

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 14-19-00989.*

**КОНТРАСТНЫЕ АГЕНТЫ ДЛЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ  
ТОМОГРАФИИ НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ  
НЕМОДИФИЦИРОВАННОГО Gd@C<sub>82</sub>**

*Михеев И.В.<sup>(1)</sup>, Кареев И.Е.<sup>(2)</sup>, Бубнов В.П.<sup>(2)</sup>, Болотник Т.А.<sup>(1)</sup>,  
Малошицкая О.А.<sup>(1)</sup>, Волков Д.С.<sup>(1)</sup>, Коробов М.В.<sup>(1)</sup>,  
Проскурнин М.А.<sup>(1)</sup>*

<sup>(1)</sup> Московский государственный университет  
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

<sup>(2)</sup> Институт проблем химической физики РАН  
142432, г. Черноголовка, пр. Академика Семенова, д. 1

Значительное место среди современных наноматериалов занимают материалы на основе фуллеренов, обладающие уникальным строением и свойствами. Однако с 1990 г известны способы получения эндометаллофуллеренов (ЭМФ), одним из которых является метод электродугового синтеза с последующей экстракцией в разнополярных растворителях с последующим хроматографическим разделением. Наиболее явный потенциал использования ЭМФ в биологии и медицине в качестве спиновых меток. Кроме того, ЭМФ, содержащие радионуклиды, можно использовать в терапевтических и биомедицинских целях в качестве радиопрепаратов. Для проведения диагностических мероприятий в магнитно-резонансной томографии (МРТ) применяют контрастные вещества (КВ) на основе хелатных комплексов парамагнитных веществ. В настоящее время в клинической практике нашли широкое применение хелатные комплексы гадолиний («Магневист», «Гадовист» и др.). Однако существенным недостатком этих препаратов является их токсичность, обусловленная поступлением в организм токсичных ионов гадолиния. Водные дисперсии (ВДФ) ЭМФ, содержащие парамагнитные атомы гадолиния внутри углеродного каркаса, выступают в качестве альтернативных им малотоксичных препаратов.

Цель работы — получение устойчивых ВДФ Gd@C<sub>82</sub>, а также определение основных характеристических релаксационных параметров.

В качестве объекта исследования выбран обогащенный экстракт Gd@C<sub>82</sub>, полученный электродуговым синтезом с последующей экстракцией в разнополярных растворителях. В качестве способа перевода Gd@C<sub>82</sub> в водную фазу использовали методику прямого диспергирова-

ния с использованием солиоблизаторов  $\alpha$ -аминокислот с гидрофобными радикалами (L-Ala, L-Тур, L-Тгр).

Дисперсии охарактеризованы методом ИСП-АЭС, причем установлено, что по методике с использованием L-Тгр/Gd@C<sub>82</sub> получена дисперсия с максимальной концентрацией  $0.8 \pm 0.1$  мкМ. Также использовали метод динамического рассеяния света, при помощи которого установили, что в L-Тгр/Gd@C<sub>82</sub> эффективный диаметр кластеров  $140 \pm 4$  нм, также получены значения электрокинетического потенциала –  $41.6 \pm 1.8$  мВ.

Согласно теории Блюмбергера, скорость спин–решеточной (протонной) релаксации парамагнитных веществ описывается уравнением:  $1/T_1 = 1/T_0 + R_1[Gd]$ . Релаксационные свойства Gd@C<sub>82</sub> определяются способностью атомов гадолиния взаимодействовать с ЭМФ посредством передачи валентных электронов от внедренного атома на углеродную оболочку и тем самым снижать времена релаксации КВ с протонами воды и получать более четкие изображения в МРТ. Времена ( $T_1$ ) спин-решеточной релаксации на ядре <sup>1</sup>H измеряли с использованием стандартной импульсной последовательности  $\pi - \tau - \pi/2$  при температуре  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Для L-Тгр/Gd@C<sub>82</sub> коэффициент релаксации ( $R = 131.0$  мл $\times$ моль<sup>-1</sup> $\times$ с<sup>-1</sup>), что в 60 раз превосходит по эффективности традиционный коммерческий препарат КВ “Магневист”, используемый в МРТ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 16-33-00654 мол\_a и 16-03-00810-a.*

## **СИНТЕЗ И ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА МАГНИТОПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДОВ**

*Михневич Е.А., Русинова Е.В., Сафронов А.П., Курляндская Г.В.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Исследование композитов на основе полимерных матриц, наполненных порошкообразными магнитными материалами, является актуальным направлением современной науки и техники. Особый интерес представляют биосовместимые композиты, которые могут применяться в медицине, биотехнологии, биоинженерии в качестве сенсорных систем, магнито-чувствительных датчиков, средств доставки лекарственных препаратов. В качестве померной матрицы таких композитов могут быть использованы природные полисахариды, такие как гуар и ксантан.