

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ПРОЦЕСС ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ С ТЕТРАФТОРИДОМ УГЛЕРОДА И ГЕКСАФТОРИДОМ СЕРЫ

А. О. Ушаков^{1,2}, В. М. Илекис², А. В. Муслимова², П. Б. Молоков²

Научный руководитель – д.х.н., профессор отделения ядерно-топливного цикла И. И. Жерин¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Северский технологический институт Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
1alexander6@mail.ru

Настоящая работа проводилась с целью определения подбора оптимального режима проведения хроматографического анализа фторсодержащих газов высокой чистоты на примере тетрафторида углерода (CF_4) и гексафторида серы (SF_6).

В данный момент одним из актуальных направлений в разработке и конструировании высоковольтных распределительных устройств и других электронных компонентов является использование фторсодержащих газов. Это обусловлено большим количеством преимуществ оборудования, в основе которого лежит их применение [1]. При этом необходимо проведение тщательного контроля по анализируемому компоненту, так как фторсодержащие газы, выпускаемые различными предприятиями химической отрасли, могут содержать примеси, присутствие которых будет негативно сказываться на процессе эксплуатации оборудования.

Определение оптимального температурного режима позволяет добиться лучшей разделяемости компонентов в смеси газов, так как газы имеют различные скорости движения по хроматографической колонке ввиду разницы в их температуре кипения [2–5].

В ходе проведенных экспериментов исследовано влияние, оказываемое изменением тем-

пературного режима работы хроматографических колонок при анализе двух газовых смесей методом ГХ, имеющих в своем составе такие газы, как водород (H_2), аргон (Ar), кислород (O_2), азот (N_2), метан (CH_4), окись углерода (CO), углекислый газ (CO_2) и тетрафторметан (CF_4), диоксид азота (N_2O), гексафторид серы (SF_6).

В качестве основного устройства при проведении экспериментов и анализов методом ГХ выступал газовый хроматограф «Кристалл 5000.2», оборудованный специальными клапанами для автоматического ввода пробы и блоком захлаживания.

В процессе исследований применялись капиллярные колонки двух типов: CR-Q-BOND PLOT 30 м × 0,53 мм × 20 мкм (CR-Q) и CR-Msieve 5 Å 30 м × 0,53 мм × 50 мкм (CR-M) производства ЗАО СКБ «ХРОМАТЭК». При проведении экспериментов изменялся только температурный режим работы колонок в интервале от -5°C до $+40^\circ\text{C}$. Газом носителем выступал гелий (He), подача которого осуществлялась с расходом 7 мл/мин. В качестве детектирующего устройства использовался пульсирующий разрядный детектор (ПРД).

Анализ результатов проведенных экспериментов показал, что с увеличением температуры происходит смещение времени удерживания в

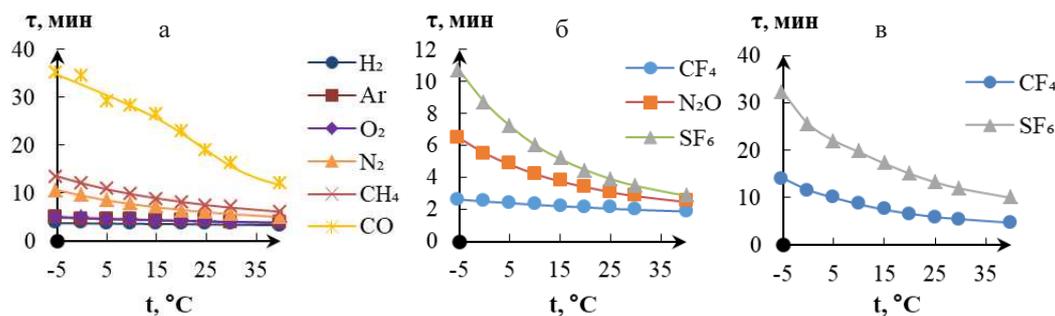


Рис. 1. Графики зависимости времени удерживания от температуры
а, в – при совместном использовании колонок CR-Q и CR-M; б – при использовании колонки CR-Q

сторону его уменьшения. Различия в динамике изменения времени удерживания при варьировании температурными диапазонами отображены на рис. 1.

Приведенные графики позволяют сделать вывод о том, что при данных условиях эксперимента гексафторид серы подвержен наибольшему влиянию температуры при проведении хроматографического разделения методом ГХ.

Список литературы

1. Зацаринная Ю.Н., Нурмеев Т.А. Преимущества эксплуатации комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 22. – С. 129–130.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнения воздуха, воды и почвы. Практическое руководство. – СПб. : ТЕЗА, 1999. – 624 с.
3. Руководство по газовой хроматографии // Пер. с нем. под ред. А.А. Жуховицкого – М. : Мир, 1969. – 503 с.
4. Конюхов В.Ю. Хроматография. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 224 с.

ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ СОЛЕЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УСЛОВИЯМИ

В. С. Федоров, Д. С. Токарев

Научный руководитель – к.х.н., доцент Э. С. Романенко

Национально исследовательский Томский политехнический университет
vsf23@tpu.ru

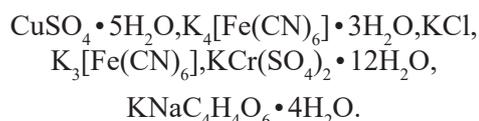
На данный момент, выращивание монокристаллов высокого качества является сложной инженерной проблемой требующего комплексного подхода к ее решению. В основном кристаллы выращивают из растворов и из расплавов. При выращивании из расплавов чаще всего используют методы: Вернейля, Чохральского.

Одной из основных частей таких установок является кристаллизационное оборудование, которое обеспечивает стабильность температуры, контроль раствора и его давления, а также равномерность распределения частиц в растворе. Кристаллизационное оборудование может быть выполнено в виде специальных кристаллизаторов или биореакторов, в которых создаются оптимальные условия для роста монокристаллов. Важной частью установок являются также системы контроля и автоматизации, которые обеспечивают мониторинг и регулирование всех параметров процесса выращивания. Такие системы включают в себя датчики температуры, давления, рН-уровня раствора и других параметров, а также программируемые логические

Полученные результаты анализа подтвердили общую тенденцию по сдвигу времени удерживания в меньшую сторону для компонентов в составе газовой смеси при повышении температуры в ходе хроматографического анализа, что потенциально позволяет сократить его общее время с целью повышения экспрессности процесса. Полученные данные позволяют осуществить подбор наиболее оптимального режим анализа в схожих условиях эксперимента.

контроллеры, которые позволяют контролировать работу установок и производить необходимые настройки. В этой работе осуществлено выращивание монокристаллов за счет испарения растворителя с введением ряда улучшений и воздействия внешних факторов: Использование метода паразитного наращивания с добавлением кристалла протектора, а также выращивание монокристаллов в сильном однородном магнитном поле. Для проведения опытов впоследствии была сконструирована установка, для выращивания монокристаллов с протектором и внешним испарителем.

Выращивание осуществлено из следующих солей:



Установка для выращивания монокристаллов, представляющая собой емкость, с широким горлом, снабженным термостатом и внешним испарителем с улавливанием побочных поверх-