жесткости сильфону и сохранения постоянства объема. На плате 9 имеется неподвижная втулка 7 для направления штока 6 при сжатии сильфона.

На штуцер 11 с внутренней стороны надета резиновая трубка 10, которая через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона. Свободный конец резиновой трубки служит для присоединения индикаторной трубки при анализе. На цилиндрической поверхности штока расположены четыре продольные канавки с двумя углублениями 5 для фиксации двух положений штока фиксатором 8. Расстояние между углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал заданный объем исследуемого воздуха.

3.1 Методика выполнения работы и обработка экспериментальных данных

Задание 1. *Анализ загазованности воздушной среды экспресс-методом с индикаторной трубкой с использованием универсального газоанализатора УГ-2.*

Ход определения:

- 1.1) снять показания температуры с сухого термометра психрометра Августа ($t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$);
- 1.2) снять показания барометрического давления с барометра (P , Па) с последующим переводом значения в мм. рт. ст. (1 мм. рт. ст. = 133,322 Па);
- 1.3) подготовить индикаторную трубку в соответствии с анализируемым газообразным или парообразным веществом (бензин, ацетон и др.):

а) вставить пыж из медной эмалированной проволоки в трубку и уложить на него тонким слоем (0,5 мм) вату, надавливая на нее штырьком сверху;

б) насыпать в трубку индикаторный порошок из ампулы на длину 67-70 мм, слегка встряхивая трубку для уплотнения порошка или постукивая по стенке трубки стержнем;

в) поверх порошка снова уложить слой ваты и проволочный пыж для закрепления;

1.4) выбрать шток в соответствии со шкалой объема прокачиваемого воздуха для данного газа (пара);

1.5) выбранный шток вставить во втулку, повернув его гранью, на которой обозначен объем прокачиваемого воздуха, в сторону стопора;

1.6) оттянув левой рукой стопор, правой нажимать на шток до тех пор, пока отпущенный стопор не пойдет в верхнее углубление в канавке штока. При нажатии на шток растягивается пружина и сжимается сильфон. Фиксируется такое положение стопором. Если стопор оттянуть, пружина, стремясь вернуться в стационарное состояние, растянёт сильфон;

1.7) проверить герметичность сильфона:

а) резиновую трубку перегнуть и зажать зажимным устройством (сильфон при этом сжат);

б) отвести стопор штока: если шток сделает первоначально небольшой рывок и прекратит свое движение, значит, камера сильфона герметична, а если будет продолжать движение, то камера повреждена;

1.8) продуть фильтрующий патрон (если он применяется при исследовании) испытуемым воздухом:

а) снять заглушку с узкого конца и герметично присоединить его к резиновой трубке прибора;

б) снять заглушку с широкого конца патрона и ввести его в испытуемую воздушную среду;

в) отвести стопор (вначале необходимо шток нажать и отпустить);

г) отсоединить фильтрующий патрон;

1.9) очистить концы индикаторной трубки, присоединить ее к резиновой трубке прибора;

1.10) к другому концу трубки присоединить (узким концом) фильтрующий патрон;

1.11) опустить фильтрующий патрон в сосуд с определяемым газом;

1.12) взять пробу воздуха:

а) нажатием на шток сжать сильфон до фиксации стопора;

б) растопорить шток (при этом просасывается воздух);

в) по окончании движения штока, когда он автоматически застопорится, сделать выдержку 1-2 мин, пока не будет заполнен остаточный вакуум в сильфоне;

г) отсоединить индикаторную трубку от прибора;

1.13) для определения концентрации вредного газа (пара) по измерительной шкале индикаторную трубку прикладывают так, чтобы нижняя граница изменения окраски столбика совпадала с нулевым делением шкалы, на которой обозначен соответствующий объем просасываемого воздуха. Верхняя граница окрашенного столбика укажет на шкале концентрацию вещества в мг/м³;

1.14) привести фактически определенную концентрацию вредного вещества в воздухе рабочей зоны к нормальным условиям (н. у.) (0 °С = 273 К; 133,322 Па = 760 мм рт. ст.) по формуле:

$$C_{н.у.} = C_t \cdot \frac{(273 + t) \cdot 760}{273 \cdot B} \cdot K_{тф} , \quad (9)$$

где $C_{н.у.}$ – концентрация вредного вещества, приведенная к нормальным условиям, мг/м³; C_t – концентрация вредного вещества при температуре окружающего воздуха, мг/м³; t – температура воздуха в месте анализа, °С (по показаниям сухого термометра психрометра); B – барометрическое давление в месте забора пробы, мм рт. ст.; $K_{тф}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры и относительной влажности окружающего воздуха на показания индикаторных трубок ($K_{тф} = 1$).

1.15) в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» результаты измерений концентраций вредных веществ в воздухе следует относить к *приведенным условиям* (20 °С = 293 К; 133,322 Па = 760 мм рт. ст.), т. к. величины ПДК были установлены именно в этих условиях¹:

$$C_{прив} = C_{н.у.} \cdot \frac{(273 + t) \cdot 760}{293 \cdot B} \cdot K_{тф} . \quad (10)$$

1.16) установить соответствие полученных результатов санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к воздуху производственной среды;

1.17) результаты измерений занести в табл. 7.

Задание 2. Расчет необходимого воздухообмена.

Если экспериментально определенная концентрация вредного вещества близка или превышает величину предельно допустимой концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}), то следует выполнить расчет необходимого воздухообмена для общеобменной вентиляции и подобрать соответствующий вентилятор.

Вентиляторы радиальные (центробежные) типа ВРП (или ВЦП) изготавливаются в общепромышленном, антикоррозионном и взрывозащищенном варианте и предназначены для перемещения

¹ При анализе небольших объемов загазованного воздуха величины $C_{н.у.}$ и $C_{прив}$ могут быть близки по значению.

коррозионноактивных взрывоопасных газо-, паро- и пылевоздушных смесей, а также дымоудаления (спиральный кожух, рабочее колесо, приемное отверстие для поступающего воздуха и выхлопное отверстие вентилятора изготавливаются из медной или латунной стали).

Ход определения:

2.1) определить объем производственного помещения ($V_{\text{пом}}, \text{м}^3$), учитывая, что рабочей зоной является пространство высотой не менее 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих;

2.2) рассчитать количество вредного вещества, выделяющегося в рабочее помещение ($G, \text{мг/ч}$) по уравнению:

$$G = \left(V_a \cdot \rho \cdot \frac{\Delta P}{100} \right) \cdot 10^6, \quad (11)$$

где V_a – суммарный объем рабочей аппаратуры (принять $V_a = 5 \text{ м}^3$); ρ – плотность вредных веществ, выделяющихся из аппаратуры (для паров бензина $\rho = 4,0 \text{ кг/м}^3$); ΔP – потери герметичности аппаратуры (для пожаровзрывоопасных веществ $\Delta P = 0,1 \text{ \%}$).

2.3) определить количество приточного (подаваемого) воздуха ($L, \text{м}^3/\text{ч}$) в помещение для удаления вредных веществ по формуле:

$$L = \frac{G}{C_{\text{удал}} - C_{\text{под}}} = \frac{G}{C_{\text{удал}} - C_0} = \frac{G}{C_{\text{удал}} - 0,3\text{ПДК}_{\text{р.з.}}}, \quad (12)$$

где G – количество вредного вещества (пыли, паров или газов), выделяющегося в рабочую зону (помещение), мг/ч (см. формулу (11)); $C_{\text{удал}}$ – концентрация вредного вещества в удаляемом из помещения воздухе (принять равной $C_{\text{прив}}, \text{мг/м}^3$ (см. формулу (10)); $C_{\text{под}}, C_0$ – концентрация вредных примесей в подаваемом в помещение «чистом» приточном воздухе, мг/м^3 .

2.4) вычислить целочисленное значение кратности воздухообмена ($K, \text{ч}^{-1}$) по уравнению:

$$K = \frac{L}{V_{\text{пом}}}, \quad (13)$$

где L – количество подаваемого (или удаляемого) воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$; $V_{\text{пом}}$ – объем вентилируемого помещения, м^3 .

2.5) задавшись значением полного давления, подобрать центробежный (радиальный) вентилятор во взрывозащищенном исполнении и определить его технические характеристики (таблица 8), предварительно рассчитав его производительность с учетом потери газа (воздуха) в системе воздуховодов по уравнению:

$$Q = L \cdot K_{\text{п}}, \quad (14)$$

где Q – производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$; L – объем подаваемого (удаляемого) воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$; $K_{\text{п}}$ – коэффициент потерь (1,1-1,2).

2.6) полученные данные занести в табл. 7.

Таблица 7

Результаты исследования загазованности воздушной среды экспресс-методом с индикаторной трубкой с использованием универсального газоанализатора УГ-2 и расчета необходимого воздухообмена

Параметр		Величина (наименование)
Производственное помещение		
Объем производственного помещения $V_{\text{пом}}$, м^3		
Название анализируемого вредного вещества		
Токсические свойства исследуемого вредного вещества	ПДК _{р.з.} , $\text{мг}/\text{м}^3$	
	ПДК _{м.р.} , $\text{мг}/\text{м}^3$	
	ПДК _{с.с.} , $\text{мг}/\text{м}^3$	
	Класс опасности	
	Характер воздействия на организм человека	
Время проведения анализа t , мин		
Время зашелкивания $t_{\text{защ}}$, мин		
Температура воздуха $t_{\text{сух}}$, $^{\circ}\text{C}$		
Барометрическое давление	P , Па	
	P , мм рт. ст.	
Концентрация вредного вещества	фактически определенная по измерительной шкале $C_{\text{ф}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$	
	при нормальных условиях $C_{\text{н.у.}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$	
	в приведенных условиях $C_{\text{прив}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$	
Количество вредного вещества, выделяющегося в воздух рабочей зоны G , $\text{мг}/\text{ч}$		
Количество подаваемого (удаляемого) в помещение воздуха L , $\text{м}^3/\text{ч}$		
Кратность воздухообмена K , ч^{-1}		
Марка подобранного центробежного вентилятора во взрывозащищенном исполнении и его характеристики		

Таблица 8

Характеристики радиального вентилятора ВРП (взрывозащищенное исполнение, ТУ У 29.2-24472991-019:2007)

Обозначение вентилятора	Типоразмер двигателя	Производительность по воздуху, тыс. м ³ /ч	Полное давление Р _{полн} , Па	Суммарная звуковая мощность, дБ, не более	Частота вращения рабочего колеса, об/мин	Установленная мощность, кВт	Масса вентилятора, кг, не более
ВРП 110-49-5-00	АИР100L4	2,88-5,04	1450-1250	99	1755	4,0	162
ВРП 110-49-5-01	АИР112M4	2,88-7,20	1450-1100	99	1755	5,5	162
ВРП 110-49-5-02	АИР112M4	3,24-6,12	1800-1600	102	1960	5,5	166
ВРП 110-49-5-03	АИР112M4	3,78-3,96	2400-2290	105	2225	5,5	172
ВРП 110-49-5-04	АИР132S4	3,24-6,12	1800-1400	102	1960	7,5	166
ВРП 110-49-5-05	АИР132S4	3,78-6,30	2400-2200	105	2225	7,5	172
ВРП 110-49-5-07	АИР132M4	3,78-9,00	2400-1800	105	2225	11,0	172
ВРП 110-49-5-08	АИР132M4	4,14-6,12	3000-2700	108	2505	11,0	174
ВРП 110-49-5-09	АИР160S4	4,14-10,44	3000-2225	108	2505	15,0	174
ВРП 110-49-6,3-00	АИР112M4	4,68-5,94	1600-1580	102	1445	5,5	220
ВРП 110-49-6,3-01	АИР132S4	4,68-9,72	1600-1400	102	1455	7,5	220
ВРП 110-49-6,3-02	АИР132M4	4,68-12,96	1600-1200	102	1460	11,0	225
ВРП 110-49-6,3-03	АИР160S4	6,48-8,64	3100-3000	110	2000	15,0	233
ВРП 110-49-6,3-04	АИР160M4	6,48-11,88	3100-2800	110	2000	18,5	233
ВРП 110-49-6,3-05	АИР180S4	6,48-15,84	3100-2450	110	2000	22,0	233
ВРП 110-49-8-00	АИР160S4	9,36-14,40	2000-1900	110	1285	15,0	360
ВРП 110-49-8-01	АИР160M4	9,36-20,16	2000-1650	110	1285	18,5	360
ВРП 110-49-8-02	АИР160M4	10,80-11,88	2550-2540	111	1440	18,5	362
ВРП 110-49-8-03	АИР180S4	9,36-24,48	2000-1450	110	1285	22,0	360
ВРП 110-49-8-04	АИР180S4	10,80-16,56	2550-2400	111	1440	22,0	362
ВРП 110-49-8-05	АИР180M4	10,80-27,36	2550-1800	111	1440	30,0	362
ВРП 110-49-8-06	АИР180M4	12,24-17,28	3200-3000	113	1615	30,0	367
ВРП 110-49-8-07	АИР200M4	12,24-25,92	3200-2500	113	1615	37,0	367
ВРП 110-49-8-08	АИР200M4	12,60-22,32	3300-3000	114	1650	37,0	370
ВРП 110-49-8-09	АИР200L4	12,60-30,96	3300-2400	114	1650	45,0	370
ВРП_В ²	АИР160M4	30,82-57,32	3100-2500	120	2000	37,0	418
	АИР180M40	39,16-66,58	2400-2100	120	2000	37,0	568
	АИР200M4	61,21-92,76	3000-2600	120	2505	45,0	980
	АИР200L4	90,00-142,19	3100-2480	124	2000	37,0	1213
	АИР200L4	141,05-188,30	3200-2990	124	2505	45,0	2615
	АИР200L4	160,90-200,00	3100-2700	124	2225	45,0	4145

² Изготавливаются только по спецзаказу (рекомендуется использовать осевые вентиляторы).

3.2 Техника безопасности при выполнении лабораторной работы

- 1) К работе с универсальным газоанализатором УГ-2, индикаторными трубками и приборами для регистрации температуры (сухой термометр психрометра Августа) и барометрического давления (барометр) допускаются лица, ознакомленные с их устройством и принципом действия.
- 2) Экспериментальную часть следует проводить в присутствии лаборанта и преподавателя и в случае неисправностей аппаратуры немедленно сообщить им об этом.
- 3) Работы с установкой и соответствующими приборами следует производить строго в соответствии с описанием, приведенном в задании 1.
- 4) При вскрытии трубок необходимо соблюдать все меры предосторожности при работе со стеклом, применяя специальные приспособления и средства защиты.
- 5) Во избежание попадания индикаторного вещества на кожу или глаза при приготовлении индикаторных трубок необходимо все операции проводить над уровнем рабочего стола.
- 6) Во избежание загазованности лаборатории сосуды с соответствующими загазованными средами следует открывать только для отбора пробы.
- 7) После проведения анализа загазованности воздушной среды следует тщательно вымыть руки.

3.3 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- а) титульный лист, оформленный в соответствии с Приложением;
- б) цель работы;
- в) таблица с результатами измерений и обосновывающие расчеты;
- г) выводы, характеризующие полученные результаты и их соответствие санитарно-гигиеническим нормативам, а также предложения по оздоровлению воздушной среды.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризуйте техногенные опасности и группы условий производственной среды.
2. Дайте определение и приведите примеры опасных и вредных производственных факторов. Что представляют собой профессиональные заболевания и каких видов они бывают?
3. Дайте определение и приведите развернутую классификацию вредных веществ.
4. Что представляют собой промышленные и бытовые яды? Приведите примеры.
5. Что представляют собой аварийно химические опасные вещества? Чем они отличаются от сильнодействующих ядовитых веществ? Приведите примеры.
6. Каким образом осуществляется гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны и населенных пунктов? В каких документах приводятся соответствующие нормативные величины?
7. Для каких целей вводится ориентировочный безопасный уровень воздействия?
8. Каково гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны исходя из соответствующего класса условий труда?
9. Что представляет собой предельно-допустимый выброс? Для каких целей вводится этот показатель?
10. На сколько классов опасности подразделяют все вредные вещества? Каковы особенности отнесения вредных веществ к определенному классу?
11. Охарактеризуйте токсикологические показатели потенциальной и реальной опасности веществ.
12. Каковы особенности установления значений предельно-допустимых концентраций относительно порога хронического действия? Для чего вводится коэффициент запаса?
13. Каковы особенности отнесения вредного вещества к определенному классу опасности исходя из токсикологических показателей опасности?
14. Охарактеризуйте каждый из типов отравлений вредными веществами.
15. Как влияет температура, шум, алкоголь, тяжесть и напряженность труда на токсическое действие вредных веществ?
16. Расскажите о многофакторном (комбинированном) влиянии вредных веществ на организм человека.
17. Какова связь между химической структурой вещества и его токсическим действием? Приведите примеры.
18. Какие методы анализа загазованности воздушной среды существуют? Каковы особенности их применения, а также достоинства и недостатки?
19. Каково влияние и гигиеническое нормирование аэроионного состава воздушной среды? Какие количественные показатели характеризуют аэроионный состав воздуха?
20. Охарактеризуйте мероприятия по снижению загазованности воздушной среды.
21. Какие средства защиты органов дыхания от вредных веществ существуют? Приведите примеры?
22. Какие методы и аппараты в промышленности применяются для очистки воздуха от газообразных и парообразных веществ?
23. Для каких целей устраивается санитарно-защитная и селитебная зона? Какова санитарная классификация предприятий?
24. Какова сущность метода определения вредных веществ с помощью газоанализатора УГ-2? Каково его устройство и условия применения?
25. Приведите развернутую методику расчета необходимого воздухообмена и подбора вентилятора. Что представляют собой нормальные и приведенные условия?

5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-74 (1996) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
2. ГОСТ 12.0.002-80 (1996) ССБТ «Термины и определения».
3. ГОСТ 12.1.007-76 (1984; с изм. № 2, 1990) ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
4. ГОСТ Р 22.0.05-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения».
5. ГН 2.1.6.695-98 (с изм. 1999, 2000) «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
6. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны».
7. ГОСТ 12.1.005-88 (1999; с изм. 2000) ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
8. СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».
9. ГН 2.2.5.1314-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
10. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
11. ОНД-86 (90) «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
12. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».
13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
14. ГОСТ 12.1.014-84 (2001) ССБТ «Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками».
15. *Маринина, Л. К.* Безопасность труда в химической промышленности / Л. К. Маринина [и др.] // Под. ред. Л. К. Марининой.-М.: Издательский центр «Академия», 2007.-528 с.
16. *Белов, С. В.* Безопасность жизнедеятельности / С. В. Белов [и др.] // Под ред. С. В. Белова.-М.: «Высшая школа», 2007.-616 с.
17. *Занько, Н. Г.* Безопасность жизнедеятельности / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак // Под ред. О. Н. Русака.-СПб.: Изд-во «Лань», 2010.-672 с.
18. *Роздин, И. А.* Безопасность производства и труда на химических предприятиях / И. А. Роздин, Е. И. Хабарова, О. Н. Вареник.-М.: Химия, КолосС, 2005.-254 с.

Волгоградский государственный технический университет	
Кафедра «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» (ПЭБЖ)	
Лабораторная работа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»	
Исследование загазованности воздушной среды	
Выполнил студент (ФИО):	
Группа:	
Дата:	
Преподаватель (ФИО):	

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Количественное определение загазованности воздушной среды рабочей зоны экспресс-методом с индикаторной трубкой.
2. Установление соответствия полученных результатов санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к воздуху производственной среды (ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны).
3. Освоение методики расчета необходимого воздухообмена и принципов подбора вентилятора во взрывозащищенном исполнении.

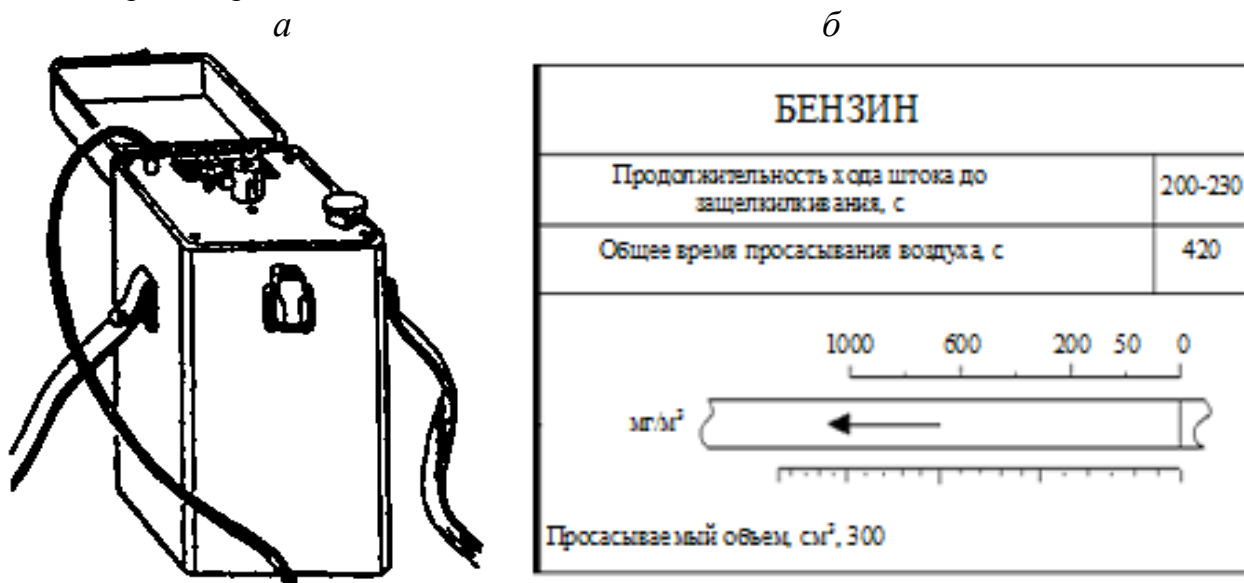


Рис. а – универсальный газоанализатор УГ-2; б – измерительная шкала для определения концентрации газов и паров жидкостей.

Расчет:

Таблица

Результаты исследования загазованности воздушной среды экспресс-методом с индикаторной трубкой с использованием универсального газоанализатора УГ-2 и расчета необходимого воздухообмена

Параметр		Величина (наименование)
Объем производственного помещения $V_{\text{пом}}, \text{м}^3$		
Название анализируемого вредного вещества		
Токсические свойства исследуемого вредного вещества	ПДК _{р.з.} , мг/м ³	
	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	
	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	
	Класс опасности	
	Характер воздействия на организм человека	
Время проведения анализа τ , мин		
Время зашелкивания $\tau_{\text{защ}}$, мин		
Температура воздуха $t_{\text{сух}}$, °C		
Барометрическое давление	Р, Па	
	Р, мм рт. ст.	
Концентрация вредного вещества	фактически определенная по измерительной шкале $C_{\text{ф}}$, мг/м ³	
	при нормальных условиях $C_{\text{н.у.}}$, мг/м ³	
	в приведенных условиях $C_{\text{прив}}$, мг/м ³	
Количество вредного вещества, выделяющегося в воздух рабочей зоны G , мг/ч		
Количество подаваемого (удаляемого) в помещение воздуха L , м ³ /ч		
Кратность воздухообмена K , ч ⁻¹		

Вентилятор	Центробежный вентилятор ВРП
Технические условия	ТУ 29.2-24472991-019:2007
Исполнение	<i>Взрывозащищенное</i>
Производительность по воздуху Q , тыс. м ³ /ч	
Обозначение вентилятора	
Типоразмер двигателя	
Полное давление $P_{\text{полн}}$, Па	
Суммарная звуковая мощность, дБ, не более	
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	
Установленная мощность, кВт	
Масса вентилятора, кг, не более	

Выводы по работе: