

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Ущапівського Ігоря Любомировича за темою «Підвищення
ефективності гасіння пожеж пожежними автомобілями з відцентровими
пожежними насосами», яку подано на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
21.06.02 - пожежна безпека.

Відгук складено на основі вивчення автореферату, дисертаційної роботи, а також опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень.

Основну частину дисертації Ущапівського І.Л. викладено на 148 сторінках друкованого тексту, вона включає 68 рисунків, 6 таблиць, список використаних джерел складається із 119 найменувань, дисертація містить 5 додатків.

Дисертаційна робота спрямована на виявлення взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їх технічним станом та технічними характеристиками, як основи для розроблення методики їх вібраційного діагностування в системі технічного обслуговування пожежних автомобілів.

Робота виконувалась відповідно до Концепції Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 роки, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.12.2010 року №2348, Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 12.05.2012 року №590, під час виконання програми науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності на тему «Покращання ефективності використання відцентрових пожежних насосів та оцінка надійності їх роботи вібраційною діагностикою технічного стану» (№ держреєстрації 0114U001777), в якій здобувач був виконавцем.

Актуальність теми дисертації.

Протягом останніх п'яти років в Україні зареєстровано 322029 пожеж, під час яких загинуло 13076 та травмовано 7711 осіб, зокрема у 2014 році на 68879 пожежах загинуло 2246 та травмовано 1450 осіб, а економічні втрати перевищили 7,7 млрд. грн. Понад 90 % пожеж ліквідовують водяними та водопінними вогнегасними речовинами, які подаються стволами основних пожежних автомобілів.

Ефективність пожежогасіння значною мірою обумовлена працездатністю пожежних насосів відцентрового типу, які входять до складу пожежно-технічного оснащення основних (98 % від загальної кількості в Україні) пожежних автомобілів. Надійність роботи систем пожежогасіння стрімко знижується на фоні старіння українського парку пожежних автомобілів.

Як відомо, робота відцентрових пожежних насосів супроводжується вібраційними коливаннями, що може бути використано як індикативна інформація під час їх діагностування та технічного обслуговування.

Виявлення взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їхнім технічним станом є актуальною науковою задачею, розв'язання якої є науковим підґрунтям запровадження вібраційного діагностування в системі технічного обслуговування пожежних автомобілів, оснащених такими насосами для забезпечення їх працездатності та підвищення ефективності гасіння пожеж.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їх технічним станом та технічними характеристиками. При цьому:

– *уперше* теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування вібраційних методів діагностування в системі визначення технічного стану та технічного обслуговування відцентрових насосів пожежних автомобілів України, що створило передумови підвищення ефективності гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з їх виникненням;

– *уперше* запропоновано у якості кількісних показників вібрацій за різними напрямками використовувати параметр середньоквадратичного значення віброприскорень та відношення гармонік вібрацій, отриманих за дискретного перетворення Фур'є, до середньоквадратичного значення віброприскорень у відповідному напрямі;

– *уперше* визначено діагностичні вібраційні ознаки дефектів відцентрових пожежних насосів, а саме: засмічення робочого колеса призводить до збільшення дисбалансу, що посилює вібрації, особливо у вертикальній площині; дефект типу послаблення посадки вала у підшипниковому вузлі має дві характерні ознаки: по-перше – це істотне збільшення осьової складової вібрацій порівняно з вібраціями насоса без дефектів або з іншими дефектами, а по-друге – це виникнення дрібної гармоніки, що відповідає 0,5 частоти обертання ротора. Перший з ефектів проявляється на усіх режимах роботи та супроводжується істотною зміною у просторовій формі вібрацій, так кут нахилу еліпса вертикальної проекції просторової траєкторії вектора віброприскорень змінюється з 55 до 80 градусів; суттєво пошкоджений підшипник має аналогічні прояви, що супроводжуються збільшенням осьової складової у вібраціях (проте значно менш вираженої порівняно з послабленням посадки вала), додатково до цього спектр вібрацій має характерні «підшипникові частоти», що становлять 3,5 – 3,6 кратності частоти обертання ротора;

– *удосконалено* математичні моделі динаміки вібрації насосу, що на відміну від існуючих, дають змогу описувати вібраційний стан відцентрових пожежних насосів під час роботи, у тому числі і для насосів, які мають внутрішні дефекти різного типу;

– *набуло подальшого розвитку* тривимірне геометричне моделювання роботи відцентрових пожежних насосів в рамках методу скінчених елементів у трьох напрямках: осьовому, вертикальному та горизонтальному.

Рівень обґрунтованості наукових положень та рекомендацій

Обґрунтованість наукових положень та рекомендацій, отриманих за результатами дисертаційних досліджень, забезпечено ґрунтовним аналізом статистики пожеж та ефективності застосування пожежних автомобілів під час гасіння пожеж в Україні за останні 5 років, застосуванням теорії коливань та методу скінчених елементів із використанням сучасних програмних засобів тривимірного комп'ютерного моделювання вібраційних процесів під час роботи відцентрових пожежних насосів із дефектами; плануванням експериментальних досліджень, а також використанням спектральної теорії оброблення сигналів. Під час проведення експериментальних досліджень застосовувались повірені засоби вимірювання та атестоване випробувальне обладнання. Розбіжність між результатами теоретичних та експериментальних досліджень не перевищували 10 %.

Практичне значення одержаних результатів. Результати теоретичних та експериментальних досліджень з виявлення взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їх технічним станом та технічними характеристиками покладено в основу застосування вібраційного діагностування та технічного обслуговування, передбаченого розробленою «Методикою визначення технічного стану пожежного насоса в експлуатації за вібраційними показниками», затвердженою начальником ГУ ДСНС України у Львівській області та впровадженою у практичну діяльність, що засвідчено відповідним актом.

Розроблені чотиривимірні моделі, які описують роботу відцентрових пожежних насосів, використовуються на ТОВ «ПК «ПОЖМАШИНА» для уявлення про особливості роботи окремих конструктивних деталей та визначення їх впливу на експлуатаційні параметри та надійність роботи. Отримані результати створюють передумови для удосконалення технічної документації та формування рекомендацій щодо підвищення довговічності, ресурсу і надійності експлуатації відцентрових пожежних насосів.

Основні положення роботи також впроваджено в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності та Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ під час викладання дисциплін за напрямками «Пожежна безпека» та «Цивільний захист».

Оцінка змісту роботи. В дисертації на сучасному науково-методичному рівні проведено комплекс досліджень, які в сукупності дозволили досягти поставлену мету роботи. При цьому:

1. За результатами аналізу статистики пожеж та сучасного стану з питань застосування пожежних автомобілів з відцентровими пожежними насосами несправності за останніх 5 років становлять до 39 % в практиці пожежогасіння, тому висунуто ідею, що одним із шляхів підвищення ефективності гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з ними, є застосування вібраційної діагностики таких насосів в системі їх технічного обслуговування.

2. Розроблено математичні моделі роботи відцентрових пожежних насосів та з їх застосуванням проведено моделювання динамічних

характеристик, у тому числі за наявності внутрішніх дефектів (вихід з ладу підшипників, пошкодження робочого колеса, збільшення допустимих зазорів у корпусі, перекіс вала тощо);

3. Розроблено методику та проведені експериментальні дослідження з виявлення взаємозв'язку виду несправностей (вихід з ладу підшипників, пошкодження робочого колеса, збільшення допустимих зазорів у корпусі, перекіс вала тощо) відцентрового пожежного насоса пожежного автомобіля із параметрами його амплітудно-частотних характеристик. Встановлено, що пошкодження підшипника здатне збільшити амплітуди перших трьох гармонік вібрацій в осьовому та вертикальному напрямках майже у 3 рази, а у горизонтальному напрямі – більш ніж на 50 %;

4. Здійснено перевірку адекватності розроблених математичних моделей з експериментальними даними і встановлено, що розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями не перевищує значення 10 %;

5. З урахуванням отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень із застосуванням алгоритму дискретного перетворення Фур'є та сучасних програмних комплексів розроблено критерії ідентифікації несправностей і технічного стану відцентрових пожежних насосів пожежних автомобілів за спектральними характеристиками вібраційних сигналів, де загальні рівні вібрацій знаходяться в межах від 10 % до понад 30 %;

6. Розроблено методику визначення технічного стану відцентрового пожежного насоса за вібраційними показниками та порядок її застосування в системі технічного обслуговування пожежних автомобілів;

7. Результати теоретичних та експериментальних досліджень з виявлення взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їх технічним станом та технічними характеристиками покладено в основу застосування вібраційного діагностування та технічного обслуговування, передбаченого розробленою здобувачем «Методикою визначення технічного стану пожежного насоса в експлуатації за вібраційними показниками».

8. Розроблено тривимірні моделі, які описують роботу відцентрових пожежних насосів та використовуються для уявлення про особливості роботи окремих конструктивних деталей, визначення їх впливу на експлуатаційні параметри та надійність роботи. Отримані результати створюють передумови для удосконалення технічної документації та формування рекомендацій щодо підвищення довговічності, ресурсу та надійності експлуатації відцентрових пожежних насосів.

Роботу викладено грамотною сучасною українською технічною мовою, оформлена на комп'ютері, слід відзначити її логічну завершеність. Тема дисертації відповідає змісту проведених досліджень. Мета досліджень узгоджується з назвою дисертації і вказує як на результати роботи, так і на шляхи її досягнення. Отримані результати мають наукову новизну і практичне значення.

Автореферат дисертаційної роботи об'єктивно і достатньо повно

відображає зміст дисертації.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека.

Аналіз публікацій здобувача свідчить про наукову зрілість і самостійне виконання ним наукових досліджень, які викладено у дисертації.

Рукопис дисертації за обсягом не перевищує встановлених норм, текст супроводжується необхідним ілюстративним матеріалом.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 14 наукових працях, з яких 10 у фахових виданнях, серед яких 4 наукові праці у міжнародних виданнях та у 6 спеціалізованих виданнях, 4 тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях, а саме:

1. Експериментальні дослідження вібрацій відцентрового пожежного насоса зі зношеними підшипниками / І. Л. Ущипівський, Я. Б. Кирилів, О. О. Водка, О. О. Ларін // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2013. – № 23. – С. 158-165.

2. Ущипівський І. Л. Комп'ютерне моделювання вібрацій відцентрового пожежного насоса / І. Л. Ущипівський, Я. Б. Кирилів, О. О. Ларін // Вісник ЛДУБЖД : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2013. – № 8. – С. 42-48.

3. Кирилів Я. Б. Аналіз технічного стану пожежних насосів, що мають засмічення робочого колеса шляхом вібродіагностики / Я. Б. Кирилів, І. Л. Ущипівський // Науковий вісник УкрНДПБ : наук. журн. – К. : УкрНДПБ, 2013. – № 2(28). – С. 74-81.

4. Вібрації пожежних насосів на різних режимах роботи: експериментальні дослідження / А. Я. Калиновський, Я. Б. Кирилів, І. Л. Ущипівський, О. О. Ларін // Вібрації в техніці та технологіях : всеукр. наук.-техн. журн. – Вінниця : ВНАУ, 2014. – № 1(73). – С. 70-76.

5. Кирилів Я. Б. Визначення технічного стану відцентрових пожежних насосів за допомогою вібраційної діагностики / Я. Б. Кирилів, І. Л. Ущипівський // Пожежна безпека : теорія і практика : зб. наук. пр. – Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2014. – № 16. – С. 36-42.

6. Ларін О. О. Контроль технічного стану пожежних відцентрових насосів в експлуатації за допомогою своєчасної вібродіагностики / О. О. Ларін, І. Л. Ущипівський // Наукові нотатки : міжвуз. зб. наук. пр. – Луцьк : ЛНТУ, 2014. – Вип. 46 (травень-червень). – С. 346-353.

7. Ushapivsky I. L. Experimental studies of vibrations centrifugal fire pump with defective bearings / I. L. Ushapivsky // Science and Education a New Dimension : Natural and Technical Sciences. – Budapest, 2013. – Vol. I(2), Issue 15. – Pp. 105-107.

8. Экспериментальные исследования вибраций центробежного пожарного насоса с ослабленной посадкой вала в подшипниках / А. Н. Ларин, А. А. Ларин, А. А. Водка, И. Л. Ущипивский // Теоретическая и прикладная механика : междунар. науч.-техн. сб. – Минск : БНТУ, 2014. – Вып. 29. – С. 166-172.

9. Larin A. N. Experimental investigations of vibrations of centrifugal fire pump with the defect (unfasten shaft in a bearing seat) / A. N. Larin, A. A. Larin, I. L. Ushapivsky // Safety and Fire Technique: BiTP. – Józefów: CNBOP-PIB, 2014. – Vol. 34, Issue 2. – Pp. 133-141.

10. Компьютерное моделирование вибраций центробежных пожарных насосов с дисбалансом / А. Н. Ларин, И. Л. Ущепивский, Я. Б. Кырылив, А. А. Ларин // Чрезвычайные ситуации: образование и наука : междунар. науч.-техн. журн. – Гомель : ГИИ МЧС Республики Беларусь, 2014. – Т. 9, №1. – С. 55-61.

11. Ущепівський І. Л. Вібраційна діагностика внутрішніх пошкоджень пожежного насосу ПН-40УВ / І. Л. Ущепівський // Наукове забезпечення діяльності оперативно-рятувальних підрозділів (теорія та практика) : зб. мат. всеукр. наук.-практ. конф. – Х. : НЦЗУ, 2014. – Ч. 1. – С. 166-168.

12. Ларин А. А. Вибрационная диагностика пожарного центробежного насоса / А. А. Ларин, И. Л. Ущепивский // Проблемы динамики і міцності в турбомашинобудуванні: тези доп. п'ятої Міжнар. наук.-техн. конф. – К. : Ін-т проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАН України, 2014. – С. 147-148.

13. Кирилів Я. Б. Діагностування технічного стану відцентрових пожежних pomp за допомогою вібраційного обладнання / Я. Б. Кирилів, І. Л. Ущепівський // Матеріали 16 Всеукр. наук.-практ. конф. рятувальників. – К. : ІДУЦЗ, 2014. – С. 132-134.

14. Ущепівський І. Л. Вплив надійності роботи пожежних насосів на ефективність роботи підрозділів ДСНС / І. Л. Ущепівський // Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXII Міжнар. наук.-практ. конф. – Х. : НТУ«ХП», 2014. – Ч. I. – С. 79.

До дисертаційної роботи є зауваження.

- 1. Статистика відмов або зниження відносно паспортних значень напору та подачі pomp значно б підсилила актуальність роботи. Крім того додає ризиків понаднормативний строк служби пожежної техніки.*
- 2. У другому розділі слід було розглянути шляхом моделювання вплив на динаміку коливань основних конструктивних показників насосів, а саме діаметрів коліс, кількості лопаток, товщини стінок тощо.*
- 3. Інтерес являє вплив на динамічні характеристики двигуна кута нахилу вісі колеса відносно вектору гравітації, що відповідає установці пожежного автомобіля на похилому рельєфі.*
- 4. В авторефераті не розкрито суть коефіцієнтів k_1, k_2 у рівнянні (7).*
- 5. У висновку 8 правильніше вказати чотиримірні моделі, а не тримірні.*
- 6. Доцільно було б об'єднати перше та друге наукові положення (с.2), а також більш лаконічно викласти третє наукове положення (с. 3)*
- 7. Доречно було б включити окремим додатковим висновком результати впровадження та економічну оцінку застосування запропонованої методики вібраційного діагностування відцентрових пожежних насосів пожежних автомобілів.*

Зауваження не впливають на позитивне сприйняття роботи, її зміст відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 - пожежна безпека.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота Ущапівського Ігоря Любомировича є завершеною науковою працею з отримання нових обґрунтованих наукових даних, які в сукупності розв'язують актуальну наукову задачу розкриття взаємозв'язку вібраційних коливань відцентрового пожежного насоса на його працездатність та ефективність застосування обладнаного ним пожежного автомобіля під час гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з ними.

За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою публікування дисертаційна робота за темою «**Підвищення ефективності гасіння пожеж пожежними автомобілями з відцентровими пожежними насосами**» відповідає вимогам пп. 9, 11-14 положення про "Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р, а її автор, Ущапівський Ігор Любомирович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри природоохоронної діяльності
Донецького національного
технічного університету

Підпис завідувача кафедри
природоохоронної діяльності
Донецького національного технічного університету
засвідчую

Костенко В.К.

