



**Рисунок 5 – Экспериментальный образец лазерно-плазменного двигателя на основе импульсного мини лазера RL1.0Q (без блока питания и системы подачи рабочего тела)**

ЛПД испытывались с двумя разными рабочими телами: сплавом жидких металлов Ga+In и высокомолекулярной жидкостью на основе вакуумного масла с наполнителем. Результаты измерений приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты измерений удельного импульса тяги экспериментальных образцов ЛПД**

	Рабочее тело ЛПД на основе сплава (Ga+In)	Рабочее тело ЛПД на основе высокомолекулярной жидкости
Блок ЛПД на основе Nd:YAG-лазера	3160 с $\pm 5$ %	4580 с $\pm 5$ %
Блок ЛПД на основе эрбиевого лазера	3200 с $\pm 5$ %	4000 с $\pm 5$ %

Разработана времяпролетная методика измерения скорости импульсных плазменных потоков в вакууме на основе электрического и оптического зондов и применена для измерения удельного импульса тяги экспериментального образца лазерно-плазменного двигателя. Показано, что ЛПД с жидкими рабочими телами как на основе высокомолекулярной жидкости, так и на основе сплава Ga+In обеспечивают достижение удельного импульса, превышающего 3000 с, что свидетельствует о перспективности разрабатываемых образцов микродвигателей.

#### *Список литературы*

1. Phipps, C.R., Luke, J.R. Laser plasma thruster. Patent 6530212 USA / 2003.
2. Чумаков, А.Н. Лазерно-плазменный двигатель. Патент на изобретение 2338918 C1RU / 20.11.2008.
3. Любченко, Ф.Н. Новая концепция лазерно-плазменного двигателя // Космонавтика и ракетостроение. – 2009. – №3 (56), С. 62.
4. Phipps, C. Laser – Ablation Propulsion // J. of Propulsion and Power. – 2010. – V. 26 (4). – P. 609.

П.В. Чекан, А.Н. Чумаков – Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, chekan@imaph.bas-net.by, chumakov@imaph.bas-net.by.

В.В. Шкурко – Институт подготовки научных кадров НАН Беларуси, Минск, shkurko@ipnk.basnet.by.

УДК 533.9.082.5; 621.373.826; 621.793.79

Н.Х. Чинь, М.П. Патапович, Фам Уиен Тхи, И.Д. Пашковская, Ж.И. Булойчик, Н.И. Нечипуренко,  
А.Л. Танин, А.П. Зажогин

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРООКИСЕЙ К И Na НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАТИОНОВ Са и Mg В ВЫСОХШИХ НА БУМАЖНЫХ ФИЛЬТРАХ КАПЛЯХ БЕЛКА МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОЙ ЛАЗЕРНОЙ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ**

Своевременная диагностика и адекватная терапия хронической ишемии мозга относятся к числу приоритетных задач неврологии, направленных на предупреждение развития и

прогрессирования заболевания, снижения риска развития деменции [1]. При этом существующие методы объективизации эффективности лечебного воздействия при сосудистых заболеваниях головного мозга, к числу которых относится, например, исследование церебральной гемодинамики, дают лишь косвенное представление о состоянии головного мозга.

Ежегодный рост заболеваемости дисциркуляторной энцефалопатией и инвалидизации в связи с прогрессированием данного заболевания диктует необходимость поиска новых методов объективного мониторинга лечения больных ДЭ и доступных прогностических критериев развития инсульта [2]. Рядом авторов признается возможность получения интегрированной информации о состоянии организма и тенденций его изменений, заложенной в особенностях морфологической картины твердой фазы биологических жидкостей при помощи метода клиновидной дегидратации [3]

Процессы, протекающие при высыхании капли биологической жидкости на твердой смачиваемой подложке при комнатных условиях привлекают пристальное внимание исследователей уже несколько десятков лет [3]. Интерес к этим объектам вызван, прежде всего, тем, что в последние годы в медицинской диагностике нашел применение метод клиновидной дегидратации [3, 4]. Метод позволяет на основании анализа структур, образовавшихся при высыхании капли биологической жидкости (плазма крови, спинномозговая жидкость, слюна и т.д.), выявлять широкий набор различных заболеваний человека на доклинической стадии. Физико-химические причины возникновения этих структур на сегодняшний день не выяснены, проблема требует изучения. Однако эти эмпирические закономерности уже позволяют дать оценку состояния организма и активно используются в медицинской практике.

При высыхании капли биологической жидкости протекает множество разнообразных процессов различной природы от нано- до макроуровня. Однако до сих пор нет полной ясности относительно химического состава периферической и центральной части высушенных капель. Так, в частности, согласно [4 – 6] считается, что при высыхании происходит перераспределение компонентов: белок накапливается преимущественно по краям капли, в то время как соль распределена по диаметру капли более или менее равномерно.

В настоящей работе для разработки методик оценки радиального распределения элементов анализируется влияние гидроокисей калия и натрия, используемых в качестве осадителей, для хлоридов алюминия, кальция и магния, одних из основных элементов, входящих в состав белков, на их распределение при высыхании капли водного раствора яичного альбумина на поверхности пористого тела (бумажного фильтра) методом локальной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии.

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Динамика развития процессов абляции и приповерхностного образования плазмы исследовалась методом атомно-эмиссионной многоканальной спектроскопии при воздействии сдвоенных лазерных импульсов на поверхность высушенных образцов альбумина. На основании проведенных исследований были определены наиболее оптимальные параметры энергии импульсов излучения и временного интервала между сдвоенными импульсами.

Подготовка образцов проводилась по следующей методике. Капля водного раствора гидроокиси калия или натрия объемом 10 мкл с концентрацией 5 % наносилась на поверхность бумажного фильтра (синяя лента) диаметром 20 мм с помощью микропипетки. Процесс сушки проходил при температуре 40 °C и относительной влажности воздуха 30 – 35 % в течение примерно 5 мин. Затем поверхность высушенной гидроокиси последовательно наносились водные растворы 0,5 % альбумина с хлоридами алюминия, кальция и магния. Образцы высушивались при вышеуказанных условиях.

На рисунке 1 представлены зависимость интенсивности линий кальция, в спектрах высушенных капель альбумина при добавке хлорида кальция с концентрацией 0,1 % Ca. По диаметру пробы проводился анализ в 30 точках.

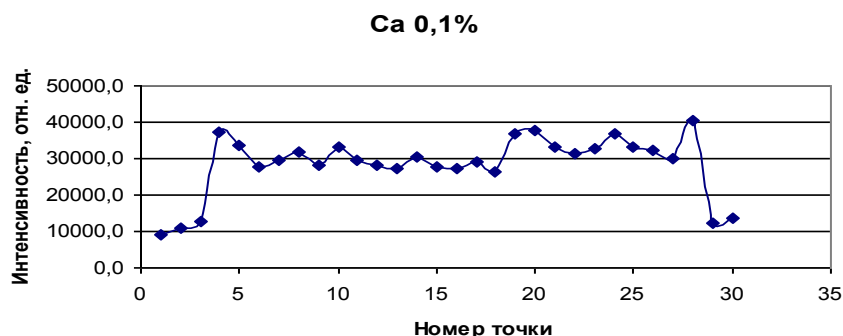


Рисунок 1 – Интенсивность ионной линии Ca II (393,367 нм) в спектрах образцов.

На рисунке 2а, 2б и 2в приведены аналогичные зависимости для хлоридов кальция, магния и алюминия при нанесении первым слоя гидроокисей калия и натрия в качестве осадителей катионов

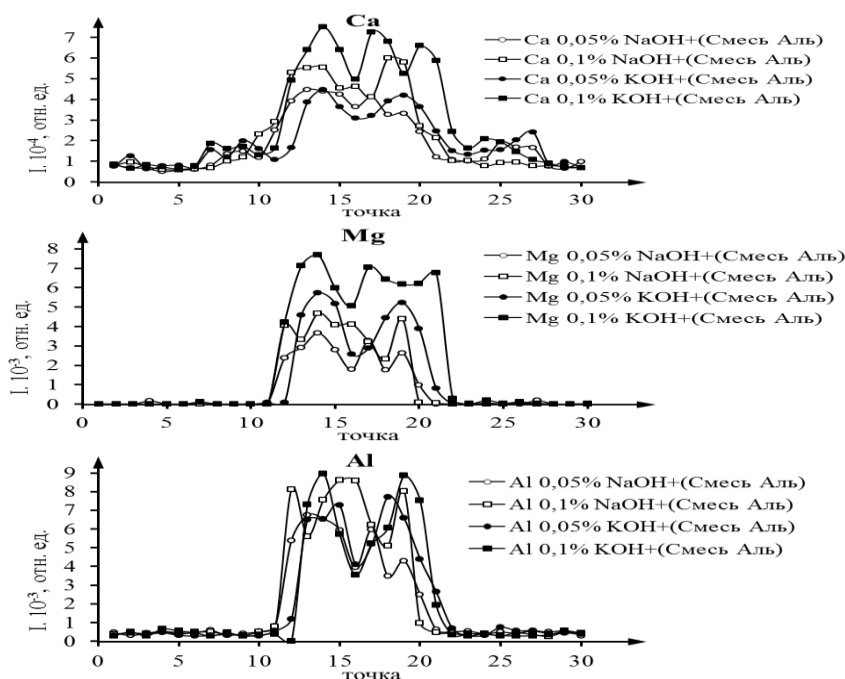


Рисунок 2 – Интенсивность ионной линии Ca II (393,367 нм) (а), атомной линии Mg I (383,826 нм) (б) и атомной линии алюминия Al I (396,153 нм) в спектрах образцов

Как видно из сравнения приведенных графиков наблюдается определенная закономерность между пространственным распределением элементов. Без использования осадителей соли распределяются практически по всей площади образца. При введении гидроокисей концентрация их в центральной части заметно начинает увеличиваться. Анализ позволяет сделать вывод, что это различие обусловлено преимущественным переносом катионов водой по капиллярам к краям фильтра в первом случае и образованием малорастворимых гидроокисей кальция, магния и алюминия во втором случае.

Из приведенных данных также видно, что размер высушенной капли, содержащей соли, зависит как от порядка нанесения растворов, так и вида гидроокиси. Наименьшие размеры капель получаются для солей магния и алюминия при использовании гидроокиси калия (4,8 мм), в то время как для образца с гидроокисью натрия размер  $\approx 5,4$  мм. Площадь распределения кальция в каплях

несколько выше, что объясняется несколько большей растворимостью гидроксидов кальция по сравнению гидроксидами алюминия и магния. Так, для сравнения, растворимость гидроксидов алюминия ( $1,10^{-4}$  г / 100 г  $H_2O$ ) и магния ( $1,2 \cdot 10^{-3}$ ) значительно меньше, чем для кальция (0,18). Известно, что при проведении процессов осаждения почти всегда приходится учитывать вероятность выпадения в осадок нескольких соединений, поскольку в анализируемом растворе возможно присутствие нескольких катионов, образующих малорастворимые соединения с осадителем. Так как вещество выпадает в осадок, когда произведение концентраций составляющих его ионов в растворе превышает произведение растворимости, то, очевидно, что первым будет выпадать то соединение, произведение растворимости которого будет достигнуто при минимальной концентрации осадителя.

Проанализировано влияние гидроксидов K и Na на пространственное распределение кальция, магния и алюминия при высыхании капли водного раствора яичного альбумина на поверхности пористого тела (бумажного фильтра) методом локальной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии. Показано, что предварительное нанесение на подложку гидроксидов существенно уменьшает скорость движения катионов к периферии при высыхании капли биологической жидкости и ее размер.

#### Список литературы

1. Яхно, Н.Н., Виленский, Б.С. Инсульт как медико-социальная проблема. // Русский медицинский журнал. – 2005. – Т. 13. – № 12. – С. 807 – 815.
2. Карпухина, М.Б. Динамика морфологической картины плазмы крови и когнитивных функций на фоне нейропротективной терапии при дисциркуляторной энцефалопатии / М.Б. Карпухина, Ю.П. Потехина, Е.А. Антипенко, А.В. Густов, И.В. Шишпор, М.Э. Бузовера // Медицинский альманах. – Нижний Новгород. – 2011. – № 1(14). – С. 69 – 71.
3. Шабалин, В.Н., Шатохина, С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. – М.: Хризостом, 2001. – 304 с.
4. Тарасевич, Ю.Ю., Аюпова, А.К. Влияние диффузии на разделение компонентов биологической жидкости при клиновидной дегидратации. // ЖТФ. – 2003. – 73, вып. 5. – С. 13 – 17.
5. Тарасевич, Ю.Ю., Исакова, О.Л., Кондухов, В.В., Савицкая, А.В. Влияние режима испарения на пространственное перераспределение компонентов в испаряющейся капле жидкости на твердой горизонтальной подложке // ЖТФ. – 2010. – Т. 89, вып. 5. – С. 45 – 50.
6. Максимов, С.А. Морфология твердой фазы биологических жидкостей как метод диагностики в медицине // Бюллетень сибирской медицины. – 2007. – № 4. – С. 80 – 85.

Н.Х. Чинь, М.П. Патапович, Фам Уиен Тхи, Ж.И. Булойчик, А.П. Зажогин – Белорусский государственный университет, Минск, ngochoangch10@yahoo, zajogin\_an@mail.ru.

Н.И. Нечипуренко, А.Л. Танин, И.Д. Пашковская – РНПЦ неврологии и нейрохирургии, Минск.

УДК: 651.849.19

М.М. Асимов, Р.М. Асимов, В.Ю. Плавский, А.Н. Рубинов, А.Б. Краснобаев, Д.Б. Владимиров

### ФОТОДЕЗИНТОКСИКАЦИЯ ОТРАВЛЯЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ УГАРНОГО ГАЗА

Проблема эффективного устранения отравляющего действия угарного газа (СО) является актуальной и социально значимой задачей. До настоящего времени возможности современной медицины остаются весьма ограниченными и, поэтому, потери от последствия отравлений значительны.

Угарный газ представляет собой токсичный сильнодействующий газ без цвета и запаха. Токсичность угарного газа для организма человека связана с формированием комплекса карбоксигемоглобин ( $HbCO$ ), при соединении с гемоглобином ( $Hb$ ) крови. Стабильность комплекса  $HbCO$  в 360 раз превышает стабильность оксигемоглобина ( $HbO_2$ ) крови. Рост концентрации  $HbCO$  в