

знаниях на реальном приборе. После решения задачи на виртуальном хроматографе учащийся готовит реальный образец, анализирует его на реальном хроматографе, обрабатывает хроматограмму, сравнивает полученные результаты и объясняет причины неполного совпадения.

Такой подход к учебному процессу позволяет при минимальных затратах готовить специалистов, которые в итоге овладевают не только теоретическими основами, но и практическими навыками хроматографического анализа.

УДК 543.96.

МЕТОДЫ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ – МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ В ИЗУЧЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ АРКТИКИ

Д.С. Косяков, И.С. Шаврина, Т.Б. Латкин

Центр коллективного пользования научным оборудованием «Арктика», Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

Проблема загрязнения атмосферы в высоких широтах привлекает всё большее внимание в связи с глобальным потеплением, активным освоением минеральных ресурсов Арктики и потенциальной способностью атмосферных поллютантов накапливаться в регионах с холодным климатом. Большинство исследований атмосферного воздуха в Арктике были направлены на целевое определение ограниченного круга приоритетных соединений, главным образом относящихся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ, особенно к представителям «грязной дюжины»). Однако нецелевой поиск и идентификация новых (эмерджентных) поллютантов на низких уровнях концентраций представляют собой сложную задачу, решение которой требует применения передовых аналитических методов. В этом плане ключевую роль играют методы газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией высокого разрешения (ГХ-МСВР), в том числе с применением техники двумерного газохроматографического разделения (ГХ×ГХ-МСВР), обеспечивающей исключительно высокую пиковую емкость хроматографической системы и уникальные возможности для надежной идентификации минорных соединений за счет снижения интерференций со стороны коэлюирующих компонентов.

В докладе рассмотрены основные методы отбора и подготовки проб воздуха для последующего анализа, показаны преимущества термодесорбционной ГХ-МСВР, обеспечивающей чувствительность анализа на уровне пг/м^3 . Представлены результаты целевого и нецелевого скрининга, а также определения широкого круга летучих и полулетучих поллютантов в атмосферном воздухе и снеге в труднодоступных районах Российской Арктики с применением различных техник концентрирования проб воздуха. Показана высокая эффективность ГХ×ГХ-МСВР для изучения химического состава арктического снега как депонирующей матрицы атмосферных поллютантов. Рассмотрены результаты исследования продуктов сгорания торфа методами ГХ×ГХ-МСВР и пиролитической ГХ-МС, позволившие рассматривать торфяные пожары как важный источник загрязнения атмосферы токсичными азотсодержащими соединениями. Для повышения чувствительности при анализе проб снега предложено использование сорбционного концентрирования с применением техники твердофазной микроэкстракции на поверхности магнитного мешальника (SBSE) с последующей термодесорбцией аналитов.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (государственное задание FSRU-2024-0003).