**Экстракционное извлечение соединений серы в миниканалах**

***Шнайдер М.Э., Яковлев Д.А., Катасонова О.Н.***

*младший научный сотрудник*

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского*

*РАН, г. Москва, Россия*

*E-mail:* [*maria.schnei6@gmail.com*](mailto:maria.schnei6@gmail.com)

Микро- и миниканалы в жидкостно-жидкостной экстракции в последние десятилетия вызывают активный интерес благодаря ряду преимуществ, к которым относятся интенсификация процесса массообмена вследствие увеличения соотношения поверхности к объему, уменьшения пути диффузии молекул, что в свою очередь приводит к сокращению необходимого времени контакта фаз, а также безопасность, низкое энергопотребление.

С 2017 года микро- и миниканалы рассматриваются для создания альтернативной технологии очистки светлых фракций нефтяного сырья от соединений серы в соответствии с национальными стандартами качества нефтепродуктов. Соединения серы являются нежелательными компонентами в нефтяном сырье, поскольку представляют не только экологическую угрозу, но и наносят вред перерабатывающему оборудованию, катализаторам, трубопроводам, системам хранения и т.д. Применение миниатюрных устройств также будет представлять интерес для аналитической химии: анализ индивидуальных ароматических соединений серы в ряде нефтепродуктов в настоящий момент осложнен наличием полициклических ароматических углеводородов и ограниченной селективностью используемых детекторов. Определение соединений серы, как правило, проводят после их предварительного выделения из нефтяного сырья.

В настоящей работе извлечение соединений серы из вакуумного газойля проводили в тефлоновых миниканалах различного диаметра двумя экстрагентами: н-метилпирролидоном и диметилформамидом. Показано, что эффективность экстракции ароматических соединений серы из вакуумного газойля зависит от скорости потока, диаметра и длины канала, объемного соотношения двух фаз, физико-химических свойств экстрагентов. Построены детальные карты конфигурации потоков для каждого диаметра канала и экстрагента в зависимости от скорости потока, поскольку гидродинамика в многофазных миниреакторах значительно влияет на эффективность массообмена. Наиболее оптимальными моделями потоков для экстракции являются поток Тейлора (снарядный) и смешанный - снарядно-капельный, в которых массообмен определяется не только диффузией, но и конвекцией внутри отдельных сегментов. При данных конфигурациях потока до 50% соединений серы были выделены из вакуумного газойля за 25-50 секунд, что в 24-48 раз уменьшает время контакта фаз, необходимое для установления экстракционного равновесия при проведении процесса в традиционном режиме (шейкер, магнитная мешалка). При переходе к стержневому режиму для канала с диаметром менее 0.5 мм падение в эффективности экстракции составляет всего 5% при времени контакта фаз 5 секунд. В канале с диаметром 2 мм разность в степенях извлечения соединений серы составила более 15%. Проведение многостадийной экстракции в миниканале позволило извлечь до 75% ароматических соединений серы из вакуумного газойля в течение нескольких минут.

Таким образом, миниканалы могут быть в дальнейшем успешно использованы для экспрессного выделения ароматических соединений серы из нефтяного сырья.