

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОТБОРУ ПРОБ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 13 ГИГИЕНИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Кузовкова А.А., Дребенкова И.В., Черник Д.В., Буховецкая Ю.А.
Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии,
эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения
«Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного
здоровья», г. Минск, Республика Беларусь*

Актуальность. Санитарно-химический контроль воздуха рабочей зоны (далее – ВРЗ) является ведущим звеном в системе обеспечения безопасности условий труда, так как гигиенические заключения и рекомендации основаны на его результатах. Концентрации вредных веществ в ВРЗ подвержены резким колебаниям и зависят от многих причин: технологического режима, состояния аппаратуры и оборудования, наличия и мощности вентиляции, температуры, влажности и других факторов. Все это свидетельствует о специфических трудностях, возникающих при исследовании воздушной среды на промышленных предприятиях, и одновременно обуславливает высокие требования к качеству санитарно-химического контроля. Результаты исследования ВРЗ зоны используют для разработки оздоровительных мероприятий. Проведенный Министерством здравоохранения Республики Беларусь анализ показал, что для широкого перечня вредных веществ отсутствуют методики измерения, позволяющие осуществлять эффективный контроль за их количественным содержанием в ВРЗ. В перечне вредных веществ, требующих совершенствования методического обеспечения при контроле за безопасностью ВРЗ, находятся химические элементы, активно выделяющиеся в ВРЗ при осуществлении широко распространенных технологических процессов на сварочных производствах, в гальванических цехах предприятий республики: кобальта (Co), никеля (Ni), цинка (Zn), кадмия (Cd), железа (Fe), марганца (Mn), молибдена (Mo), олова (Sn), вольфрама (W), ванадия (V), свинца (Pb), меди (Cu), хрома (Cr). Учитывая опасное биологическое действие указанных химических элементов на организм человека и их широкое применение в различных отраслях промышленности республики, существует необходимость в проведении систематического контроля за их содержанием в воздухе промышленных предприятий точными и специфичными методиками измерений, соответствующими принципам законодательной метрологии.

Цель. Разработать и внедрить метрологически аттестованную методику измерений, позволяющую определять массовую концентрацию кобальта, никеля, цинка, кадмия, железа, марганца, молибдена, олова, вольфрама, ванадия,

свинца, меди, хрома в ВРЗ на основе метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись модельные пробы ВРЗ: 1) матрицы фильтров АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-20, обеззоленных фильтров «синяя лента»; 2) матрицы вышеперечисленных фильтров с внесенной смесью стандартных растворов Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr в количестве 0,025 мг каждого элемента.

Для определения массовых концентраций вышеперечисленных химических элементов в матрице фильтров использовали атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 7000 (Германия).

Результаты. Разработаны условия отбора проб воздуха на адсорбент для измерения массовой концентрации Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr в ВРЗ: установлен адсорбент исследуемых элементов из ВРЗ – аналитические фильтры АФА-ХА-20, отличающиеся гидрофильностью и полной растворимостью в азотной и серной кислотах; определен объем проб ВРЗ – 0,5 м³ (500 дм³), отбор которого необходим для определения массовой концентрации исследуемых элементов на уровне 0,5 предельно допустимой концентрации (далее – ПДК). Определены условия десорбции из адсорбента Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr для измерения их массовой концентрации в ВРЗ: выбрана мокрая минерализация элементов в качестве условий десорбции элементов из адсорбента (из фильтров) с использованием азотной и соляной кислот при нагревании; исходя из диапазонов измерений массовой концентрации определяемых элементов в ВРЗ, определен конечный объем минерализата – 0,025 дм³ (25 см³). Установлены отдельные предположительные рабочие характеристики разрабатываемой методики измерений массовой концентрации Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr в ВРЗ: исходя из ПДК элементов в ВРЗ и правила для границ диапазона измерений массовой концентрации токсических веществ в ВРЗ (не уже, чем от 0,5 ПДК до 2 ПДК), теоретически рассчитаны диапазоны измерения массовой концентрации вышеперечисленных элементов в ВРЗ; для каждого элемента установлены точки градуировочных зависимостей величины эмиссии элемента от массовой концентрации элемента в градуировочном растворе. Разработан алгоритм отбора и подготовки проб воздуха рабочей зоны к измерению в них массовой концентрации Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr в ВРЗ.

Выводы. Внедрение разработки в практику учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор за качеством ВРЗ, позволит повысить степень санитарной надежности ВРЗ на промышленных предприятиях, что в конечном итоге внесет вклад в снижение рисков возникновения заболеваний, обусловленных качеством воздуха, и приведет к повышению уровня жизни населения.

Работа выполнена в рамках задания 02.17 «Разработать и внедрить метрологически аттестованную методику измерений массовой концентрации кобальта, никеля, цинка, кадмия, железа, марганца, молибдена, олова, вольфрама, ванадия, свинца, меди, хрома в ВРЗ методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» (2021–2025 годы).