

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
УЩАПІВСЬКОГО Ігоря Любомировича

«Підвищення ефективності гасіння пожеж пожежними автомобілями з відцентровими пожежними насосами»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність теми. Вода є найбільш дешевою та доступною вогнегасною речовиною. У всьому світі переважна кількість пожеж ліквідується за допомогою води. Для її доставки до осередку пожежі на пожежних автомобілях застосовуються відцентрові пожежні насоси.

З метою забезпечення безвідмовної роботи відцентрових пожежних насосів на пожежі проводять їх технічне обслуговування та ремонт. Крім цього, важливим є проведення діагностування технічного стану відцентрових пожежних насосів та своєчасне виявлення несправностей, що можуть призвести до їх відмови на пожежі. У підрозділах ОРС ЦЗ не застосовуються методики діагностування відцентрових пожежних насосів, що дозволяють своєчасно відстежувати зміну технічного стану насосу та прогнозувати його залишковий ресурс.

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

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

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що її виконання відбувалось 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.

Крім того, робота виконана в рамках 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.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Представлені в роботі наукові положення та сформульовані висновки і рекомендації випливають із її змісту і постановки задач досліджень. Обґрунтованість і вірогідність наукових положень забезпечується коректним застосуванням методів фізичного і математичного моделювання, використанням сучасних розрахункових програмних комплексів на базі методу скінчених елементів, результатами перевірки збіжності розрахункових і експериментальних даних, а також проведенням комплексу експериментальних досліджень.

Основні результати досліджень викладені у висновках по розділам і дисертації у цілому. Загальна оцінка розділу «Загальні висновки» - вони достовірні, мають наукову й практичну спрямованість.

До **основних нових наукових результатів дисертації** слід віднести наступне:

- уперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування вібраційних методів діагностування в системі визначення технічного стану та технічного обслуговування відцентрових пожежних насосів пожежних автомобілів України;

- 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;

- удосконалено математичні моделі, 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.

Практична цінність отриманих 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 його практичну діяльність, про що засвідчує акт впровадження.

Розроблені тривимірні 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 та надійності експлуатації відцентрових пожежних насосів, що засвідчено актом впровадження.

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 підготовки «Пожежна безпека» та «Цивільний захист».

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому

Дана дисертація містить у собі вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел, що нараховує 119 найменувань, і 5 додатків. Повний обсяг роботи складає 172 сторінки.

У вступі обґрунтовується актуальність обраної теми, сформульована мета дослідження. Також у вступі представлено загальну характеристику дисертації, її структуру, сформульовано наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів, представлено дані про їх апробацію та впровадження.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану проблеми, що підіймається в дисертаційній роботі. Розглянуті особливості конструкції та експлуатації існуючих пожежних насосів. Встановлено, що найбільшого поширення у практиці пожежогасіння набули відцентрові пожежні насоси і, зокрема, насоси серії ПН-40УВ(А). При цьому, незважаючи на значну кількість теоретичних та експериментальних досліджень впливу надійності протипожежного обладнання на показники ефективності пожежогасіння, дослідженню взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів, їх технічному стану та технічним характеристикам приділена недостатня увага.

У цьому ж розділі показано, що в Україні використовується велика кількість протипожежної техніки, яка вже майже вичерпала свій проектний ресурс. Це призводить до частих випадків її виходу з ладу під час виконання оперативних завдань, що підтверджує актуальність створення системи ранньої діагностики технічного стану відцентрових пожежних насосів.

В огляді розглянуті класичні та сучасні роботи, як вітчизняних так і закордонних дослідників. У цілому, результати проведеного огляду послужили основою для визначення методів і підходів, які використовувались у роботі, дозволили автору сформулювати мету та задачі дисертаційних досліджень.

У другому розділі розглянуто математичне моделювання вібраційного

стану відцентрового пожежного насосу ПН-40УВ, основою чого стала його тривимірна геометрична модель, яка побудована з урахуванням особливостей конструкції та має всі основні елементи відцентрового насосу. Розрахункові дослідження проводились в рамках методу скінчених елементів. У розділі наведено основні математичні співвідношення, що відображають суть проведених комп'ютерних симуляцій. Отримано рівняння для визначення власних частот відцентрового пожежного насосу. Перевірка адекватності створених моделей показала, що розбіжність у власних частотах між теоретичними та експериментальними даними не перевищує 5%.

У розділі представлено результати моделювання вібрацій відцентрового пожежного насосу з різними дефектами та отримано відповідні залежності. Для повного оцінювання рівня вібрації застосовували модуль сумарного вектору нормованих середньоквадратичних значень вібрацій у різних напрямках, що дає змогу отримати більш узагальнені закономірності. Визначено залежності зміни показників ефективності використання відцентрового пожежного насосу від рівня технічного стану, що задається відносними показниками підвищення вібрацій насосу в експлуатації.

Третій розділ присвячено експериментальним випробуванням відцентрового пожежного насоса для подачі вогнегасних речовин, який встановлено на аварійно-рятувальному автомобілі.

Приведено засоби й умови проведення експериментальних досліджень та апаратура, що використовувалась. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень.

Досліджено вібрації на всмоктувальному патрубку відцентрового пожежного насосу у трьох режимах роботи: без води, «на себе» та за нормальної роботи. Проаналізовано спектр вібрацій на різних швидкостях обертання ротора насоса, визначено рівні вібрацій. Побудовано просторові траєкторії вектора віброприскорень, що дозволяють аналізувати направленість вібрацій у різних точках конструкції.

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дефектів та пошкоджень відцентрового пожежного насоса ПН – 40УВ на вібраційні параметри під час його роботи. У якості дефектів використовувалися: прослаблення посадки вала, послаблення болтових кріплень, загальне зношування елементів шарнірних кріплень.

Встановлено, що засмічення робочого колеса призводить до збільшення дисбалансу, що посилює вібрації, особливо у вертикальній площині. Послаблення посадки валу у підшипниковому вузлі має дві характерні ознаки: істотне збільшення осьової складової вібрацій у порівнянні до вібрацій насосу без дефектів або з іншими дефектами та виникнення дрібної гармоніки, що відповідає 0,5 від частоти обертання ротора. Аналогічні прояви має й дефект у

вигляді пошкодженого підшипника, що супроводжуються збільшенням осьової складової у вібраціях.

Також у розділі розроблено методику вимірювання вібрацій насоса, що дозволяє діагностувати його технічні несправності на стації експлуатації до настання відмови. Це особливо важливе тому, що виявити несправність можна на ранній стадії та здійснити ремонт у разі необхідності, а не чекати чергового ТО.

У п'ятому розділі представлено методику проведення технічної діагностики відцентрових пожежних насосів, наведено дані про впровадження результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

В цілому дисертація має чітку логічну структуру, справляє враження завершеної роботи, що виконана на належному науковому рівні. Текст дисертації написаний технічно грамотною мовою.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 14 наукових працях, з яких 10 у фахових виданнях, серед яких 4 наукові праці у міжнародних фахових виданнях та 6 у спеціалізованих виданнях, що входять до переліку ДАК України, 4 тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Автореферат відповідає змісту та основним положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У першому розділі дисертації автором застосовуються терміни та визначення, які є устояними у фахівців пожежної безпеки, проте в сучасній українській термінології не застосовуються. Наприклад, правильніше було б називати «оперативна готовність», а не «бойова готовність», «пожежно-технічне оснащення», а не «пожежно-технічне озброєння» тощо.

2. У першому розділі вказано, що для роботи від відкритого вододжерела на всмоктувальний патрубок насоса нагвинчується водозбірник з двома патрубками, проте відомо, що з цією метою застосовується всмоктувальний рукав діаметром 125 мм, який безпосередньо приєднується до всмоктувального патрубку.

3. У першому розділі автор наводить види ТО транспортних засобів, до яких відносяться контрольний огляд, ЩТО, ТО на пожежі, ТО при поверненні з пожежі, СТО, ТО-1 та ТО-2. Проте у відповідності до «Настанови про експлуатацію транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України», на яку взагалі відсутні посилання в роботі, існує ще ТО в період обкатки.

4. У роботі автором розкрито особливості проведення різних видів ТО транспортних засобів. Але не приділено достатньо уваги особливостям діагностування ВПН, яке на сьогодні використовується в оперативно-

рятувальній службі. Робота значно виграла б в практичному плані, якщо були б вказані види діагностування ВПН та наведені їх недоліки.

5. З роботи не до кінця зрозуміло, у який спосіб було встановлено взаємозв'язок між ефективністю пожежогасіння та технічним станом ВПН.

6. Автором під час експериментальних досліджень для вимірювання вібрацій використовувався вимірювальний комплекс «Ультра-В-І», який дозволяє проводити вимірювання у точці конструкції за двома напрямками. Проте результати експериментальних досліджень автором представлені в трьох напрямках: осьовому, вертикальному та горизонтальному. Тому потребує уточнення, яким чином було отримано наведені результати.

7. Для аналізу впливу різних чинників в дисертації аналізувалася вібрація, що відбувається під час роботи насоса на трьох окремих режимах: без води, з водою, але закритими напірними патрубками, та під час подавання води у напірну рукавну лінію. Проте є незрозумілим, навіщо під час досліджень використовувався режим без води, адже для відцентрових пожежних насосів він є нетиповим і на практиці не застосовується.

8. Згідно з методикою вібродіагностування, що розроблено автором, перший запис параметрів роботи насоса робиться в момент першого його пуску, після чого періодично роблять вимірювання та записують їх результати, спостерігаючи за зміною параметрів. При цьому незрозуміло, яким чином застосувати зазначену методику до насосів, які вже мають певний наробіток.

9. Методикою вібродіагностування, що пропонується в роботі, передбачається проводити заміри вібрацій насоса один раз на рік для насосів, що знаходяться в експлуатації менше 5 років, та два рази на рік для насосів, що мають більший термін роботи. Але, наприклад, такий вид дефекту, як потрапляння стороннього предмету до робочого колеса, є непрогнозованим і може статися на другий день після проведення ТО. За таких умов можливо доцільно було б запропонувати встановити на насос вимірювальну систему, яка б постійно відстежувала його вібраційні показники та інформувала водія при досягненні критичних значень, що вказувало б на виникнення того чи іншого дефекту.

10. Під час дослідження вібрацій пожежного насоса із наявністю додаткового дисбалансу проводилось натурне моделювання потрапляння стороннього тіла із масою 11 та 56 г до робочого каналу робочого колеса насоса. Автор в роботі пояснює, що ці значення є середнім та максимальним значенням маси тіл, що можуть потрапити до робочого колеса. Проте незрозуміло, виходячи з яких міркувань встановлена максимальна маса стороннього тіла.

11. На жаль, у роботі часто зустрічаються неузгодженості між номерами рисунків та формул, що ускладнює сприйняття роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Ущапівського І.Л. «Підвищення ефективності гасіння пожеж пожежними автомобілями з відцентровими пожежними насосами» є завершеною науково-дослідною роботою, яка присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі виявлення взаємозв'язку параметрів вібраційних коливань відцентрових пожежних насосів з їх технічним станом та технічними характеристиками, як основи їх вібраційного діагностування в системі технічного обслуговування. Таким чином, за своїм змістом дана робота відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека.

Робота виконана на високому науковому рівні. Сформульовані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки та їх слід розглядати як побажання авторів для подальшої плідної науково-дослідної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 11, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а її автор, Ущапівський Ігор Любомирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент
доцент кафедри інженерної
та аварійно-рятувальної техніки
Національного університету
цивільного захисту України
кандидат технічних наук, доцент

С.А. Виноградов

