

ВІДГУК

рецензента

на дисертаційну роботу Хлієва Нікіти Олександровича

«Вплив управляючих параметрів на теплофізичні й оптичні властивості нанофлюїдів на основі фулерену C_{60} та процеси переносу з ними»

подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія»

Актуальність теми дисертації

Дисертаційна робота присвячена встановленню закономірностей впливу концентрації фулерену C_{60} , температури та структурного стану системи на теплофізичні й оптичні властивості нанофлюїдів, а також на процеси переносу імпульсу і теплоти в них. Обраний напрям є актуальним з огляду на необхідність створення теплоносіїв із керованими властивостями для енергетичних систем.

Актуальність дослідження посилюється тим, що літературні дані щодо впливу наночастинок на теплопровідність, в'язкість, теплоємність і конвективний теплообмін часто є суперечливими, а для систем на основі фулерену C_{60} взаємозв'язок між концентрацією, структурними характеристиками та процесами переносу досліджено недостатньо. Тому сформульовані у роботі мета і завдання відповідають сучасним науковим та прикладним потребам фізики дисперсних систем і теплофізики.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість отриманих результатів забезпечена комплексним підходом, що поєднує експериментальні, теоретичні та чисельні методи. Результати подано з урахуванням експериментальної невизначеності, зіставлено з відомими фізичними моделями та літературними даними. Логіка дослідження є послідовною: від обґрунтування вибору систем тетралін/ C_{60} і технічний парафін/ C_{60} та розроблення технології їх приготування до визначення оптичних та теплофізичних властивостей, аналізу процесів переносу і моделювання прикладної енергетичної системи. Основні висновки відповідають наведеним результатам і загалом є належно аргументованими.

Наукова новизна одержаних результатів

До найбільш вагомих результатів дисертації належать:

- експериментальне встановлення придатності спектра поглинання нанофлюїду тетралін/ C_{60} для систем прямого поглинання сонячного випромінювання та PV/T-колекторів;
- встановлення зростання динамічної в'язкості тетраліну при введенні C_{60} за практично незмінних, у межах експериментальної невизначеності, густини, теплопровідності та питомої теплоємності;

- виявлення збільшення гідродинамічного розміру частинок зі зростанням концентрації C_{60} та обґрунтування зв'язку цього ефекту зі зміною в'язкості нанофлюїду;

- встановлення впливу малих добавок C_{60} на калоричні та структурні характеристики технічного парафіну;

- підтвердження можливості використання рівнянь Пуазейля та Блазіуса для оцінки гідравлічного опору течії нанофлюїду тетралін/ C_{60} за умови використання в'язкості нанофлюїду;

- встановлення за результатами чисельного моделювання можливості керування співвідношенням між тепловою та електричною складовими енерговироблення PV/T-колектора шляхом зміни концентрації C_{60} .

Сукупність наведених результатів розширює уявлення про взаємозв'язок структурного стану, оптичних і теплофізичних властивостей нанофлюїдів на основі фулерену C_{60} та характеристик процесів переносу в них.

Практичне значення результатів

Практична цінність роботи полягає у можливості використання встановлених закономірностей для обґрунтованого вибору складу нанофлюїдів залежно від умов їх застосування. Одержані спектральні характеристики та результати CFD-моделювання можуть бути використані при проєктуванні комбінованих PV/T-колекторів із прямим об'ємним поглинанням випромінювання. Дані щодо в'язкості, гідравлічного опору та теплообміну мають значення для розрахунку циркуляційних контурів із нанофлюїдами. Результати дослідження системи технічний парафін/ C_{60} можуть бути корисними при розробленні матеріалів із фазовим переходом для акумулювання теплоти.

Оцінка змісту, структури та завершеності дисертації

Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. У першому розділі проаналізовано сучасний стан досліджень нанофлюїдів і механізми впливу наночастинок на їх властивості. У другому розділі обґрунтовано вибір об'єктів і наведено методики дослідження. Третій розділ містить результати дослідження оптичних, теплофізичних, калоричних і структурних властивостей систем тетралін/ C_{60} та технічний парафін/ C_{60} . У четвертому розділі розглянуто перенесення імпульсу й теплоти при течії нанофлюїду в каналі. П'ятий розділ присвячено чисельному моделюванню PV/T-колектора з нанофлюїдом тетралін/ C_{60} .

Структура роботи відповідає поставленій меті, розділи логічно пов'язані між собою, а загальні висновки відображають основні результати. Дисертація є завершеним науковим дослідженням.

Повнота висвітлення результатів у публікаціях та особистий внесок здобувача

Основні результати дисертації опубліковано у 13 наукових працях, серед яких дві статті у виданнях, що індексуються у Scopus і належать до першого квартиля, дві статті у фахових виданнях України категорії «Б» та дев'ять публікацій апробаційного

характеру. Тематика публікацій відповідає змісту дисертації та охоплює її основні експериментальні й розрахункові результати. Наведені у дисертації відомості про особистий внесок дають підстави вважати внесок здобувача достатнім. Автор особисто здійснював підготовку зразків, оптичні вимірювання, визначення гідродинамічного розміру частинок, обробку й інтерпретацію експериментальних даних, розрахунковий аналіз, створення CFD-моделі та формулювання висновків. Результати роботи апробовано на міжнародних наукових конференціях.

Рівень оволодіння методологією наукової діяльності

Дисертація свідчить про належне володіння здобувачем методологією фізичного експерименту, методами статистичної обробки даних, аналізом експериментальної невизначеності, фізичним моделюванням і методами CFD моделювання. Вважаю, що автор здатний формулювати наукову проблему, обирати адекватні методи її розв'язання, зіставляти результати з відомими моделями та формулювати обґрунтовані висновки.

Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з текстом дисертації та наведеним переліком публікацій ознак академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації результатів не виявлено. Запозичені положення супроводжуються посиланнями на відповідні джерела, а внесок здобувача у спільні публікації конкретизовано.

Зауваження та дискусійні положення

1. При викладені результатів досліджень калоричних властивостей нанофлюїду технічний парафін/ C_{60} (пункт 3.2.2.) відсутнє посилання на таблицю 3.1 та трактування отриманих результатів. Не відзначено яким чином було отримано значення температур фазових переходів для нанофлюїдів технічний парафін/ C_{60} при нагріванні і охолодженні.

2. На рисунку 3.8. надаються температурні залежності ефективної теплоємності нанофлюїду технічний парафін/ C_{60} під час охолодження та нагрівання. В режимі нагрівання, на відміну від охолодження, отримано багато піків навіть для чистого парафіну. Не деталізується з чим це пов'язано, відсутня інформація щодо невизначеності вимірів.

3. Під час аналізу зміни режимів течії нанофлюїду показано, що $Re_{кр}$ не є постійним та зменшується пропорційно концентрації C_{60} . Це протирічить сучасним уявленням щодо гідродинаміки процесу течії рідин. В той же час показано, що $Re_{кр}$ залежить від того, яку в'язкість (базової рідини або нанофлюїду) використано при його обчисленні. Фізичне трактування «більш раннього переходу» потребує чіткішого розмежування між фактичною зміною режиму течії та зміною безрозмірної координати внаслідок використання концентраційної залежної в'язкості.

4. У роботі відсутній аналіз щодо гідродинамічних параметрів течії (втрат тиску, коефіцієнту втрат тиску) нанофлюїду технічний парафін/ C_{60} при різних температурах нанофлюїду та концентраціях фулерену в залежності від числа Re . Можливо у автора це в плані подальших досліджень.

5. В розділі 5, присвяченому чисельному моделюванню, недостатньо докладно представлено процедуру верифікації моделі: аналіз незалежності розв'язку від розміру розрахункової сітки, критерії збіжності, чутливість до граничних умов та порівняння окремих результатів з власними або чужими експериментальними даними.

Наведені зауваження мають переважно дискусійний або рекомендаційний характер, не ставлять під сумнів достовірність основних результатів і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Хлієва Нікити Олександровича «Вплив управляючих параметрів на теплофізичні й оптичні властивості нанотрубок на основі фулерену C_{60} та процеси переносу з ними» є самостійним, завершеним науковим дослідженням, у якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають значення для фізики дисперсних систем та теплофізики.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю результатів, рівнем виконання поставленого наукового завдання, повнотою оприлюднення результатів і рівнем оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор — Хлієв Нікіта Олександрович — заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Рецензент:

кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
доцент каф. фізики та астрономії
Одеського національного університету
імені І. І. Мечникова

Світлана ОРЛОВСЬКА



Особистий підпис	
<i>Світлани Орловської</i>	
ЗАСВІДЧУЮ	
Начальник відділу кадрів	
ОНУ імені І.І.Мечникова	
<i>Андрій ГОЛЕНКОВ</i>	
" 13 "	08 20 26 р.