

Современные подходы к применению индикаторных трубок при контроле химических загрязнений воздуха в технологиях газоочистки

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+», Осипьянц Ю.И., инженер-химик, Цветкова С.Ю., ведущий инженер, Губанова Т.Д., начальник научно-производственного отдела.

Индикаторные трубки являются удобным инструментарием для экспресс-контроля вредных химических веществ в газовых средах (воздухе, промышленных выбросах). Несмотря на то, что индикаторные трубки начали активно применяться еще в середине прошлого века, их использование в настоящее время приобретает всё большую актуальность и во многих ситуациях анализ с применением индикаторных трубок успешно заменяет сложные и дорогостоящие приборные и лабораторные методы.

Обязательным условием выпуска индикаторных трубок из серийного производства является их градуировка и поверка аттестованными поверочно-градуировочными смесями, с помощью которых органы государственного метрологического надзора осуществляют контроль качества серийно выпускаемых трубок. Именно так и организовано производство индикаторных трубок компании ЗАО «Крисмас+». Общее количество выпускаемых компанией индикаторных трубок достигло 53 наименований. В перечень производимых компанией ИТ входят наиболее актуальные химические загрязнители: аммиак, ацетальдегид, ацетилен, ацетон, бензин, бензол, бром, бутанол, гексан, диоксид азота, диоксид серы, диоксид углерода, дизельное топливо, диэтиловый эфир, керосин, ксилол, метанол, озон, оксид азота, пропанол, сероводород, сумма оксидов азота, стирол, толуол, трихлорэтилен, уайт-спирит, углеводороды нефти, уксусная кислота, фенол, формальдегид, фтористый водород, хлор, хлористый водород, этанол [1].

Преимущества газового анализа с применением индикаторных трубок:

- быстрота проведения анализа и получение результатов непосредственно на месте отбора проб, что приводит к существенному сокращению трудовых затрат;
- простота метода и аппаратуры, что позволяет проводить газовый анализ лицам, прошедшим лишь вводный инструктаж (механики, операторы, лаборанты и т.п.);
- малый вес и габариты, а также низкая стоимость аппаратуры;
- достаточная чувствительность и точность анализа (погрешность не более 25%, с учетом влияния неконтролируемых факторов в сравнительно широких диапазонах температуры, давления и влажности воздуха);
- удобства при подготовке и выполнении измерений – в частности, не требуется регулировка и настройка аппаратуры перед проведением анализа;
- не требуются источники электрической и тепловой энергии. Это позволяет эффективно применять индикаторные трубки для автономного химического экспресс-контроля токсичных, взрыво- и пожароопасных веществ не только в ходе плановых производственных лабораторных исследований, но и в аварийных чрезвычайных ситуациях, в замкнутых помещениях и на открытых пространствах;
- применение индикаторных трубок на начальном этапе работ позволяет рационализировать аналитический процесс, получить первичную информацию и свести к минимуму затраты на получение всего массива аналитической информации, а в ряде случаев – и ограничиться полученной информацией, что способствует значительной экономии средств;
- возможность проведения исследований так часто, как это необходимо для оптимизации технологических процессов, создания комфортных условий труда персонала и как результат продления безаварийного интервала работы оборудования и получения максимально качественной конечной продукции.

Трубки индикаторные модели ТИ-[ИК-К] всех модификаций являются одноразовыми средствами измерения и соответствуют требованиям государственного стандарта. Индикаторная трубка представляет собой герметичную стеклянную трубку, заполненную твёрдым носителем, обработанным активным реагентом. В качестве носителей реактивов применяют различные порошкообразные материалы: силикагель, оксид алюминия, фарфор, стекло, хроматографические носители (динохром, полихром, силохром) и др.

Краткие обозначения видов индикаторных трубок ТИ-[ИК-К] состоят из следующих элементов:

- ТИ – трубки индикаторные;
- ИК – измеряемый компонент (наименование определяемого вещества или группы веществ);
- К – диапазон концентраций (число, служащее для обозначения верхнего предела концентрационного диапазона измеряемых массовых концентраций).

Наименование определяемого вещества в кратком имени может записываться как химической формулой, так и с помощью систематических или тривиальных названий.

Для улавливания сопутствующих веществ, мешающих анализу, либо для образования с определяемым вредным веществом летучего продукта, индицируемого порошком ТИ, трубки индикаторные используются в комплекте с трубками фильтрующими.

Краткое наименование фильтрующей трубки, состоящее из двух частей, разделённых дефисом, включает наименование определяемого вещества.

Концентрацию вредного вещества определяют по изменению длины окрашенного индикаторного порошка (линейно-колористические индикаторные трубки).

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, нанесённой на трубку или прилагаемой отдельно.

В индикаторных трубках используются химические реакции почти всех типов: окислительно-восстановительные, кислотно-основные, комплексообразования и различные реакции органического синтеза.

Для определения концентрации диоксида серы используется окислительно-восстановительная реакция с разрушением комплексов йода, что приводит к обесцвечиванию окрашенного индикатора до нейтрального белого цвета.

Мешающие анализу примеси диоксида азота, аммиака и сероводорода поглощаются фильтрующей трубкой. Наполнитель фильтрующей трубки полностью пропускает диоксид серы и улавливает мешающие анализу вещества.

Независимо от состава воздуха, использование ТИ в комплекте с ТФ, если это предусмотрено в технической документации, является обязательным во избежание нарушений условий их эксплуатации.

При подготовке к работе каждую ТИ и ТФ необходимо осмотреть. непригодные трубки к применению не допускаются. Признаки непригодности трубок:

- истек срок годности ТИ;
- обломаны концы;
- рассыпана индикаторная масса;
- имеются следы влаги на внутренней поверхности трубки;
- изменилась первоначальная окраска наполнителя ТИ.

Для выполнения измерений необходимо вскрыть запаянные концы ТИ и ТФ так, чтобы не нарушить положения тампонов и слоя наполнителей. Запаянные концы трубок необходимо обламывать осторожно, чтобы избежать порезов и попадания осколков стекла в глаза. Сделать это можно при помощи приспособления на воздухозаборном устройстве насоса или специальным вскрывателем. Далее, необходимо соединить трубку с насосом и, при необходимости, с пробоотборным зондом, прокачать через индикаторную трубку необходимый объем анализируемого воздуха. Необходимый объем в каждом конкретном случае указан в инструкции на этикетке внутри коробки и на шкале, наклеенной на ТИ.

После того, как необходимый объем анализируемого воздуха был прокачан, необходимо отсоединить ТИ от аспиратора и считать результат измерений с ТИ.

Значение измеренной концентрации вредного вещества считают по шкале, нанесенной на ТИ, или приложив ТИ к соответствующей шкале внутри коробки. Концентрацию ТИ определяют по длине прореагировавшего слоя индикаторной массы, ограниченного началом шкалы и внешней границей окрашенного слоя.

При считывании показаний с ТИ рекомендуется придерживаться следующих общих правил и рекомендаций:

- 1) показания трубки считают согласно указаниям на этикетках;
- 2) всегда считают полную длину изменившего окраску индикаторного слоя;
- 3) при считывании показаний с ТИ необходим достаточный источник освещения, однако следует избегать прямого солнечного света;
- 4) точно оценить окраску поможет светлый фон (белая бумага), а также сравнение использованной и неиспользованной ТИ;
- 5) при неровной или размытой границе раздела окрасок слоев исходной и прореагировавшей индикаторной массы, за длину окрасившегося (прореагировавшего) слоя принимают среднее арифметическое значение максимальной и минимальной длин.

Для выполнения измерения используют не менее 3 ТИ. Измерения выполняют сразу же одно за другим и рассчитывают среднее значение. Индикаторные трубки градуируются и поверяются при стандартных условиях. Полученные в рабочих условиях данные корректируют и приводят к стандартным условиям с учётом температуры и давления.

В условиях, соответствующих рабочим условиям применения:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - температура окружающей среды, °С | от 10 до 35 |
| - относительная влажность окружающей среды, % | от 30 до 95 |
| - барометрическое давление, мм. рт. ст. | от 630 до 800 (от 84 до 106,7 кПа). |

Выполнение контроля вне указанных условий эксплуатации (т.е. при значениях параметров окружающей среды, выходящих за границы рабочих условий) при применении ТИ является нестандартным, однако возможным в тех областях значений параметров окружающей среды, при которых индикаторная рецептура сохраняет работоспособность. Полученные в таких условиях результаты считаются ориентировочными или сигнальными.

Непосредственно перед анализом пробу воздуха желательно подготовить так, чтобы значения температуры, давления, влажности попали в область рабочих условий эксплуатации индикаторных трубок. Для этого при анализах в условиях выходящих за границы рабочих, применяется зонд пробоотборный (рисунок 1). Конструкция зонда предусматривает возможность фильтрации газовой смеси на сменном противопылевом фильтре, её охлаждение в газозаборном тракте, удаление конденсата в каплесборнике.

При пониженной температуре индикаторная трубка подогревается при анализе рукой оператора либо с помощью комплекта грелки химической.



Рис.1 Зонд пробоотборный ЗП-ГХК-ПВ

Очевидно, точность измерения вредных веществ в воздухе индикаторными трубками определяется не только воспроизводимостью результатов, но и наличием систематических ошибок:

- неисследованные производственные условия (газовый фон);
- условия выходят за рамки рабочих (t , P , отн. вл-ть);
- использование аспиратора не регламентированного типа для данной ИТ;
- вскрытие трубки нештатным устройством;
- вскрытая ТИ вставлена в уплотнительную втулку насоса не тем концом;
- неправильное присоединение ТИ с ТФ и аспиратором;
- неправильная эксплуатация ТФ (ресурс, сроки хранения, заглушки);
- использование газозаборных трактов без «холостого» просасывания (зонд);
- ошибки применения ТИ (вскрытие заранее, недостат. освещенность, расслоение наполнителя, истекшие сроки годности);
- принимают в расчет любые полученные показания ТИ (грубые погрешности);
- использованную трубку индикаторную оставляют на хранение как доказательство;
- неприведение показаний ТИ к стандартным условиям и др.

Указанные ранее преимущества способствовали широкому внедрению индикаторных трубок при контроле вредных веществ в воздухе и газовых средах в различные области хозяйственной деятельности для:

- производственного лабораторного и технологического экспресс-контроля на предприятиях химической, машиностроительной, нефтегазовой, пищевой, металлургической, горнодобывающей, горно-обогатительной, топливно-энергетической и других отраслей промышленности;
- санитарно-химического, экологического и специального химического экспресс-контроля, контроля условий труда и аттестации рабочих мест, мониторинга газовых выбросов и т.п.;
- при химическом экспресс-контроле загрязнений воздушной и газовой среды в аварийных и чрезвычайных обстоятельствах.

Индикаторные трубки производства ЗАО «Крисмас+» в полном объеме отвечают требованиям соответствующих государственных стандартов и нормативов, и пригодны для использования на территории Российской Федерации. На все 53 наименования индикаторных трубок получено свидетельство об утверждении типа средств измерений, они занесены в Гос. Реестр, также индикаторные трубки имеют сертификат об утверждении типа средств измерений Республики Беларусь и Республики Казахстан, имеют декларацию о соответствии.

Следует отметить, что для экспресс-контроля воздушной среды с применением индикаторных трубок совместно с аспиратором широкое распространение получило применение разнообразных наборов, включающих индикаторные трубки по специально подобранной номенклатуре, аспиратор, принадлежности для вспомогательных анализов и для отбора и хранения проб. К таким изделиям можно отнести мини-экспресс-лабораторию «Пчёлка-Р» (рисунок 2, а), в её состав, кроме ТИ и аспиратора, входят тест-системы для сигнального контроля загрязнённости воды и почвы [2], а также газоопределяющие мини-лаборатории для контроля промышленных газовых выбросов ГХК-ПВ (рисунок 2, б), специальным образом

подобранные по составу под конкретные производственные направления и задачи, 10 модификаций от ГХК-ПВ-1 до ГХК-ПВ-10.



Рис.2 Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-Р» (а) и ГХК-ПВ (б)

Определение осуществляется с применением индикаторных трубок совместно с ручным аспиратором, образующих газоопределятель химический многокомпонентный (рисунок 3). Немаловажно, что в современных рыночных условиях индикаторные трубки ведущих отечественных производителей, как и аспираторы, являются средствами измерений, внесены в Государственный реестр и позволяют, в рабочих условиях применения, получать результат измерений с нормированной погрешностью.



Рис. 3 Индикаторные трубки в комплекте с аспиратором типа НП-3м (а) и типа НП-4 (б)

Наша компания предлагает широкий ассортимент средств, пригодных для химического экспресс-контроля в газоочистке, учитывая современные тенденции в разработке индикаторных трубок. Существенно, что продукция создаёт хорошие возможности для обеспечения контролируемых подразделений относительно недорогим инструментарием для выполнения экспресс-контроля показателей, важных для оценки и мониторинга экологической ситуации и обеспечения экологической безопасности [3], а также является конкурентоспособной продукцией, способной к импортозамещению, что также важно в современных условиях.

1. Трубки индикаторные модели ТИ-ИК-К. Руководство по эксплуатации КРМФ.415522.003 РЭ.
2. Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-Р». Руководство по применению. Изд. 4-е, дополненное/Под ред. А.Г. Муравьёва.– СПб:Крисмас+, 2016.
3. Индикаторные трубки и газоопределятели. Петрова Н.М., Муравьев А.Г., Смолев Б.В. и др. / Под ред. А.Г. Муравьева – СПб.: «Крисмас+», 2005. – 176 с., ил.

Контакты: ЗАО «Крисмас+», Россия, 191119, г. Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, дом 6
Тел./факс: (812) 575-5407, 575-5543, 575-5791, 575-5081
8 (800) 302-9225 (бесплатный звонок по России)
E-mail: info@christmas-plus.ru
Сайт: shop.christmas-plus.ru