

Спеціалізованій вченій раді Д70.052.02
Хмельницького національного університету
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11

ВІДГУК

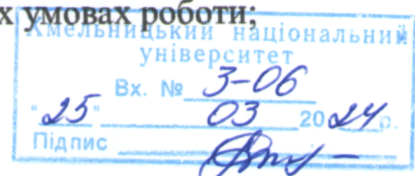
офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
Завідувача кафедри транспортних технологій та логістики
Державного біотехнологічного університету,

Войтова Віктора Анатолійовича

на дисертаційну роботу **Міланенка Олександра Анатолійовича**
«Науково-прикладні засади підвищення ефективності мащення і
зносостійкості вузлів тертя в екстремальних умовах роботи», представлену
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах.

Актуальність теми та її зв'язок з державними науковими програмами. Вирішення науково-технічної проблеми реалізації стійкого мащення в умовах змішаного тертя та створення в зоні фрикційного контакту трибосистем модифікованих шарів з оптимальною мастильною здатністю та структурною пристосовуваністю до екстремальних умов роботи, незважаючи на очевидну багатofакторність завдання, на наш погляд, здобувач успішно впорався. Причому, відповідна проблема вирішується в рамках підвищення ефективності мащення та зносостійкості трибосистем за контактнo-механічними, реологічними та фізико-хімічними аспектами на основі комплексних експериментально-розрахункових досліджень модифікованих шарів, що мають важливе прикладне значення для наукових установ та експлуатаційних підприємств України, а саме в області:

1) розробки оптимальних конструкцій підшипникових вузлів тертя за формою контакту, утвореною між тертьовими поверхнями кульки (ролику) та кільцем підшипнику, які працюють в екстремальних умовах роботи;



2) розробки мастильних матеріалів до підшипникових вузлів тертя та вузлів ДВЗ, які працюють в екстремальних умовах роботи;

3) розробки методик оцінки триботехнічних і реологічних властивостей мастильних матеріалів до конкретних вузлів та умов роботи в експлуатації.

Здобувач провів успішні стендові та експлуатаційні випробування розроблених модифікованих олив на стратегічних підприємствах нафтогазового та теплоенергетичного комплексів України, на зразках сільськогосподарської та військової техніки. Причому, відповідні модифіковані оливи, є власною або колективною розробками здобувача.

Таким чином, робота здобувача є безумовно актуальною, оскільки представлені в ній сучасні комплексні науково-обґрунтовані та прикладні підходи, складе базову основу сучасних методик оцінки та технологій модифікування мастильних матеріалів, які працюють в реальних умовах експлуатації у підшипникових вузлів тертя та вузлів ДВЗ транспортних засобів.

Актуальність теми дисертації та вибраний напрямок досліджень тісно пов'язані з програмою «Державне замовлення» науково-дослідної роботи №ДЗ/508-2011 (0111U007602). Дослідження виконані в межах наступних науково-дослідних робіт: №ДБ/13-2012 (0112U000139), №ДБ/19-2013 (0113U000296), №ДБ/34-2015 (0115U002289), №ДБ/45-2016 (0116U002634), №ДБ/51-2018 (0118U001107), №ДБ/56-2021 (0121U109607) в Національному транспортному університеті, в яких здобувач був співвиконавцем зазначених тем.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків та додатків. Повний обсяг дисертації складає 464 сторінки. Обсяг анотації складає 26 сторінок. Дисертація містить 138 ілюстрацій (із них тих, що займають повну сторінку – 4), 43 таблиці (із них тих, що займають повну сторінку – 1). Список використаних джерел із 280 найменувань займає 31 сторінку. Додаток містить 36 сторінок. Обсяг основної частини дисертації становить 359 сторінок.

Загальна характеристика дисертаційної роботи.

Увступі відображено основні дані про виконану наукову роботу, які характеризують: актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, мету та завдання досліджень, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, особистий внесок здобувача, напрями досліджень, відомості про публікації та апробації роботи.

Упершому розділі розглянуті фактори виникнення екстремальних умов роботи підшипникових вузлів тертя та неконформних і конформних вузлів ДВЗ, які пов'язані з неминучим процесом виникнення недостатнього мащення. Проаналізовані причини виникнення недостатнього мащення внаслідок не стаціонарності процесів тертя, аномальної реології мастильних середовищ та впливу температурного чиннику. Запропоновано вирішення проблематики завдання з позиції мікро-ЕГД теорії мащення за контактено-механічним, реологічним та фізико-хімічним аспектами. Розглянуті механізми і особливості протікання мікро-ЕГД мащення з урахуванням впливу на характеристики тертя еліптичності форми контакту та шорсткості контактних поверхонь. Запропоновано досліджувати напружено-деформований стан поверхонь тертя за фактичними значеннями форми контакту, адже відомі методики визначення напружено-деформованого стану поверхонь тертя не дають необхідної точності результатів в реальних умовах експлуатації, наприклад, за розрахованими значеннями контактної задачі Герца. Визначені аспекти впливу якісного та кількісного хімічного складу активних компонентів в мастильному середовищі, щовпливає на структурну пристосованість та швидкість адаптування модифікованих шарів до екстремальних умов тертя.

В розділі приведене обґрунтування актуальності, деталізовано мету і напрямки вирішення поставленої наукової проблеми, а також сформульовано завдання досліджень.

У другому розділі викладено запропоновану автором нову концепцію методології підвищення ефективності мащення та зносостійкості підшипникових вузлів тертя і деталей ДВЗ з урахуванням форми контакту,

кінематики тертя, типу (реологічних властивостей) і фізико-хімічного складу мастильних середовищ.

Для підшипникових вузлів тертя автором модернізовано стенд оптико-інтерферометричних досліджень фактичної форми контакту та товщини мастильного шару. Запропоновано низку методик: оцінки механічної складової фрикційного контакту з урахуванням зміни фактичної форми контакту; оцінки реологічної складової мастильних середовищ в залежності від зміни максимального контактного тиску в зоні фрикційного контакту та температури.

Розроблено методику двоетапної оцінки елементного складу і концентрації активних хімічних компонентів в мастильних середовищах при визначенні протизношувальних, протизадирних та антифрикційних властивостей модифікованих шарів на контактних поверхнях підшипникових вузлів тертя. Запропоновано методику розрахунку товщини модифікованого шару в зоні мікро-ЕГД контакту підшипникових вузлів тертя з урахуванням зміни еліптичності (форми) контакту та типу мастильного матеріалу.

Для конформних і неконформних вузлів ДВЗ, автором модернізовано універсальний автоматизований стенд тертя (УАСТ) на базі машини тертя СМЦ-2 з програмованим комплексом у вигляді аналого-цифрового перетворювача (АЦП) із можливістю досліджувати поля локальних температур тепловізійним методом на околицях фрикційного контакту. Запропоновано методику розрахунку товщини модифікованого шару та інтенсивності зношування пар тертя ЦПГ ДВЗ в зоні фрикційного контакту з урахуванням зміни кута повороту коленвала і кількості обертів двигуна та типу мастильного матеріалу.

У третьому розділі запропоновано новий критеріальний підхід щодо модифікування фізико-хімічного складу мастильних середовищ для вузлів тертя, які працюють в екстремальних умовах роботи, а також проаналізовані теоретичні аспекти трибологічних процесів, які протікають в модифікованому шарі в зоні фрикційного контакту. Відповідний критеріальний підхід модифікування фізико-хімічного складу мастильних середовищ спрямоване на вирішення проблеми підвищення зносостійкості і ефективності мащення вузлів

тертя в екстремальних умовах роботи, розглядаючи умови попередження розриву мікро-ЕГД мастильного шару в перехідних зонах від рідинного до змішаного тертя та умови появи пластично-деформованого стану і температурним чинником, за введеними критеріями, що дозволяють: підібрати оптимальну форму контакту за критерієм еліптичності; збільшити несучу здатність (долю гідродинамічного тиску відносно контактного тиску на виступах мікронерівностей) мастильних шарів за критерієм тиску; врахувати зміну п'єзокоефіцієнту в'язкості при збільшенні навантаження за реологічним критерієм; оцінити можливу появу пластично-деформованого стану поверхонь тертя за критерієм пластичності; скорегувати якісний та кількісний хімічний склад активних компонентів (ХАР або ПАР) в мастильному середовищі.

У четвертому розділі отримано результати експериментально-розрахункових досліджень впливу форми контакту та типу мастильних середовищ за контактнo-механічними, реологічними та фізико-хімічними аспектами щодо підвищення ефективності мащення та зносостійкості підшипникових вузлів тертя, що працюють в екстремальних умовах роботи.

Встановлені умови попередження розриву мікро-ЕГД мастильного шару підшипникових вузлів тертя, які спостерігаються за межею мікро-ЕГД режиму мащення по нижній границі. Для запобігання розриву мікро-ЕГД мастильного шару, запропоновано умови реалізації стійкого мікро-ЕГД режиму мащення, що досягається: забезпеченням необхідної несучої здатності мастильного шару; зміною швидкості тертя кочення в залежності від класу в'язкості та кінематики тертя; застосуванням оливо високого класу в'язкості оливи на рівні SAE 80W-90. Встановлено оптимальний якісний та кількісний хімічний склад мастильної суміші, що містить модифікатор тертя сульфідної групи EP в концентрації 2,1% за протизношувальними, протизадирними та антифрикційними властивостями.

У п'ятому розділі отримано результати експериментально-розрахункових досліджень неконформних і конформних вузлів ДВЗ, що працюють в нестационарних умовах тертя при низькотемпературному запуску.

Встановлені загальні закономірності мастильної здатності та структурної пристосовуваності модифікованих шарів різних сумішей, з яких визначено найкращу суміш сульфідної групи EP в концентрації 2,1% для неконформних вузлів ДВЗ при низькотемпературному запуску за механічними, реологічними і триботехнічними характеристиками.

Для умов пластично-деформованого контакту було визначено модифіковану моторно-трансмійну оливу ПРОТЕК ЄМТ-8, яка забезпечує створення в зоні фрикційного контакту неконформних вузлів ДВЗ модифікованих шарів з оптимальною структурною пристосовуваністю та мастильною здатністю до низькотемпературного запуску, що визначається: підвищенням градієнту швидкості зсуву та ефективною в'язкістю; зменшенням сумарної величини коефіцієнту тертя; збільшенням негідродинамічної складової товщини мастильного шару.

Встановлені закономірності адаптування процесів самоорганізації і самовідновлення модифікованих шарів до нестационарних умов тертя ковзання конформних вузлів ДВЗ в умовах низькотемпературного запуску при застосуванні суміші фулереноподібних структур C_{60} - C_{70} (СФС) у визначеній концентрації 2% за полегшуванням проходження зсувних процесів у модифікованому шарі при максимальній швидкості зсуву та зменшенням лінійного зносу. Встановлено універсальність модифікованих олив АРІАН Ультрагаз і ПРОТЕК ЄМТ-8 при застосуванні органічних наномодифікаторів в поєднанні з модифікаторами тертя групи EP, які створюють в зоні фрикційного контакту модифіковані шари з негідродинамічною складовою оптимальної товщини, зменшуючи коефіцієнт тертя та лінійний знос конформних вузлів ДВЗ при низькотемпературному запуску впродовж прогрівання.

Встановлено кореляційний взаємозв'язок між температурою в локальній зоні контакту і об'ємною температурою модифікованої оливи при збільшенні максимального контактного напруження в період припрацювання. В умовах напрацювання, встановлена збільшена термомеханічна стійкість модифікованої оливи АРІАН Ультрагаз в порівнянні зі штатною оливою, що підтверджує

оптимальну структурну пристосовуваність модифікованих шарів до екстремальних умов роботи відповідної модифікованої оливи.

У шостому розділі отримано результати моделювання напружено-деформованого стану поверхонь тертя в зоні фрикційного контакту при зміні фактичної еліптичності контакту та моделювання оцінки товщини модифікованого шару та інтенсивності зношування пар тертя неконформних та конформних вузлів ДВЗ, що працюють в екстремальних умовах роботи.

Визначено механізми зменшення контактних напружень і деформацій при збільшенні еліптичності контакту, в тому числі, дотичних напружень та їх локалізації в підповерхневій зоні фрикційного контакту. Визначено, що збільшення еліптичності форми контакту сприяє перерозподілу контактного напруження більше в ортогональному напрямку кочення, ніж по глибині.

Встановлені умови реалізації стійкого мікро-ЕГД мащення підшипникових вузлів тертя з урахуванням зміни форми контакту та типу мастильного матеріалу. Для практичного застосування результатів моделювання, розроблено номограму підбору оптимальної форми контакту та типу мастильного матеріалу для реалізації стійкого мікро-ЕГД мащення.

Встановлені умови реалізації стійкого мащення вузлів тертя ДВЗ з урахуванням зміни кута повороту і кількості обертів ДВЗ та типу мастильного матеріалу. Для практичного застосування результатів моделювання, розроблено номограму підбору оптимальної моторної оливи для реалізації стійкого мащення.

У сьомому розділі представлені результати розробки і впровадження у промисловості нових модифікованих олив згідно проведених особисто автором прискорених і довготривалих стендових та експлуатаційних випробувань.

За результатами запропонованої автором нової методології підвищення ефективності мащення та зносостійкості вузлів тертя, були створені і впроваджені у виробництво нові модифіковані оливи, про що свідчать відповідні акти впровадження олив. Далі, здобувач на протязі довгого часу проходив прискорені та довготривалі стендові і експлуатаційні випробування,

про що свідчать відповідні акти закінчення випробувань з позитивними результатами. Модифіковані авіаційна олива АРІАН МС-8пн та моторна олива АРІАН Ультрагаз показали збільшення ресурсу напрацювання у 2 рази в порівнянні зі штатними оливами. При застосуванні модифікованої авіаційної оливи АРІАН МС-8пн, було збільшено на 25% довговічність кулькових підшипників кочення SKF, що дає можливість суттєво скоротити матеріальні та фінансові витрати на технічне обслуговування підшипникових вузлів тертя. При випробуваннях модифікованих моторних олив ПРОТЕК STATGAS 40 та ПРОТЕК STATGAS 40МА встановлено оптимальні характеристики відповідних олив при роботі на газових двигунах високої потужності. Встановлено універсальність модифікованої оливи АРІАН ЄМТ-8 до застосування в системі мащення вузлів ДВЗ, трансмісії та гідравлічної системи сільськогосподарської та військової техніки, що дає можливість скоротити матеріальні витрати, використовуючи єдину оливу замість трьох окремих олив.

Висновки дисертаційної роботи ґрунтуються на результатах аналізу отриманих теоретичних і експериментальних досліджень, стендових та експлуатаційних випробувань, формулюють та конкретизують рішення завдань дисертаційної роботи.

Список літературних джерел включає 280 найменувань, не менше 35% з них – авторів з країн Західної Європи та США. Це свідчить про глибоке і ґрунтовне опанування дисертантом світового досвіду за обраною тематикою.

У **додатках** наведені: протоколи випробувань сумішей з різними присадками і модифікаторами тертя та модифікованих олив; результати програмної реалізації моделювання; результати фрактографічних досліджень; протоколи, програми та акти експлуатаційних випробувань; акти впровадження у промисловість модифікованих олив, методик та технологій.

Наукова новизна роботи. У відповідності з метою досліджень здобувачем розроблені наступні наукові положення, що мають загальнонаціональне та світове значення.

Запропоновано нову концепцію методології підвищення мастильної здатності та зносостійкості вузлів тертя, що працюють в екстремальних умовах роботи, на основі комплексних розрахунково-експериментальних досліджень, що враховують: нестационарні умови тертя, форму локального контакту та кінематику тертя, реологічні властивості мастильних шарів, температуру контакту, склад компонентів в мастильному середовищі. Побудовано математичну модель напружено-деформованого фрикційного контакту, яка розкриває механізми зниження контактних напружень і деформацій у підповерхневій зоні з урахуванням форми контакту. Модель дозволяє ідентифікувати: зони концентрації дотичних напружень; отримати оптимальну форму контакту за рахунок перерозподілу контактного напруження в ортогональному напрямі кочення. Побудовано модель формування мінімальної товщини мастильного шару в зоні мікро-ЕГД контакту, яка дозволяє реалізувати стійке мащення підшипникових вузлів тертя. Модель враховує фактичні форми контакту на всьому діапазоні зміни еліптичності та реологічні властивості мастильного матеріалу. Побудовано модель мастильної здатності та зносостійкості в зоні фрикційного контакту на основі експериментально-розрахункових критеріїв оцінки товщини модифікованого шару та інтенсивності зношування пар тертя ДВЗ. Модель враховує робочі характеристики кута повороту коленвалу і кількість обертів двигуна та реологічні властивості мастильного матеріалу.

Набули подальшого розвитку критеріальні підходи щодо ідентифікації перехідних зон від режиму рідинного до граничного тертя на основі комплексної оцінки модифікування фізико-хімічного складу мастильних середовищ для вузлів тертя, що працюють в екстремальних умовах роботи; теоретичні засади еластогідродинамічного мащення в частині впливу фактичної форми контакту на механічні властивості поверхонь тертя та фізичного уявлення про будову мікро-ЕГД мастильного шару; фізико-хімічні основи змішаного тертя щодо мащення в перехідній зоні: встановлені закономірності зміни товщини, реологічних властивостей модифікованих шарів, лінійного

зносу та хімічного складу активних компонентів модифікаторів тертя, протизношувальних і протизадирних присадок, органічних наномодифікаторів.

Практичне значення результатів має загальнонаціональне значення, оскільки створені п'ять нових модифікованих олив з поліпшеними фізико-хімічними, реологічними та триботехнічними властивостями, які пройшли стендові і експлуатаційні випробування в повному обсязі на стратегічних підприємствах України та в експлуатації. Результати випробувань показали: збільшення ресурсу напрацювання; скорочення матеріальних і фінансових витрат; універсальність використання. Крім того, розроблені і впроваджені методики оцінки та технології підвищення ефективності мащення та зносостійкості пар тертя за контактнo-механічними, реологічними і фізико-хімічними аспектами згідно позитивних результатів, що видані акредитованими лабораторіями вітчизняних заводів-виробників мастильних матеріалів. Модернізовані стенд оптико-інтерферометричних досліджень форми контакту і товщини мастильного шару для підшипникових вузлів тертя та універсальний автоматизований стенд тертя для проведення трибо технічних і реологічних досліджень вузлів ДВЗ, що дозволяє проводити комплексні експериментальні дослідження механічних, реологічних та фізико-хімічних властивостей модифікованих шарів та пар тертя відповідних вузлів.

Достовірність результатів та висновків. Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані у роботі, обґрунтовані достатньо переконливо та повно. Достовірність і обґрунтованість одержаних у дисертації наукових положень підтверджуються коректною постановкою наукової проблеми, використанням апробованого математичного апарату, збігом результатів теоретичних досліджень з результатами проведених експериментально-розрахункових досліджень, впровадженням модифікованих олив, методик і технологій у виробництво та отримання результатів експлуатаційних випробувань.

В роботі застосовано комплексний науково-прикладний підхід, який поєднав глибокі теоретичні дослідження та рішення прикладних задач на основі

експериментально-розрахункових досліджень та експлуатаційних випробувань процесів, що відбуваються в локальній мікро-ЕГД зоні контакту та в зоні фрикційного контакту реальних вузлів тертя в стаціонарних і нестаціонарних умовах тертя за різною кінематикою тертя.

Для вирішення такої багатофакторної задачі, були застосовані сучасні експериментальні методи: метод растрової скануючої електронної мікроскопії для проведення фрактографічних досліджень наноструктури та визначення атомного і вагового хімічного складу модифікованих шарів; дифракційний рентгеноструктурний метод для дослідження особливостей наноструктури модифікованих шарів; метод енергодисперсійної рентгенофлюорисцентної спектроскопії для встановлення якісного і кількісного хімічного складу присадок, модифікаторів тертя та наномодифікаторів в мастильних середовищах; методи інженерної механіки для дослідження дотичних напружень, мікротвердості, триботехнічних характеристик матеріалів в умовах зношування при коченні, коченні з частковим проковзуванням та ковзання. Всі експериментальні дослідження, стендові та експлуатаційні випробування, а також впровадження, підтверджені відповідними протоколами та актами.

Повнота викладення основних результатів дисертації у наукових фахових виданнях. За темою дисертації опубліковано 50 наукових праць, у тому числі: 7 статей у фахових виданнях, що внесені до наукометричної бази Scopus; 3 статті у іноземних спеціалізованих виданнях; 3 у монографіях; 16 статей у фахових спеціалізованих виданнях; 15 тез доповідей у науково-технічних конференціях (з них – 5 на міжнародних конференціях); 1 патент на винахід та 5 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір. Всі вимоги положень ДАК МОН України щодо наукових публікацій витримано.

Зміст реферату достатньо повно відображує зміст і результати дисертаційної роботи та не містить в собі результати кандидатської дисертації здобувача.

Результати проведених експертиз у НТУ (м. Київ) та ХНУ (м. Хмельницький) щодо академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації, показав,

що оригінальність тексту дисертації перевищує 96%, яке свідчить про те, що здобувач роботу виконав самостійно.

Загальні зауваження до змісту та оформленню дисертації та автореферату.

1. Перший розділ роботи, присвячений аналізу літературних джерел з проблеми, що досліджується, окремими абзацами перевантажений матеріалом, який носить повчальний характер і підходить для написання підручника. Повного аналізу ці абзаци не містять.

У другому розділі, який присвячений методології досліджень, автором надано методику визначення триботехнічних характеристик на чотирьохкульковій машині тертя згідно європейського стандарту ASTM D 2783, та перераховано такі параметри: несуча здатність - за критичним навантаженням R_k ; протизношувальні властивості - за діаметром плями зносу D_z ; протизадирні властивості - за індексом задиру I_z . Але стандарт ASTM D 2783 дозволяє визначати тільки протизадирні властивості: навантаження зварювання та індекс задиру. На наш погляд для проведення такого обсягу досліджень необхідно додатково застосовувати стандарт ASTM D 4172, чого в роботі немає.

У третьому розділі роботи і далі по тексту дисертації автор застосовує термін - напівсухе тертя, граничне тертя, що не відповідає “ДСТУ 2823-94 Зносостійкість виробів. Тертя, зношування та мащення. Терміни та визначення”. В розділі автором представлено порівняння результатів обчислення параметрів форми контакту ітераційним методом і за спрощеним розрахунком, з відповідною похибкою у відсотках. Встановлено, що загальна похибка обчислень складає не вище 4%, але в висновках до третього розділу та по тексту роботи автор не надає пояснень такому гарному результату.

У четвертому розділі роботи виконано оптимізацію досліджуваних модифікаторів тертя і присадок до базової оливи. Не зрозуміло, чому автором в якості нейтральної базової оливи використовувалась індустріальна олива I-40A, коли мова йде про сучасні універсальні (моторно-трансмісійні) оливи для

змащування вузлів трансмісії і вузлів ДВЗ. Крім того з тексту роботи не зрозуміло, який метод оптимізації застосовано автором для пошуку оптимального складу.

В п'ятому розділі роботи автор застосовував суміші фулеренів C₆₀–C₇₀ (суміш фулереноподібних структур - СФС) з концентрацією 0,5 – 5,0%. З літературних джерел відомо, що фулерени в базових оливах швидко утворюють осади, тому що не розчиняються в оливах нафтового, напівсинтетичного та синтетичного походження. В роботі немає даних, як автор вирішував цю проблему під час експериментальних досліджень і як вона буде вирішуватися під час експлуатації вузлів трансмісії і вузлів ДВЗ.

Згідно з рекомендаціями МОН щодо оформлення дисертації перший висновок дисертації повинен містити аналіз науково-прикладної проблеми, механізмів процесів тертя та зношування та методів рішення наукового завдання. В розглянутій роботі перший висновок не відповідає рекомендаціям МОН.

Загальний висновок по роботі.

Дисертаційна робота Міланенка Олександра Анатолійовича на тему «Науково-прикладні засади підвищення ефективності мащення і зносостійкості вузлів тертя в екстремальних умовах роботи» є закінченою науково-дослідною роботою, в якій отримано нові наукові положення та прикладні результати, які вносять вагомий внесок в розвиток науки про тертя та зношування на загальнонаціональному і світовому рівні та розкривають завдання вирішення проблеми реалізації стійкого мащення в умовах змішаного тертя та створення в зоні фрикційного контакту неконформних і конформних вузлів тертя модифікованих шарів з оптимальною мастильною здатністю та структурною пристосовуваністю до екстремальних умовах роботи, яке спрямоване на підвищення ефективності мащення та зносостійкості трибосистем.

Зауваження по дисертації носять переважно рекомендаційний характер і в більшості своїй не знижують високий науковий рівень та практичну значимість виконаної дисертаційної роботи.

Напряом проведеного дослідження відповідає паспорту спеціальності 05.02.04 – тертя та зношування в машинах. Викладене дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота Міланенка Олександра Анатолійовича за представленими теоретичними і практичними результатами є актуальною, відповідає вимогам, що висуваються до докторських дисертацій згідно пунктів 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року за №1197 до докторських дисертацій, а її автор, Міланенко Олександр Анатолійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах.

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедру транспортних
технологій і логістики
Державного біотехнологічного університету



В.А.Войтов

Ідентифікатор: Войтов В.А.
ЗАСВІДЧУЮ
Керівник відділу діловодства ДБТУ
Е.А.Александрович