

Д.А. ГАБАРАЕВ, С.А. КРАТ, М.Ю. ГАСПАРЯН, Е.А. АНАНЬЕВА  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва  
david.gabarayev2006@email.com

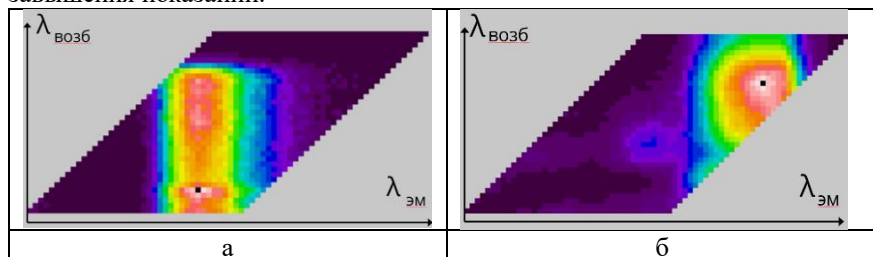
## **ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИТИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ**

Испытание и использование литиевых компонентов в камере токамака приводит к образованию насыщенных паров лития вблизи поверхности стенки, вследствие чего возникает миграция в пределах камеры и осаждение лития на различных участках поверхности. С точки зрения развития литиевых технологий обращённых к плазме элементов термоядерных установок большую важность приобретает задача измерения абсолютного количества лития в литийсодержащих плёнках. [1] Существует множество принципиально разных способов количественного определения содержания лития в плёнках, среди которых на практике себя в большей степени зарекомендовали спектрофотометрические (фотометрия пламени, спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой и т.д.). Стоит иметь в виду, что измерение содержания лития в значительной степени осложнено его химической активностью. При этом различные методы могут давать плохо согласующиеся результаты при анализе идентичных проб, что вызвано в том числе большой чувствительностью к наличию в пробах примесей (компоненты стали, воздуха и их соединения).[2]

В работе рассматривается возможность применения нового метода анализа для определения содержания лития в смывах образцов. Метод основывается на анализе спектральных флуоресцентных образов (SFS). Процедура измерения состоит в составлении матрицы, отображающей распределение интенсивностей волн эмиссии (в диапазоне 250-615 нм) при возбуждении волнами в диапазоне 230-400 нм и последующем построении градуировочной кривой на наборе стандартизованных проб.

Сам по себе литий в указанном диапазоне не флуоресцирует. Однако для фотометрического определения лития и схожих по химическим свойствам элементов применимы различные органические вещества (в частности, 8-оксихинолин), которые в силу более сложной структуры обладают широким спектром поглощения.[3, 4] На рис. 1, а изображен SFS раствора 8-оксихинолина в этаноле (ректификат). Чтобы 8-оксихинолин мог служить в качестве маркера лития, спектр продукта их реакции должен заметно отличаться от спектра самого 8-оксихинолина.[5] Только в этом случае становится возможным добавлять в оригинальную пробу 8-оксихинолин в

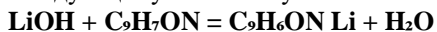
количестве, заведомо превышающем содержание лития в пробе, не опасаясь завышения показаний.



*Рисунок 1, а – спектральный флуоресцентный образ 8-оксихинолина, растворенного в этаноле, без каких-либо добавок; б – спектральный флуоресцентный образ образующегося комплексного соединения - 8-оксихинолята лития (реагенты смешаны в пропорции 1:1)*

Как видно из сравнения рис.1 а, б, спектр флуоресценции 8-оксихинолята смещен относительно спектра чистого 8-оксихинолина в сторону увеличения длины волны на величину порядка 100 нм.

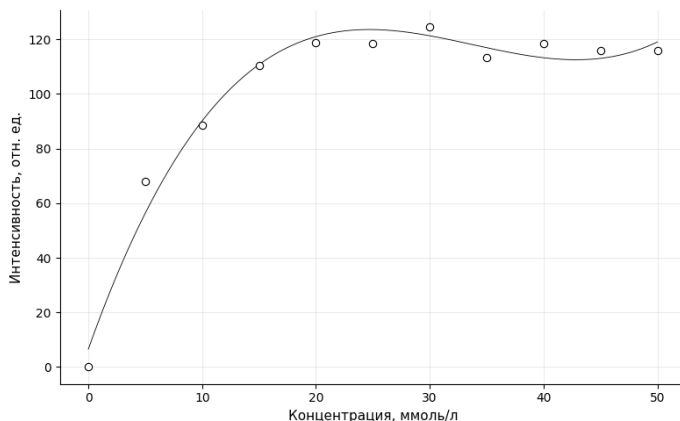
8-оксихинолин (8-г) образует и литием (Li) комплексное соединение 8-оксихинолята лития по следующему механизму:



Таким образом, предлагается определять не количество лития напрямую, но содержание 8-оксихинолята. При этом количество прореагировавшего лития в соответствии с уравнением реакции равно количеству продукта.

На рис. 2 показан градуировочный график. Набор проб подготавливался таким образом, чтобы концентрация изменялась линейно, и соответствующий характер зависимости ожидался для значений интенсивности. Однако график изменяется немонотонно. Это говорит о наличии нелинейных эффектов, возникающих в среде раствора в момент измерения. Поэтому на данный момент нельзя говорить о достоверности градуировки.

Тем не менее, предложенный способ в силу того, что все вещества в силу своей уникальной структуры имеют свой уникальный флуоресцентный образ, может оказаться более избирательным, чем альтернативные методы. Потенциальная возможность исключить источники систематической погрешности делает перспективными дальнейшую разработку предлагаемого метода.



*Рисунок 2 – градуировочный график, показывающий влияние нелинейных эффектов в растворах результаты измерений.*

## Литература

- [1] Мирнов С.В., Джигайло Н.Т., Щербак А.Н. Физико-химический метод определения абсолютного количества лития в плёнках на диагностических мишенях в камерах токамаков // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. – 2018. – Т. 41, № 1. – С. 53-56.
- [2] Джигайло Н.Т., Кравчук С.И., Лазарев В.Б., Петрова Н.П. Сравнительный анализ результатов, полученных разными методами исследования состава литийсодержащих плёнок на диагностических мишенях в камере токамака Т-11М // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез. – 2022. – Т. 45, вып. 1. – С. 79–90.
- [3] Полуэктов Н. С. Аналитическая химия лития / Н. С. Полуэктов, С. В. Мешкова, Е. Н. Полуэктов. — М. : Наука, 1955. — 202 с. — (Аналитическая химия элементов).
- [4] Аккузина А. А. Высокочистые координационные соединения 8-оксихинолина с металлами S- и P-элементов для органических светоизлучающих диодных структур: дис. ... канд. хим. наук. — М., 2018.
- [5] Абдирахманова А. Ф. Определение иона лития с 8-оксихинолином спектрофлуориметрическим методом / А. Ф. Абдирахманова, Н. Х. Куплимуротова // Химические науки. — 2025. — № 8 (134). — 7 С.