

Отзыв

на автореферат диссертации **Богайчука Александра Вячеславовича «Корреляционный метод оценки времен спин-спиновой и эффективной спин-спиновой релаксации и аппаратный комплекс ЯМР-релаксометрии для анализа твердотельных полимеров»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

В работе Богайчука А.В. разработан аппаратный комплекс для ЯМР-релаксометрии, который имеет модульное исполнение, что может обеспечить его легкую модернизацию в зависимости от поставленных задач. В настоящее время это является **актуальным** в связи с необходимостью развивать импортозамещение по линии радиоспектроскопического приборостроения. В России разработано несколько типов малогабаритных релаксометров, но они выпускаются малыми сериями, и, кроме того, новые разработки можно только приветствовать. Представленный в работе ЯМР-релаксометр имеет частотный диапазон от 0,5 до 500 МГц и два варианта магнитной системы. Первый вариант – на основе сверхпроводящего магнита с возможностью изменения величины магнитного поля в диапазоне от 0 до 8,5 Тл, а также температурным контролем от 1,65 до 300 К. Второй вариант – разработанная автором конструкция магнитной сборки Хальбаха низкой стоимости на основе восьми постоянных магнитов в виде параллелепипедов с квадратным сечением. К данной магнитной системе была применена авторская методика подборки конфигурации постоянных магнитов с учетом неидеальности материалов с целью достижения наилучшей возможной однородности магнитного поля внутри сборки.

В диссертационной работе Богайчука А.В. предложен корреляционный метод для времен спин-спиновой и эффективной спин-спиновой ($T_2-T_{2эф}$) ядерной магнитной релаксации. С помощью данного метода был произведен анализ температурных переходов в образце промышленного поливинилхлорида. Полученные результаты согласуются с результатами дифференцирующей сканирующей калориметрии. Дополнительно метод $T_2-T_{2эф}$ был применен для разделения сигналов от многокомпонентной системы на примере смеси образцов поливинилхлорида и полиэтилена низкой плотности.

Таким образом, диссертационное исследование Богайчука А.В. **актуально** в рамках практического применения: предложенные подходы и методы могут быть востребованы для развития новых или уже существующих технологий и наукоёмких производств, например, производство малогабаритных ЯМР-релаксометров; разработанный экспериментальный метод корреляционной оценки времен спин-спиновой и эффективной спин-спиновой релаксации ($T_2-T_{2эф}$) может быть использован для получения дополнительной информации методами ЯМР-релаксометрии твердого тела не только для твердотельных полимеров, но и для других твёрдых (или сильновязких) диамагнетиков с характерными временами теплового движения более десятков микросекунд.

Материалы работы **опубликованы в рекомендованных ВАК** российских и зарубежных журналах, **апробированы** на международных конференциях, а также по ним **получен патент** на изобретение.

Автореферат позволяет составить достаточно полное представление о работе. Судя по автореферату, диссертационная работа не имеет существенных недостатков, которые могли бы препятствовать ее успешной защите.

Однако автореферат содержит некоторое количество **неточностей и недостатков**.

1) По моему мнению, неудачно сформулированы некоторые положения, выносимые на защиту: они написаны как перечень результатов (отсутствует необходимый признак потенциальной дискуссионности, то есть в них не отражены принципиальные преимущества или особенности предложенных подходов).

2) В автореферате нет определения, что понимается под важным для диссертации термином «время эффективной спин-спиновой релаксации $T_{2\text{эф}}$ ». Требуется уточнения также обозначение T_2^* . В литературе по магнитному резонансу под этим обозначением обычно понимается «аппаратурное» время поперечной релаксации, поэтому странно, что его используют для корреляционных выводов о молекулярном строении объекта (ссылка на то, что кто-то так делал, не может быть доводом).

3) В автореферате имеются места с дефицитом информации. Например, недостаточно пояснена блок-схема релаксометра, представленная на рис. 1, не приведены его важные характеристики (длительность 90-градусного импульса; «мертвое время» приёмного тракта, что особенно важно для низкочастотного диапазона регистрации сигнала ЯМР в твёрдой фазе; количество исследованных образцов каждого типа и т. п.). Не ясно, к какому образцу относятся данные, приведённые на рис. 6.

Указанные недостатки не являются принципиальными, не снижают ценности выполненного научного исследования и не изменяют общего благоприятного впечатления. **В целом, диссертационная работа Богайчука А.В. является логически завершённой научно-квалификационной работой**, в которой успешно решена поставленная перед соискателем задача развития методики и аппаратного обеспечения ЯМР-релаксометрии для анализа твердотельных полимеров.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа «Корреляционный метод оценки времен спин-спиновой и эффективной спин-спиновой релаксации и аппаратный комплекс ЯМР-релаксометрии для анализа твердотельных полимеров» удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 18 марта 2023 г. № 415), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Богайчук Александр Вячеславович, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

20 ноября 2023 г.

Чижик Владимир Иванович

Чижик Владимир Иванович

Доктор физ.-мат. наук по специальностям

1.3.4 – радиофизика и 1.3.8 – физика конденсированного состояния,

профессор по кафедре радиофизики,

профессор кафедры ядерно-физических методов исследования,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

198504, Санкт-Петербург, Петергоф ул. Ульяновская, д.1,

Электронный адрес: v.chizhik@spbu.ru Телефон: +79312230071

