В диссертационный совет 02.6.013.95
при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зуева Ярослава Игоревича

«РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕРА С ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ С ПОМОЩЬЮ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Работа Зуева Я.И. посвящена актуальной и важной проблеме в области разработки новых материалов — получению полимерных композитов с одностенными углеродными нанотрубками (ОУНТ). Предложенная диссертантом методология основывается на использовании сверхкритических (ск) флюидов, в частности, ск-CO_2 и ск-N_2. Актуальность исследования обусловлена с одной стороны высоким спросом на материалы с высокой электропроводностью, механической прочностью и эффектами экранирования электромагнитных излучений, а с другой — необходимостью разработки и развития высокоэффективных технологий современной химии материалов.

Автор впервые успешно реализовал комплекс методов: быстрое расширение сверхкритических суспензий (RESS) и сверхкритическое антисольвентное осаждение (SAS) — для получения композитов термопластичного полиуретана ТПУ с равномерно распределенными ОУНТ, обладающими высокими механическими и электромагнитными эксплуатационными свойствами при минимальном содержании ОУНТ. При этом в рамках цели диссертационного исследования каждый метод был изучен индивидуально в широком диапазоне технологических параметров, а в случае RESS апробированы два принципиально различных флюида, что, безусловно, пополнило базу фундаментальных знаний в области технологий, основанных на применении сверхкритических флюидов. В финальной части автореферата отмечается, что использование ск-CO_2 и ск-N_2 способствует снижению порога перколяции для полученных предложенным подходом композитов ТПУ с ОУНТ до экстремально низких значений (0,007%), при этом параметры механической прочности и

электропроводимости остаются на высоком уровне. Свойства и потенциал практического применения полученных композитов исследованы современными методами физико-химического анализа: сканирующая и атомно-силовая микроскопия, КР-спектроскопия, импедансная и терагерцовая спектроскопия. Выводы диссертационной работы однозначно подкреплены экспериментальными данными и литературными ссылками, а полученные результаты не вызывают сомнения и могут найти применение в разработки новых видов мембран, покрытий и сенсоров.

В процессе изучения автореферата возникли вопросы и замечания:

а) В автореферате не производится сравнение свойств N_2 и CO_2 при параметрах RESS. Так, плотность и полярность флюидов, положение параметров процесса относительно критической точки каждого флюида – важные аспекты, позволяющие полноценно рассуждать о влиянии типа флюида на эффективность деагломерации ОУНТ, а не констатировать различия в результатах. Возможно, в полном тексте диссертации этим моментам уделяется больше внимания.

б) Из содержания автореферата осталось не понятным, каким методом измерялось изменение удельного объема ОУНТ после RESS.

в) На мой взгляд автореферат бы выиграл от хотя бы одного реального изображения и описания полученных композитов после SAS: форма образца, консистенция, цвет и т.д. Также обогатило бы работу описание состава образцов: фактическое содержание ОУНТ, наличие остатков растворителя и т.д.

г) В автореферате упоминается различие в размерах частиц, получаемых методом SAS образцов в зависимости от типа растворителя, но не делается вывод о предпочтении одного из них на каком-либо основании.

д) В пятой главе автореферата нет обоснования выбора объекта сравнения – композитов, полученных методом коагуляционного осаждения в воде. Возможно, выбор обоснован в полном тексте диссертации.

е) В автореферате встречаются опечатки и стилистические ошибки.

Вместе с тем, перечисленные замечания не носят принципиального характера, не портят общего хорошего впечатления от автореферата диссертации и никак не умаляют значимости проведенного исследования. Работа Я.И. Зуева полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции), и пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в

Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук», утвержденного Приказом директора ИОНХ РАН от 29 марта 2024 г. (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На основании вышеизложенного считаю, что Зуев Ярослав Игоревич достоин присуждения степени кандидата химических наук по научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Старший научный сотрудник
Лаборатории тонкого органического синтеза
Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН
к.х.н. Жарков Михаил Николаевич
e-mail: mnzharkov@ioc.ac.ru

14.11.2025 г.

Подпись к.х.н. Жаркова М.Н. заверяю:

Ученый секретарь ИОХ РАН,

к.х.н. И. К. Коршевец /Коршевец И.К.