

## Редакционная колонка – личное мнение

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-5-5>

### Магнитно-резонансная томография полимерных материалов и изделий

*Е. В. Морозов<sup>1</sup>, В. М. Бузник<sup>2+</sup>*

Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН — ФИЦ «КНЦ СО РАН», Академгородок, 50, строение 38, 660036, г. Красноярск, Россия  
Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, ул. Радио, 17, 105005, г. Москва, Россия

Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ), получивший заслуженное признание в области медицинской диагностики, редко используют в материаловедении, несмотря на имеющиеся публикации и литературные обзоры, посвященные успехам МРТ в данной области [Коптюг И. В., Сагдеев Р. З. // Успехи химии. 2003. Т. 72, № 2. С. 183–212; Морозов Е. В., Коптюг И. В., Бузник В. М. // Авиационные материалы и технологии. 2014. № S1. С. 17–29]. Одной из причин сложившейся ситуации является низкая доступность дорогостоящего МРТ-оборудования, сосредоточенного чаще всего вне центров исследований полимерных материалов (ПМ). В отличие от «классических» методов ЯМР-спектроскопии, дающих информацию о строении и процессах на молекулярном уровне, МРТ позволяет изучать ПМ и изделия из них на макроуровне, в масштабах от долей миллиметра до десятков сантиметров с временным разрешением от секунд до десятков часов и даже дней.

Широкие перспективы исследования ПМ методом МРТ обусловлены удобством фиксации сигналов ядер атомов водорода. Возможность неинвазивной визуализации строения оптически непрозрачных объектов предопределила пионерское направление МРТ — визуализацию текстурных характеристик ПМ. В частности, с помощью МРТ можно проследить динамику границы вулканизации эластомеров, выявить дефекты полимерной матрицы, наличие неоднородностей и других включений. Вследствие аппаратных особенностей, визуализация ограничена эластичными ПМ, релаксационные характеристики ЯМР которых позволяют получать достаточный для уверенного детектирования сигнал. Однако и в случае жестких материалов конструкционного назначения, например органо- и стеклопластики, метод МРТ эффективно применяют для визуализации зон водопоглощения и процессов заморозки воды и таяния льда [doi: 10.1007/s00723-015-0748-2].

Другим эффективным направлением МРТ является исследование транспорта различных сред в полимерных композитах (ПК) и их набухание [doi: 10.1016/j.pnmrs.2011.12.001]. Визуализация фронта движения жидкости в ПК позволяет опре-

делить механизм транспорта и количественно оценить транспортные свойства ПМ, а также проследить динамику набухания и растворения полимерной матрицы. Стоит отметить, что исследовать транспорт можно как жидкости, так и газов, например CO<sub>2</sub> [Морозов Е. В., Гладышев Н. Ф., Бузник В. М., Гладышева Т. В. // Авиационные материалы и технологии. 2014. № S1. С. 37–43]. Большое развитие получило исследование процессов набухания ПМ фармакологического назначения, носителей лекарственных препаратов.

Большинство современных приложений МРТ к изучению и неразрушающему контролю ПМ связаны именно с морфологическим и транспортным направлениями. Меняются материалы и конкретные задачи, но метод остается эффективным. Это можно ярко продемонстрировать на примере аддитивных технологий: метод МРТ успешно используют для исследования полимерных изделий, изготовленных с помощью 3D-печати, для визуализации их морфологического строения и процессов транспорта воды [doi: 10.1016/j.addma.2016.05.015].

Перспективными являются интеграция МРТ и методик ЯМР-спектроскопии для совмещений макро- и микроскопических исследований, внедрение портативных МРТ-сканеров с открытой магнитной системой, что позволяет проводить исследования и контроль ПМ непосредственно на производстве [doi: 10.1016/j.mri.2018.09.015]. Это расширяет границы применения метода и его информативность, делая МРТ доступным для исследователей в области полимерного материаловедения.



*Морозов Е. В. —  
к.ф.-м.н.*



*Бузник В. М. —  
зам. главного редактора,  
д.х.н., академик РАН*

<sup>+</sup>Автор, с которым вести переписку. E-mail: bouzник@ngs.ru

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)  
Full text of articles can be purchased from the editorial office

**Адрес редакции:** ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь  
**Телефон/факс:** +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

**Address:** Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus  
**Phone:** +375 (232) 34 06 36. **Fax:** +375 (232) 34 17 11

**E-mail:** [polmattex@gmail.com](mailto:polmattex@gmail.com)  
**Web:** <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

**Образец цитирования:**

Морозов Е. В., Бузник В. М. Магнитно-резонансная томография полимерных материалов и изделий // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 4. С. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-5-5>

**Citation sample:**

Morozov E. V., Buznik V. M. Magnitno-rezonansnaya tomografiya polimernykh materialov i izdeliy [Magnetic resonance imaging of polymer materials and products]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 4, pp. 5. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-4-5-5>