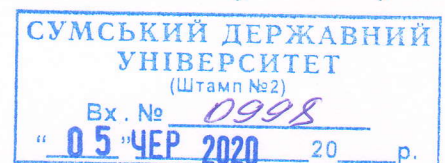


ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Радіонова Олександра Володимировича «Наукові та прикладні основи магніторідинної герметизації, що забезпечує екологічну безпеку шкідливих виробництв», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційної роботи. Завдання забезпечення екологічної безпеки промислових об'єктів залежить не лише від правильної оцінки техногенної небезпеки, але й теоретичного узагальнення характерних небезпек технологічних процесів, поглибленого їх аналізу, науково обґрунтованого виділення найбільш небезпечних об'єктів. Для України техногенне навантаження на довкілля посилюється внаслідок збільшення частки морально та фізично застарілих технологій і обладнання, зниження темпів відновлення виробництва. Зношення основних виробничих фондів усіх галузей економіки станом на сьогодні наближається до 80 %, а темпи відновлення фондів не перевищують 2,5 %. Спад обсягів виробництва не призводить до адекватного зниження техногенного навантаження на навколишнє природне середовище через зростання кількості екологічно небезпечних аварій. Виникнення та розвиток техногенних аварій, зумовлених механічним пошкодженням, визначаються ланцюгом подій і процесів, що починаються з відмови допоміжного, незначного елемента з подальшим каскадним розвитком у серйозну техногенну подію. Як відомо, екологічні умови забезпечення техногенної безпеки полягають у безпечній та безаварійній роботі машин, механізмів і технологічного обладнання. Це узгоджується з основним принципом екологічної безпеки – уникнення загроз екологічної небезпеки до її зародження, що можна прогнозувати через оцінку екологічних ризиків. Особливість небезпечних виробництв (НВ) полягає у високій концентрації машинних агрегатів – насосних, компресорних, апаратів повітряного охолодження, димососів тощо, що є основною причиною виникнення виробничих несправностей та аварійних ситуацій. В умовах зростання техногенного тиску на довкілля виникає необхідність дослідження впливу безвідмовності, працездатності та надійності електрообладнання на екологічну безпеку системно, ураховуючи всі взаємозв'язки між причинами виникнення аварій, їх залежність від кліматично-техногенних чинників впливу на довкілля та екологічних наслідків. На сьогодні вплив окремих елементів технологічного обладнання на його працездатність і екологічну безпеку



потребує поглибленого теоретичного аналізу та вивчення досвіду експлуатації. Основна увага приділяється питанням оцінки ризику під час реалізації процесів життєвого циклу обладнання. Прогнозні розрахунки рівня ризиків, що виникають під час розроблення, впровадження та/або модернізації технологічного обладнання та його елементів є нагальною потребою сучасного наукоємного екологічно безпечного виробництва. Найчастіше надійність і працездатність устаткування, що застосовується на НВ, визначається надійністю підшипникових вузлів. Близько 90 % випадків аварійних руйнувань підшипникових вузлів, що є джерелом техногенного навантаження на НС, прямо чи опосередковано зумовлюються незадовільним станом ущільнень. Проблема забезпечення тривалого безвідмовного функціонування ущільнень є надзвичайно актуальною. Це зумовлено тим, що потенційні можливості традиційних ущільнень значною мірою вичерпали себе та не можуть забезпечити абсолютну герметичність. Одним із можливих шляхів розв'язання окресленої проблеми є застосування нового типу ущільнень – магніторідинних герметизуючих комплексів (МРГК), головною перевагою яких є спроможність забезпечення практично 100 % герметичності, і, відповідно, підвищення екологічної безпеки виробничих процесів. У подальшому це дає можливість закладати високоефективні наукомісткі технології у серійні зразки нової техніки.

З огляду на вище зазначене, актуальність теми дисертаційної роботи не викликає жодного сумніву.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямам природоохоронної діяльності в Україні, викладеним в «Основних напрямках державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки», затверджених Верховною Радою України від 05.03.1998 № 188/98-ВР; «Основних засадах (стратегіях) державної екологічної політики на період до 2020 року», затверджених Законом України від 21.12.2010 № 2818-VI; Постанові Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» (Розділ - «Рациональне природокористування»); Законі України від 21.03.2017 № 1959-VIII «Про оцінку впливу на довкілля». Результати дисертаційних досліджень безпосередньо пов'язані з науково-дослідними темами, що виконувалися в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова, ТОВ «НВВП “Ферогідродинаміка”», Сумському національному аграрному університеті, а також із виконанням спільного проекту фондів

фундаментальних досліджень України та Білорусі (проект № Ф54.2/012) «Діагностика та прогнозування експлуатаційних характеристик нанодисперсних магнітних рідин (МР) із використанням фізико-механічних, електричних та магнітних методів для створення високоефективних магніторідинних пристроїв» (номер державної реєстрації 0113U005305).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, є достатньо обґрунтованими і підтверджуються задовільним збігом та відтворюваністю результатів фізичних експериментів і математичного моделювання. Актуальність висновків та рекомендацій поданих у роботі підтверджується більше ніж 20 річним апробованим досвідом розробки та експлуатації МРГК.

Наукова новизна роботи. У результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові підходи, практична реалізація яких дозволить підвищити рівень екологічної безпеки промислових виробництв, а саме:

- уперше на основі результатів дослідження якості та магнітної сприйнятливості технічних магнітних рідин на значній кількості дисперсійних основ різного хімічного складу теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено підвищення рівня техногенної безпеки та надійності технологічного обладнання, що експлуатується з МРГК;

- уперше визначено вплив експлуатаційних властивостей МР на умови забезпечення надійної безпеки життєдіяльності людини з урахуванням критичних ситуацій, що виникають під час техногенних аварій, що дозволило сформулювати такі наукові положення: для МР із високою седиментаційною стійкістю саме під дією магнітного поля сповільнюється випаровуваність, характер зміни в'язкості МР дозволяє діагностувати її якість;

- уперше з метою мінімізації впливу природно-кліматичних факторів та експлуатаційних умов на рівень техногенної безпеки на підставі узагальнень теоретичних досліджень встановлено доцільність застосування МРГК замість штатних ущільнень для забезпечення практично повної герметичності обладнання, що працює у складних кліматичних умовах;

- набув подальшого розвитку науково-методологічний підхід до розв'язання проблеми недопущення накопичення дефектів у технологічному обладнанні з подальшим розвитком аварійних подій з позицій системного аналізу, що дозволило встановити причини техногенних відмов систем безпеки та надати рішення щодо зниження техногенного ризику шляхом

застосування МРГК;

– одержали подальшого розвитку методичні засади оцінки рівня техногенного ризику небезпечних виробництв, а саме – підвищено достовірність результатів застосування методу Файн-Кінні, що створило умови для розвитку методології системних досліджень в екологічній безпеці та комплексного підходу до зниження ризику техногенних аварій шляхом розроблення конструктивних рішень з МРГК.

Загалом, **наукова значимість роботи** полягає у формуванні нових наукових положень, висновків та рекомендацій, використання яких дозволяє підвищити рівень екологічної та техногенної безпеки небезпечних виробництв шляхом створення умов для безаварійної роботи, усунення відмов на устаткуванні, що експлуатується, а також загроз травматизму обслуговуючого персоналу під час застосування в елементах технічних систем магніторідинних герметизуючих комплексів.

Практична значимість результатів роботи.

Результати досліджень обґрунтували технічні рішення та надали практичні рекомендації використання МРГК для технологічного обладнання промислових підприємств, що дозволило підвищити рівень техногенної безпеки небезпечних виробництв до 7 разів в умовах раціонального використання природних ресурсів і мінімізації шкідливих викидів у нештатних ситуаціях завдяки забезпеченню практично повної герметичності підшипникових вузлів шляхом застосування МРГК.

Більшість результатів теоретичних, експериментальних і проектних досліджень узагальнено відповідними технічними умовами, що сприяє їхньому широкому промислового впровадженню. Вони погоджені з провідними інститутами та заводами, що проектують і виготовляють обладнання, на яке встановлюються МРГК.

Аналіз змісту роботи. Дисертаційна робота складається з двох частин (томів). Перша частина містить анотацію, вступ, сім розділів, загальні висновки та список використаних джерел із 375 найменувань, які розміщено на 42 сторінках. Загальний обсяг першої частини становить 419 сторінок, з яких основного тексту – 299 сторінок, що містить 130 рисунків та 11 таблиць, зокрема 39 рисунків і 2 таблиці на 31 окремому аркуші. Друга частина містить 16 додатків на 176 сторінках.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, детально розкрито особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі. Обґрунтовано актуальність проблеми підвищення рівня техногенної безпеки небезпечних виробництв. Проведено аналіз великих техногенних катастроф останніх років із підтвердженням, що у більшості випадків їх причинами були механічні несправності технологічного обладнання – особливо підшипникових вузлів. Розглянуто умови роботи підшипникових вузлів технологічного обладнання і, на підставі літературних даних, зроблено висновок, що до 90 % випадків аварійних руйнувань підшипників прямо або побічно викликано незадовільною роботою ущільнень. На підставі аналізу досвіду експлуатації систем герметизації показано, що потенційні можливості традиційних ущільнень в значній мірі себе вичерпали та не здатні забезпечити практично 100 % герметичність. Обґрунтовано, що забезпечення високого рівня герметичності можна досягти шляхом застосування магніторідинних герметизаторів (МРГ). Визначено основні завдання, які потрібно вирішити для впровадження МРГК на зношеному технологічному обладнанні з метою його модернізації. Проведено огляд існуючих підходів і методів оцінки ризику техногенних аварій для забезпечення проведення кількісної оцінки рівня техногенної безпеки при заміні традиційних ущільнень на МРГК.

У другому розділі обґрунтовано метод підвищення техногенної безпеки небезпечних виробництв шляхом застосування МРГК. Розроблено концепцію проведення досліджень в дисертаційній роботі. Досліджено фізико-хімічні та експлуатаційні властивості МР, виготовлених більше ніж на десяти різних дисперсійних основах, що дозволило поглиблено розглянути питання структуроутворення, седиментаційною стійкості МР, виявити певні закономірності. Розроблено математичну мультифізичну модель взаємопов'язаних магнітних, гідродинамічних і електричних процесів в робочій зоні МРГК, яка дозволяє дослідити перебіг процесів різної фізичної природи в зазорі герметизатора. Удосконалено метод Файн-Кінні, що дозволяє кількісно визначати порівняльний рівень техногенного ризику при заміні штатних ущільнень на МРГК.

У третьому розділі розроблені аналітичні моделі оцінювання впливу відцентрових сил і розподілу температурних полів у робочому зазорі на працездатність і довговічність високошвидкісних МРГ. Дані моделей якісно вірно описують перебіг процесів в МРГ і дозволяють отримати кількісні співвідношення, які використовуються при початковому етапі проектування МРГК. Установлено, що за нелінійного закону зміни швидкості в зазорі величина утримуваного перепаду тиску зменшується більш плавно і менш інтенсивно, ніж при лінійному законі зміни швидкості. Визначено функцію розігріву на основі розв'язку задачі про рух рідини в кільцевій області та

обчисленні теплового джерела, пропорційного квадрату тензора швидкостей деформації. Розроблено нову математичну модель процесів в робочому зазорі МРГ при додаванні феромагнітних мікронних частинок, що враховує вплив реологічних магнітов'язких ефектів на інтенсивність тепловиділення при різних режимах роботи та конструктивних показниках. Обґрунтовано, що підвищення промислової та екологічної безпеки МРГ при робочих зазорах до 1 мм можливо шляхом самокорегування робочого зазору за допомогою додавання феромагнітного мікронного порошку карбонільного заліза.

У четвертому розділі отримані криві намагнічування, а також частотні та температурні залежності магнітної сприйнятливості для кожного типу МР. Досліджено вплив характеру температурної залежності магнітної сприйнятливості на ступінь упорядкованого стану наночастинок з урахуванням особливостей технічних МР. Обґрунтовано можливість створення МР, що задовольняє суперечливим вимогам – малі розміри одиночних частинок і низька концентрація агрегатів поєднуються з прийнятними значеннями намагніченості насичення і в'язкості. Доведено, що вплив електричного поля на технічні МР призводить до розвитку в них процесів структуроутворення, що дозволяє зробити висновок про можливість управління магнітними властивостями МР. Показано, що дія магнітного поля уповільнює випаровуваність магнітної рідини у порівнянні з її дисперсійним середовищем. Запропоновано і реалізовано на експериментальній установці відносно простий метод експрес-аналізу динамічних характеристик магнітної рідини, що знаходиться в неоднорідному магнітному полі і в умовах, близьких до тих, які реалізуються в активній зоні герметизатора обертового вала.

У п'ятому розділі подано результати застосування мультифізичної математичної моделі з аналізом взаємовпливу магнітних, гідродинамічних і електричних полів в робочій зоні МРГК із урахуванням нелінійних магнітних властивостей матеріалів магнітопроводу та вала. Сформульовано умови, за яких в об'ємі обертового вала за рахунок взаємодії з постійним магнітним полем будуть виникати електричні струми, що призводять до додаткового нагрівання магнітної рідини, що контактує з ним. Досліджено взаємодію магнітних і відцентрових сил в робочому зазорі МРГК на базі запропонованої мультифізичної моделі, показано можливість розширення області застосування герметизаторів за умов високих лінійних швидкостей у зазорі.

У шостому розділі доведено, що порівняння рівнів техногенної безпеки при застосуванні різних ущільнювальних систем можливо вдосконаленим методом оцінки ризиків з урахуванням системного багаторівневого аналізу на основі методу Файн-Кінні для трирівневої ієрархічної системи «МРГК-технологічне обладнання-техногенна безпека». Підтверджено, що

експлуатація асинхронних двигунів з МРГК практично не залежить від кліматичних факторів і дозволяє знизити рівень техногенного ризику ущільнювальної системи при заміні сальникового ущільнення на МРГК в 4–7 разів. Показано, що експлуатація МРГ дозволяє запобігти потраплянню вологи всередину асинхронних двигунів (АД), що дозволяє знизити рівень техногенного ризику ущільнювальної системи. Показано, що зниження рівня техногенного ризику АД серії ВАСО з МРГ призводить до перерозподілу відмов електродвигуна з пошкоджень підшипникових вузлів і обмоток статора при зниженні абсолютних величин цих показників.

У сьомому розділі розроблено класифікацію впроваджених на небезпечних виробництвах МРГК, що дозволило систематизувати їх внесок у підвищення рівня техногенно-екологічної безпеки. Проаналізовано основні типи МРГК, які забезпечують практично 100 % герметичність, що необхідно для підвищення рівня техногенної безпеки. Доведено, що забезпечення повної герметичності гарантує системну узгодженість оцінювання і коригування працездатності. Показано, що упровадження МРГК дозволяє виключити аварійні зупинки обладнання, пов'язані з незадовільною роботою ущільнень; різко збільшити (не менше, ніж у 2 рази) міжремонтний період експлуатації обладнання; скоротити витрати, пов'язані з ремонтом.

Висновки достатньо повно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження.

У другій частині дисертаційної роботи подано підтверджуючу інформацію у вигляді 16 додатків.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Матеріали дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні положення дисертації опубліковано у 85 наукових працях, із яких: 1 монографія, 60 статей, зокрема 33 – у фахових наукових виданнях України з технічних наук (із них 2, що індексуються БД Scopus), 16 – у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science, 11 – у закордонних наукових періодичних виданнях; 18 тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій; 5 патентів України та 1 патент Російської Федерації на винаходи.

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи та ступінь їх реалізації. Практичні рекомендації дисертаційної роботи

підтверджуються результатами експериментів і досвідом промислової експлуатації МРГК, створених на основі результатів виконаних досліджень. За двадцятирічний термін досліджень впроваджено понад 4000 МРГК на майже 200 промислових підприємствах небезпечних виробництв в Україні, Російській Федерації, Білорусі, Молдові, Узбекистані, Казахстані, Естонії. Вони впроваджені на усіх українських заводах з виробництва аміачних мінеральних добрив в містах Черкаси, Горлівка, Кам'янське, Сєверодонецьк, Рівне, Южне; нафтопереробних заводах в містах Лисичанськ, Кременчук, Херсон, Одеса, Дрогобич; Південно-Українській АЕС; коксохімічних заводах у містах Кривий Ріг, Запоріжжя, Кам'янське, Авдіївка, Макіївка, Маріуполь, Ясинувата, Торецьк, Алчевськ тощо. Запропоновані конструкції МРГК експлуатуються на 100 підприємствах хімічної промисловості, 23 – нафтопереробної, 15 – металургійної, 20 – вугільної промисловості, а також на 5 підприємствах енергетики, 19 – машинобудування та 1 – водопостачання.

Використовуючи позитивні результати промислової експлуатації впроваджених пропозицій із герметизації обладнання заводи-виробники електродвигунів (серії ВАСО, ВАСВ, АСВО, ДАЗО, ВАО, СДН, СДМ, СДС, СДК, СТД тощо), прохідницьких та вугледобувних комбайнів включили комплектацію обладнання МРГК у свої номенклатурні довідники.

Серійне впровадження МРГК організовано на таких заводах:

– ТОВ «Новокаховський електромашинобудівний завод» (м. Нова Каховка, Україна);

– ТОВ «Завод крупних електричних машин» (м. Нова Каховка, Україна);

– ПАТ «Первомайський електромеханічний завод ім. К. Маркса» (м. Первомайськ, Луганська обл., Україна);

– ВАТ «Сафоновський електромашинобудівний завод» (м. Сафонов, Росія);

– ТОВ «Електроважмаш-Привід» (м. Лисьва, РФ);

– ПАТ «Горлівський машинобудівник» (м. Горлівка, Україна).

Конструкції МРГК впроваджувались безпосередньо на підприємствах НВ шляхом заміни штатних ущільнень під час проведення планових ремонтів (акти впровадження ПАТ «Одеський припортовий завод» від 8.11.19, ПАТ «Укртатнафта» від 4.11.19, ПАТ «ДНПРОАЗОТ» від 22.10.19), а також при постачанні МРГК на заводи-виробники нового технологічного обладнання (акти впровадження ТОВ «Завод крупних електричних машин» від 8.12.19, ТОВ «НВП «НКЕМЗ» від 25.09.19).

Результати дисертаційної роботи щодо досліджень математичного мультифізичного моделювання процесів в МРГК, методу експрес-аналізу

динамічних характеристик магнітної рідини, оцінювання рівня техногенної безпеки небезпечних виробництв впроваджені на кафедрі загальної механіки та динаміки машин Сумського державного університету (акт впровадження від 02.11.2019) і на кафедрі технічного сервісу Сумського національного аграрного університету (акт впровадження від 30.10.2019).

Пропозиції з розширення сфери використання результатів дисертаційної роботи рекомендується направити в Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Міністерство енергетики та захисту довкілля України, а також до Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на профільних технічних і практичних конференціях із захисту довкілля та екологічної безпеки міжнародного та всеукраїнського рівнів. Основні результати пройшли достатню дослідно-промислову апробацію протягом тривалого часового періоду.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації та відповідність паспорту спеціальності. Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема: I. Формула спеціальності та II. Напрямки досліджень (пункти 1,3). Наведені результати відповідають виключно технічному спрямуванню дисертаційної роботи.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:
– *недоліки технічного характеру:*

1. У розділі 1 ряд посилань на джерела літератури поданий у вигляді скритого переліку, наприклад, стор. 81 [45–48], чи [53–72] на стор. 89 дисертації та ін. За умов такого представлення бажано нижче текстом розкривати суть інформації, що аналізується за кожним джерелом.

2. Ілюстрації тестом дисертації часто представлені блоками з декілька рисунків, на окремих аркушах. Це ускладнює сприйняття інформації щодо опису даної візуалізації в тексті роботи.

3. Рис. 2.17, стор. 155 роботи не містить експлікації літерних позначень.

4. Поданий опис рис. 8 автореферату, стор. 18, 5 абзац зверху не дає можливості виявити процеси структуроутворення, т.я. ці явища встановлені в процесі мікроскопіювання, як свідчить інформація зі стор. 214 дисертації.

5. Рис. 6.5, стор. 327 дисертації, рис. 22, стор. 29 автореферату не має легенди, що ускладнює сприйняття інформації.

6. У тексті першого тому дисертації відсутнє посилання на Додаток Т.

7. Розділ 7 дисертації є інформативно перевантаженим. Не варто було розмішувати ілюстрації (рис. 7.1 (стор. 341), 7.2 (стор. 342), 7.4 (стор. 348), 7.10–7.13 (стор. 361–362)), що не є науковим результатом роботи.

8. Одиниці вимірювання числових значень у тексті роботи не завжди представлені в системі СІ.

– *загальні зауваження:*

9. У таблицях 1.1 і 1.2, стор. 83–86 дисертації доцільно було б проаналізувати екологічні параметри ущільнень та їх вплив на стан безпеки шкідливих виробництв.

10. У першому розділі бажано було би надати результати аналізу інших шляхів підвищення надійності технологічного обладнання та порівняти їх з магніторідинною герметизацією.

11. Автор доводить 100% рівень герметизації за умов застосування МРГК та надійний термін експлуатації понад 25 років. За результатами проведеного аналізу літературних джерел не зовсім зрозуміло який рівень герметизації забезпечують традиційні ущільнювачі та гарантований період їх безпечної експлуатації.

12. У п.1.2.3, стор. 86 роботи автор подає інформацію про факти значного рівня забруднення компонентів довкілля саме унаслідок негерметичності ущільнень. Варто зазначити, що ущільнення працюючого обладнання не розглядаються ані як джерела викиду, ані виділення забруднювальних речовин в процесах інвентаризації та дозвільній документації на викиди. Доцільно було наголосити саме на позаштатних ситуаціях та більш детально розкрити схему каскадних проявів промислових аварій.

13. Не зовсім зрозуміло з використанням якого методу було підраховано кількість наночасток близького розміру, що відображено на гістограмі 2.4, стор. 132 дисертації.

14. На стор. 141 (останній абзац) дисертації описано метод дослідження випаровування МР з чашок Петрі з товщиною шару рідини до 3 мм. З огляду на конструктивні розміри зазорів робочих МРГ ефективність застосування такого методу є сумнівною, що і було доведено на стор. 254–256 роботи.

15. При поясненні до формули (2.34) автор стверджує, що поправочні коефіцієнти K отримано експертним шляхом на підставі результатів експлуатації. З тексту дисертації не зрозуміло, яку кількість експертів було залучено для експертного оцінювання та яким чином установлювався рівень їх компетенції у вирішенні поставлених завдань.

16. Не зовсім зрозуміло, що саме позначено як діапазон τ на рис. 4.33а, стор. 261 дисертації та рис. 13, стор. 22 автореферату.

17. Під час розрахунку форми вільної поверхні магнітної рідини прийнято припущення, що ця вільна поверхня співпадає із магнітною силовою лінією. Доцільно було б оцінити правомірність такого припущення або розрахувати гідродинамічну задачу із вільною поверхнею, приймаючи відповідні крайові умови.

Указані недоліки не впливають на обґрунтованість положень, наукову новизну та позитивний характер одержаних у роботі висновків, наукових і практичних результатів.

Загальний висновок.

Отже, робота Радіонова О.В. виконана відповідно вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук у відповідності до пп. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 зі змінами. Дисертація є завершеною науковою працею, яка спрямована на розроблення та впровадження науково-методологічних засад підвищення рівня екологічної безпеки шляхом застосування магніторідинної герметизації як основи усунення відмов обладнання, аварійних ситуацій, загроз травматизму обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації промислового обладнання.

Враховуючи вище зазначене маємо підстави стверджувати, що Радіонов Олександр Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

декан факультету природничих наук
Кременчуцького національного
університету імені Михайла Остроградського,
доктор технічних наук, доцент



В. С. Бахарев

