

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Немченка Єгора Костянтиновича** «**Процеси теплоперенесення та електрична активність в моделях взаємодіючих квазічастинок надплинного гелію**», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

Дисертаційну роботу Є. К. Немченка присвячено теоретичному дослідженню незвичайних властивостей надплинних рідин, а саме, особливостям перенесення тепла між рідким гелієм і твердим тілом, і електричної активності надплинного гелію, що спостерігається в хвилях другого звуку і в торсіонних експериментах.

Властивості квантових і класичних рідин суттєво відрізняються. Квантові рідини демонструють низку незвичайних ефектів. До таких ефектів, зокрема, відноситься стрибок Капіци - виникнення різниці температур на межі рідкий гелій - тверде тіло. В низці новітніх експериментів спостерігалось інше неочікуване явище - виникнення різниці електричних потенціалів в стоячій хвилі другого звуку або при коливальному русі плівки He II. При цьому в нормальному стані гелію, а також в хвилі першого звуку, виникнення електричної різниці потенціалів не спостерігалось. Наявні на момент початку дисертаційного дослідження теоретичні роботи не давали вичерпного пояснення таких явищ та кількісної узгодженості з результатами експериментів. Розвинутий в дисертаційній роботі квазічастинковий підхід до опису цих двох явищ поглиблює розуміння фізичної природи властивостей рідкого гелію і в низці випадків забезпечує кращу кількісну узгодженість з експериментом. Все перелічене свідчить про **актуальність теми** дисертаційної роботи Є. К. Немченка.

Теоретичні дослідження, які лягли в основу дисертації, були виконані в рамках координаційного плану Міністерства освіти і науки України за темами «Теорія багаточастинкових квантових систем» (номер держреєстрації 0111U010005, термін виконання 2012-2014 рр) та «Фізичні засади створення та використання сучасних матеріалів у плазмово-технологічних процесах» (номер держреєстрації 0115U000471, термін виконання 2015-2017 рр), що підтверджує актуальність теми роботи та її зв'язок з державними науковими програмами.

Предметом досліджень дисертаційної роботи Є. К. Немченка обрано непружні процеси взаємодії квазічастинок на межі надплинний гелій – тверде тіло та електричні властивості колективних збуджень надплинного гелію. Робота присвячена розвитку теоретичних уявлень про вказані явища і розробці теоретичних підходів для їх опису. Дисертація **повністю відповідає** спеціальності 01.04.02 – теоретична фізика.

**Метою** роботи є теоретичний опис в моделі взаємодіючих квазічастинок процесів теплоперенесення між надплинним гелієм та твердим тілом, які зумовлені взаємодією фононів, та встановлення механізмів виникнення електричної поляризації у надплинному гелії.

Дисертація робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку

використаних джерел та додатків. Наданий в першому розділі огляд літератури свідчить про добре володіння дисертантом інформації за напрямком досліджень. Другий і третій розділи присвячено дослідженню процесу перенесення тепла через межу між твердим тілом і надплинним гелієм. Знайдено внесок непружних процесів взаємодії фононів в стрибок Капиці і кутову залежність потоку тепла за рахунок таких процесів. Четвертий і п'ятий розділи присвячено розробці теоретичних моделей, які описують явище електричної поляризації надплинного гелію хвилями першого і другого звуку, а також поляризації, що виникає при відносному русі нормальної і надплинної компонент.

На мою думку, **наукову новизну** дослідження визначають, насамперед, наступні результати:

- теоретично описано зумовлений непружними фононними процесами потік тепла між надплинним гелієм та твердим тілом. Встановлено внески процесів взаємодії фононів в потік енергії з нагрітого твердого тіла в надплинний гелій, та знайдено внесок кожного з процесів в опір Капиці;
- показано, що непружні процеси взаємодії квазічастинок зумовлюють практично ізотропний кутовий розподіл фононів, які випромінюються твердим тілом, та велике значення повного потоку енергії з нагрітого твердого тіла, яке спостерігається в експерименті;
- визначено внесок квантових вихрових кілець в електричну поляризацію надплинного гелію, що виникає в стоячій хвилі другого звуку, а також при відносному русі нормальної і надплинної компонент;
- пояснено виникнення слабкої поляризації надплинного гелію в хвилі першого звуку.

**Наукова значимість** результатів дисертаційної роботи, полягає в тому, що в ній розроблені теоретичні методи урахування непружних процесів для розрахунків потоків тепла між гелієм та твердим тілом, що може бути використано при розв'язку задач теплоперенесення між різними класичними або квантовими середовищами. У **практичних застосуваннях** ці методи дадуть змогу конструювати та розробляти більш ефективні системи теплообміну, дозволять розробити прецизійні вимірювальні системи, зокрема, позиціонування у магнітних та електричних полях.

Результати досліджень, що викладені в дисертації, є **обґрунтованими та достовірними**, оскільки вони базуються на сучасних теоретичних підходах і уявленнях, добре узгоджуються між собою та з відповідними експериментальними даними.

Матеріали дисертації Є. К. Немченка **повністю висвітлено** в 7 статях, роботи пройшли **апробацію** на профільних наукових конференціях в Україні і за кордоном, тези доповідей було опубліковано у відповідних збірниках цих конференцій. Дисертація оформлена згідно стандарту. Текст **автореферату** повністю та вірно викладає зміст дисертації.

До змісту дисертації та її оформлення є такі **зауваження**:

1. Теорія, що розвинуто в розділі 4, базується, зокрема, на гіпотезі про наявність

власного дипольного моменту у квантових вихрових кілець. Було б доцільним більш детально обговорити можливі фізичні механізми виникнення власного дипольного моменту.

2. Розділ 2 присвячено розвитку теоретичного апарату для задач, які розв'язано в розділі 3. На мою думку було в більш логічним об'єднати ці два розділи.

3. Передмова до розділу 4, фактично, повторює підрозділ 1.3 літературного огляду.

Зазначені зауваження не носять принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

Таким чином, дисертація Є. К. Немченка є **завершеною науковою працею**, що містить нові результати у теоретичній фізиці, та в якій вирішено важливу задачу в області теоретичної фізики низьких температур та квантових конденсованих середовищ, а саме, дано опис процесів теплоперенесення між надплинним гелієм та твердим тілом, які зумовлені взаємодією фононів, та механізмів виникнення електричної поляризації у надплинному гелії, які спричинені дією хвиль першого та другого звуку, квантовими вихровими кільцями, та поляризацією атомів в тонких плівках гелію зовнішніми силами.

Вважаю, що за актуальністю вибраного напрямку роботи, обсягом виконаних досліджень, рівнем і кількістю наукових публікацій, новизною та практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота Є. К. Немченка «Процеси теплоперенесення та електрична активність в моделях взаємодіючих квазічастинок надплинного гелію» задовольняє всім вимогам, які ставляться МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» а її автор Немченко Єгор Костянтинович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Офіційний опонент,  
доктор фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник  
відділу теорії конденсованого стану речовини  
Інституту монокристалів НАН України

Філь Дмитро Вячеславович

Підпис д.ф.-м.н. Д.В.Філя засвідчую,  
учений секретар  
Інституту монокристалів НАН України,  
кандидат фіз.-мат. наук



Кулик Костянтин Миколайович