

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБ ВОЗДУХА ДО И ВО ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО УДАЛЕНИЮ НОВООБРАЗОВАНИЯ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ В МИКРОСЕКУНДНОМ ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

Сидельников В.О. (ООО Люмэкс, Университет ИТМО), Чучина В.А. (ООО Люмэкс),  
Кравцов Д.В. (ООО Люмэкс, ИАП РАН), Губаль А.Р. (ООО Люмэкс)

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Ганеев А.А. (ООО Люмэкс),  
к.ф.-м.н. Щербинин Д.П. (Университет ИТМО)

**Введение.** Методы анализа смесей летучих органических соединений (ЛОС) и неорганических соединений требуются во многих областях медицины. В частности, для определения заболевания по выдыхаемому воздуху, а также проб, собранных при операции по трансуретральной резектоскопии простаты (ТУРП) и мочевого пузыря (ТУРМП) для определения онкомаркеров заболевания. Также анализ соединений нужен для определения содержания канцерогенных ЛОС, возникающих в процессе взаимодействия резектоскопа с новообразованием и тканями пациента при проведении ТУРП и ТУРМП. Однако существующие методы анализа (например, масс-спектрометрия с газовой хроматографией) либо требуют длительного времени исследования и сбора пробы с использованием сорбционных трубок для транспортировки, хранения, а также дополнительного концентрирования пробы, либо недостаточно чувствительны для прямого анализа.

В последнее время нашей научной группой развиваются подходы к прямому определению ЛОС и неорганических соединений в газовых пробах с использованием масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом [1, 2]. Данный метод позволяет проводить прямой анализ газовых проб. Такой метод показал высокую чувствительность при анализе модельных смесей ЛОС в воздухе. Таким образом, метод прямого определения является перспективным для анализа воздуха при операции.

В данной работе проводится разработка подхода к анализу образцов, полученных до и во время операции ТУРМП, с использованием масс-спектрометра с импульсным тлеющим разрядом “Люмас ИТР-301” (ООО «Люмэкс»).

**Основная часть.** В отделении урологии Мариинской больницы были отобраны пробы воздуха до операции и во время операции по удалению новообразования мочевого пузыря. Пробоотбор осуществлялся в газовые пакеты Tedlar<sup>®</sup>, при пробоподготовке образцы воздуха не сорбировались, что важно для прямого определения ЛОС. Также идентичные пробы были отобраны в сорбционные трубки для анализа методом масс-спектрометрии с газовой хроматографией (ГХ-МС).

Анализ с помощью масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом проводился с использованием прямого ввода. Были оптимизированы параметры разряда для наиболее эффективной ионизации ЛОС (длительность выталкивающего импульса, задержка импульса, напряжение импульса, давление в разрядной ячейке). Для чистоты эксперимента были проведены несколько независимых измерений пробы. Фоновый масс-спектр, полученный при анализе пробы из больницы до операции, вычитался из масс-спектра пробы, полученной при операции. Поиск соединений в масс-спектрах проводился по списку биомаркеров опухоли мочевого пузыря, представленных в работе [3]. Результатом исследования является список соединений (изобутилен, 2-бутанон, этанол, 3-гептанон, гексаналь и др.), обнаруженных в пробах воздуха с использованием масс-спектрометрии с микросекундным импульсным тлеющим разрядом и масс-спектрометрией с газовой хроматографией. Отмечено, что классический анализ методом газовой хроматографии позволил обнаружить существенно меньший круг соединений, что свидетельствует о преимуществах метода прямого анализа.

**Выводы.** Показано, что с использованием масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом возможно проводить определение широкого круга ЛОС. При этом данный метод позволяет существенно уменьшить недостатки классической пробоподготовки и провести прямой анализ проб воздуха при оперативных мероприятиях по удалению новообразования мочевого пузыря. В работе был определен ряд наиболее вероятных соединений, присутствующих непосредственно в пробе воздуха, полученной во время операции по ТУРМП.

#### **Список использованных источников:**

1. А.А. Ганеев, А.Р.Губаль, Д.В. Кравцов, В.А. Чучина, В.О. Сидельников, Е.М. Яковлева, А.А. Строганов. Времяпролетная масс-спектрометрия с импульсным тлеющим разрядом для прямого определения летучих органических соединений в воздухе, азоте и аргоне. Процессы ионизации летучих органических соединений // Аналитика и контроль. – 2023. – Т. 27. – №. 4. DOI:10.15826/analitika.2023.27.4.002 (принята к печати)
2. D. Kravtsov, A. Gubal, V. Chuchina, N. Ivanenko, N. Solovyev, A. Stroganov, H. Jin, A. Ganeev. Volatile Organic Compound Fragmentation in the Afterglow of Pulsed Glow Discharge in Ambient Air // *Molecules*. – 2022. – Т. – 27. №. 20. – С. 6864. DOI:10.3390/molecules27206864
3. C. Zhao, M. K. Kim, H. J. Kim, S. K. Lee, Y. J. Chung, J. K. Park. Comparative Safety Analysis of Surgical Smoke From Transurethral Resection of the Bladder Tumors and Transurethral Resection of the Prostate // *Urology*. – 2013. – Т. 82. – №. 3. – С. 744.e9-744.e14. DOI:10.1016/j.urology.2013.05.028