

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт Машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

Методические указания
К выполнению практических работ

По дисциплине «НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

Составитель:
Худякова Е.О.

Владимир - 2016 г.

Окончание табл. 5.6

№	Наименование технологической операции	Наименование оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	
			Наименование	Количество, г/с
4.2	Контровка крепежа и сушка блоков	Стол СРП-3 АУУМ4.135.136	Бутилацетат	$11,81 \cdot 10^{-4}$
			Этилацетат	$12,68 \cdot 10^{-4}$
			Пропан-2-он (ацетон)	$88,99 \cdot 10^{-4}$
			Метилбензол (толуол)	$68,11 \cdot 10^{-4}$
		Электрошкаф СНОЛ-3,5; 3,5/3-113	(Хлорметил) оксиран (эпихлоргидрин)	$0,97 \cdot 10^{-4}$
			Бутилацетат	$30,36 \cdot 10^{-4}$
			Пропан-2-он (ацетон)	$1,81 \cdot 10^{-4}$
			Метилбензол (толуол)	$68,11 \cdot 10^{-4}$
4.3	Герметизация	Стол СРП-3 АУУМ4.135.136	Канифоль талловая	$0,51 \cdot 10^{-4}$
			Этанол	$15,32 \cdot 10^{-4}$
			Бензин	$13,94 \cdot 10^{-4}$
			Свинец	$4,44 \cdot 10^{-7}$

5.5. Методика расчета выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора (M_{Π}) определяется по формуле

$$M_{n_i} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{\text{ц}}} \sum_{k=1}^{N_{\text{гр}}} (M'_{n_i, k} \cdot G_{k, n}), \text{ г/мин}, \quad (5.25)$$

где P — продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет), мин; $N_{\text{ц}}$ — количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени; $N_{\text{гр}}$ — количество групп автомобилей; $M'_{n_i, k}$ — удельный выброс i -го ЗВ автомобилями k -й группы, находящимися в «очереди» у запрещающего сигнала светофора, г/мин; $G_{k, n}$ — количество автомобилей k -й группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце n -го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения $M'_{n_i, k}$ определяются по табл. 5.7¹, в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения P , $N_{\text{ц}}$, $G_{k, n}$ — по результатам натурных обследований.

5.6. Инструментальные методы экологического контроля. Контактные лабораторные методы

Контактные методы контроля состояния окружающей среды представлены как классическими методами химического анализа, так и современными методами инструментального анализа. Классификация контактных методов контроля приведена на рис. 5.1. Наиболее применяемые из них — спектральные, электрохимические и хроматографические методы анализа объектов окружающей среды (рис. 5.2—5.4)².

Общая схема контроля включает следующие этапы:

- 1) отбор пробы;
- 2) обработка пробы с целью консервации измеряемого параметра и ее транспортировка;
- 3) хранение и подготовка пробы к анализу;

¹ См.: Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса. Расчетная инструкция (методика). URL: http://centreco.ru/lit_def/news.php.

² Якунина И. В., Попов Н. С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамбовского ун-та, 2009. URL: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/421/68421/41971/page2>.

Таблица 5.7

Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка $M'_{п, k}$

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин									
		СО	NO _x (в пересчете на NO ₂)	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен		
Легковые	I	3,5	0,05	0,25	—	0,01	0,0008	0,0044	2,0·10 ⁻⁶	—	
Легковые дизельные	Id	0,13	0,08	0,06	0,035	0,04	0,0008	—	—	—	
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	6,3	0,075	1,0	—	0,02	0,0015	0,0047	4,0·10 ⁻⁶	—	
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	18,4	0,2	2,96	—	0,028	0,006	0,0075	4,4·10 ⁻⁶	—	
Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	—	0,03	0,012	0,0075	4,5·10 ⁻⁶	—	
Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	—	6,3·10 ⁻⁶	—	
Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	—	6,4·10 ⁻⁶	—	
Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе	VII	6,44	0,09	0,26	—	0,01	0,0004	—	3,6·10 ⁻⁶	—	

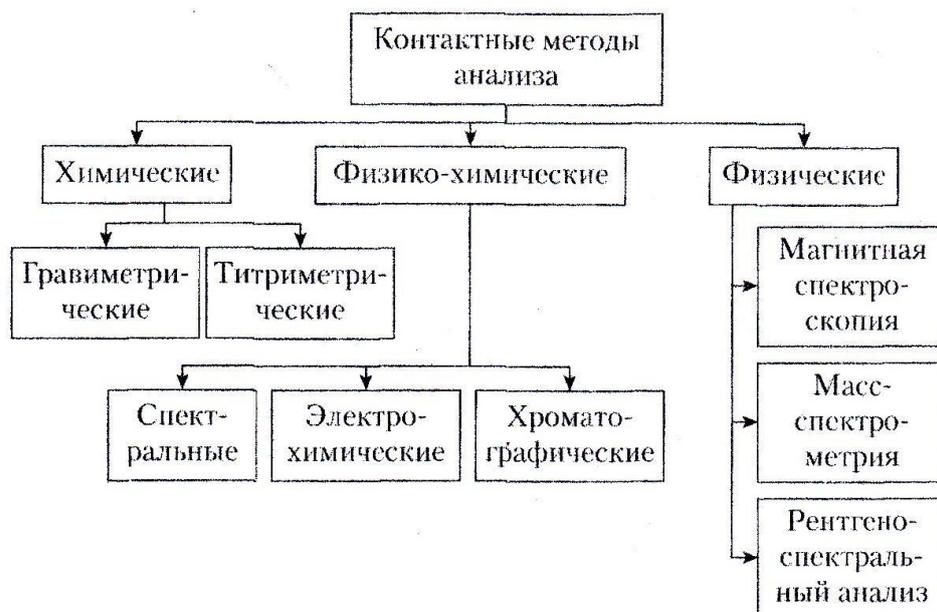


Рис. 5.1. Структура контактных методов наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды

- 4) измерение контролируемого параметра;
- 5) обработка и хранение результатов.

Пробоотбор зачастую предопределяет результаты анализа, так как возможно загрязнение пробы в процессе ее отбора, особенно когда речь идет об измерении ничтожно малых количеств загрязняющего вещества. Здесь важны и выбор места, и средства отбора, и чистота пробоотборников и тары для хранения пробы. В изолированной от природной среды пробе, начиная с момента ее взятия, осуществляются процессы «релаксации» по параметрам экосистемы, значения которых определяются кинетическими факторами. Одни из параметров меняются быстро, другие сохраняются достаточно долго. Поэтому необходимо иметь представление о кинетике изменения измеряемого параметра в данной пробе. Очевидно, чем меньше время от момента взятия пробы до ее консервации (или анализа), тем лучше. И все же лучше в параллельно отобранные пробы добавить эталон контролируемого загрязняющего вещества и консервировать эти контрольные пробы через разные временные интервалы. При измерении «эталонных» образцов одновременно можно получить и градуировочные графики. Такой метод «внутреннего стандарта» желательно использовать для оценки других факторов, которые могут влиять на результаты анализа (хранение, транспортировка, методика подготовки пробы к анализу и т.д.).

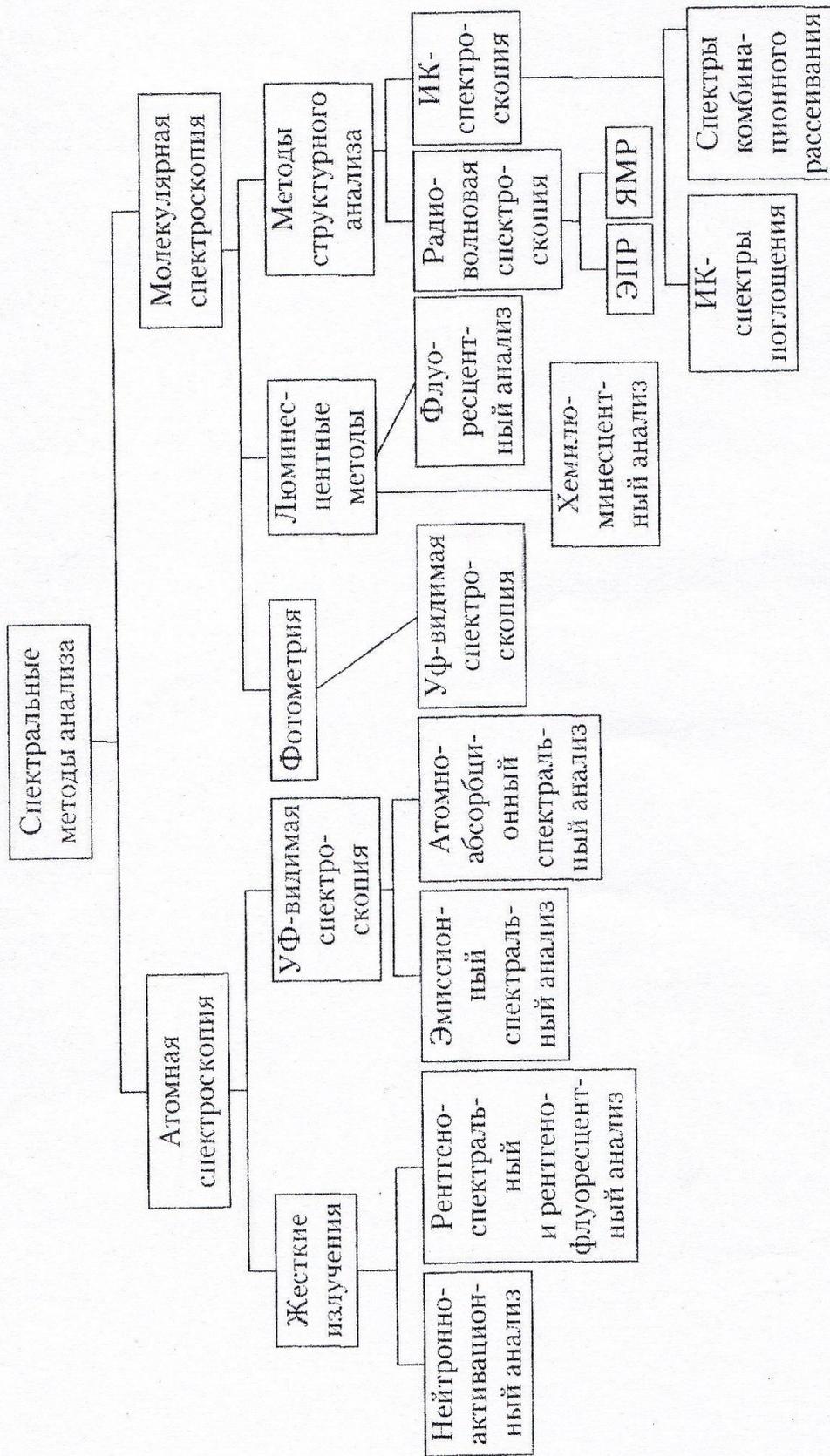


Рис. 5.2. Спектральные методы анализа объектов окружающей среды



Рис. 5.3. Электрохимические методы анализа объектов окружающей среды

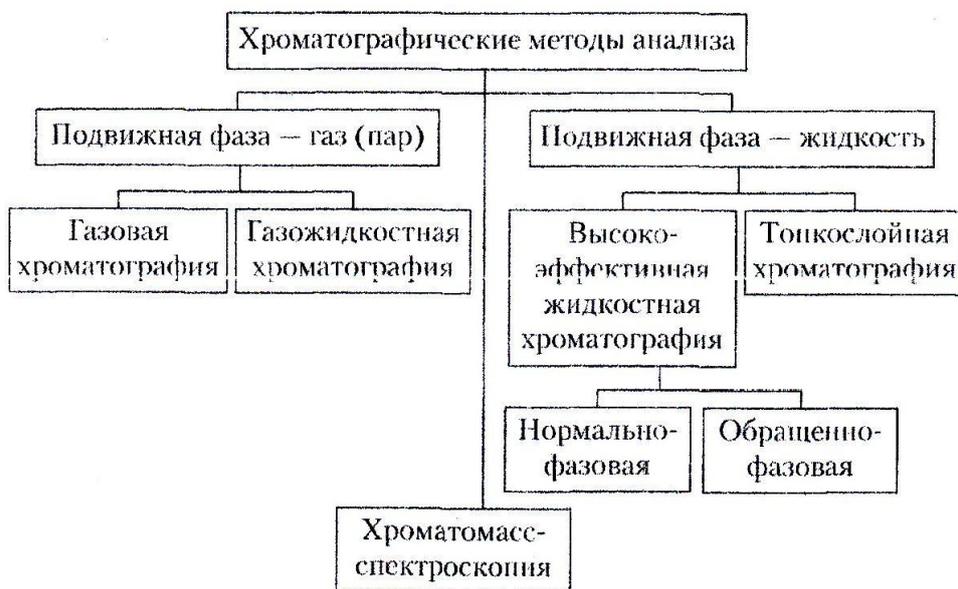


Рис. 5.4. Хроматографические методы анализа загрязняющих веществ

Подготовка пробы к анализу может включать в себя либо концентрирование измеряемого ингредиента, либо его химическую модификацию с целью проявления аналитически наиболее выгодных свойств. Концентрирование достигается двумя путями: методом сорбции анализируемого компонента (на твердом сорбенте или при экстракции растворителем) или методами уменьшения объема пробы, содержащей компонент, например путем вымораживания, соосаждения или выпаривания. Конечно, любая такая процедура может влиять на результат анализа, поэтому «внутренний стандарт» необходим.

Эффективность любого метода наблюдения и контроля за состоянием объектов окружающей среды оценивается следующей совокупностью показателей:

- селективностью и точностью определения;
- воспроизводимостью получаемых результатов;
- чувствительностью определения;
- пределами обнаружения элемента (вещества);
- экспрессностью анализа.

Основным требованием к выбранному методу является его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества в незагрязненных объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах технического воздействия.

5.7. Экспресс-методы экологического контроля

Аналитические лабораторные методы контроля вредных веществ в воздухе включают отбор проб с последующей доставкой и проведением их анализа в лабораторных условиях, что не всегда позволяет своевременно принять действенные меры для обеспечения безопасных условий труда.

Концентрацию вредных веществ в воздухе производственных помещений во многих случаях можно быстро установить экспрессным методом с помощью индикаторных трубок. Основными преимуществами указанного метода являются:

- 1) быстрота проведения анализа и получение результатов непосредственно на месте отбора пробы воздуха;
- 2) простота метода и аппаратуры, что позволяет проводить анализ лицам, не имеющим специальной подготовки;
- 3) малая масса, комплектность и низкая стоимость аппаратуры;

- 4) достаточная чувствительность и точность анализа;
- 5) не требуются регулировка и настройка аппаратуры перед проведением анализов;
- 6) не требуются источники электрической и тепловой энергии.

Указанные отличительные качества метода контроля вредных веществ в воздухе с помощью индикаторных трубок способствовали широкому его внедрению в промышленность и другие области хозяйственной деятельности.

Обследование предприятий ведущих отраслей промышленности показало, что более половины из них пользуются для контроля воздушной производственной среды индикаторными трубками. Зарубежный опыт также свидетельствует о широком использовании индикаторных трубок на промышленных предприятиях для санитарного контроля воздушной среды.

Индикаторная трубка представляет собой герметичную стеклянную трубку, заполненную твердым носителем, обработанным активным реагентом. В качестве носителей реактивов применяют различные порошкообразные материалы: силикагель, оксид алюминия, фарфор, стекло, хроматографические носители (динохром, полихром, силохром) и др. Структура и природа носителя оказывают существенное влияние на свойства индикаторного порошка.

Непосредственно перед использованием трубки вскрывают путем отламывания кончиков или другим путем и пропускают через них пробу воздуха. Концентрацию вредного вещества определяют по изменению интенсивности окраски (колориметрические индикаторные трубки) или длины окрашенного индикаторного порошка (линейно-колористические индикаторные трубки).

В отечественной практике наиболее широкое распространение получил линейно-колористический метод анализа. Сущность метода заключается в изменении окраски индикаторного порошка в результате реакции с вредным веществом, находящимся в анализируемом воздухе, пропускаемом через трубку. Длина изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка пропорциональна концентрации вредного вещества. Концентрацию вредного вещества измеряют по градуированной шкале, нанесенной на трубку или прилагаемой отдельно. Количественное определение вредных веществ в воздухе по длине изменившего окраску слоя порошка в индикаторной трубке возможно при соблюдении следующих условий:

- окраска слоя должна быть контрастной и интенсивной при минимально определяемых концентрациях;
- изменивший окраску слой должен иметь достаточную для измерений без больших погрешностей длину и четкую границу раздела окрасок;
- длина изменившего окраску слоя порошка должна увеличиваться с ростом концентрации определяемого вещества.

Особое внимание при разработке и изготовлении индикаторных трубок уделяют их избирательности, т.е. возможности определять анализируемое вещество в присутствии сопутствующих примесей. Эту задачу решают, применяя фильтрующие трубки с соответствующим наполнителем для улавливания мешающих анализу примесей; их помещают перед индикаторной трубкой.

При использовании индикаторных трубок на результаты измерений может оказывать влияние колебание температуры анализируемого воздуха. Это связано с тем, что изменение температуры влияет на объем отбираемого воздуха, степень поглощения анализируемых веществ и в некоторых случаях — на скорость реакции.

Суммарное влияние всех этих факторов может привести к изменению длины окрашенного слоя. Для повышения точности измерений применяют таблицы температурных поправок или поправочные коэффициенты.

Комиссией по вопросам охраны окружающей среды отдела прикладной химии Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) разработан стандарт на индикаторные трубки для контроля содержания газов и паров в воздухе рабочей зоны. Согласно данному стандарту, индикаторные трубки по своим метрологическим характеристикам делятся на два класса — А и В. Индикаторные трубки обоих классов должны позволять контролировать вредные вещества в воздухе рабочей зоны при их содержании от 0,5 до 5 и более значений предельно допустимой концентрации. При этом для трубок класса А погрешность измерения при содержании вредных веществ в воздухе от 1 ПДК и выше должна составлять не более $\pm 25\%$, а на уровне 0,5 ПДК допускается $\pm 35\%$. Для индикаторных трубок класса В погрешность измерения при содержании вредных веществ в воздухе на уровне от 1 до 5 ПДК должна быть не более $\pm 25\%$, а на уровне 0,5 ПДК допускается погрешность $\pm 50\%$.

Согласно зарубежным литературным источникам, погрешность измерения концентрации вредных веществ

в воздухе индикаторными трубками достигает 20–40%, однако и при лабораторных методах определения микроконцентраций наблюдаются погрешности до $\pm 25\%$ и даже $\pm 50\%$.

Воспроизводимость результатов измерения концентрации вредных веществ, характеризующаяся относительным стандартным отклонением, для некоторых трубок достигает 5–10%, а для других — 20–30%. Подобная воспроизводимость, как правило, достаточно высока для удовлетворительного определения качества воздуха с точки зрения санитарных, а во многих случаях и технических требований.

Особенно эффективно применение индикаторных трубок для экспрессного контроля токсичных, взрыво- и пожароопасных веществ в аварийных ситуациях, при проведении огневых и сварочных работ в газоопасных местах, для контроля герметичности оборудования и поиска неполадок, для выявления вредных и взрыво- и пожароопасных газов и паров в замкнутых пространствах, для установления необходимости использования средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Точность измерения вредных веществ в воздухе индикаторными трубками определяется не только воспроизводимостью результатов, но и наличием систематических ошибок, зависящих от следующих факторов: качество градуировки индикаторных трубок при их изготовлении; соблюдение условий и сроков хранения трубок; исправность и правильность эксплуатации воздухозаборного устройства; правильность применения трубок при наличии в анализируемом воздухе примесей, сопутствующих определяемому веществу. Поэтому при использовании индикаторных трубок необходимо строго учитывать соответствующие сведения, приведенные в сопроводительной документации.

В соответствии с ГОСТ 12.1.014–84 «Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками» нижняя граница интервала измерений вредных веществ в воздухе должна быть не более 0,5 ПДК, а верхняя граница — не менее 5 ПДК для данного вещества. При этом интервал измерений может быть разбит на несколько подынтервалов за счет изменения объема пропускаемого через индикаторную трубку воздуха.

Результат измерения концентрации вредного вещества приводят к стандартным условиям (температура — 293 К,

атмосферное давление — 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), относительная влажность — 60%).

Концентрацию (c , мг/м³) при стандартных условиях рассчитывают по формуле

$$c = ct(273 + t)101,3K/(293P), \quad (5.26)$$

где c — результат измерения концентрации вредного вещества при температуре окружающего воздуха t , °С, относительной влажности, %, атмосферном давлении P (кПа), мг/м³; K — коэффициент, учитывающий влияние температуры и влажности окружающего воздуха на показания индикаторных трубок, значение которого определяется из функции влияния.

Функция влияния нормируется в виде графика или таблицы и учитывает влияние на показания индикаторных трубок изменения температуры и относительной влажности воздуха в пределах рабочих условий измерений. Относительная погрешность измерения не должна превышать ±35% в диапазоне 0,5–2 ПДК и ±25% при концентрациях выше 2 ПДК при климатических условиях: температура окружающей среды — 15–30°, относительная влажность — 30–80%, барометрическое давление — 90–104 кПа.

В качестве устройств для отбора проб воздуха при проведении измерений концентрации вредных веществ в воздухе с помощью индикаторных трубок рекомендуется применение сильфонного аспиратора АС-1 (устаревшее обозначение — АМ-5), газоанализатора насосного типа УГ-2, ручного насоса — пробоотборника НП-3М, а для отбора проб в труднодоступных местах — пробоотборного зонда ЗИ-ГХК.

Основными областями применения индикаторных трубок являются измерения массовой и (или) объемной концентрации экотоксикантов:

- в воздухе рабочей зоны — на уровне ПДК по ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ГОСТ 51712–2001 «Трубки индикаторные. Общие технические условия»;
- при аварийных ситуациях — при превышении ПДК для воздуха рабочей зоны;
- в промышленных газовых выбросах химических и других производств.