

І. А. Вікович¹
Р. В. Зінько¹
М. З. Лаврівський²
А. П. Поляков³

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТОВАНИХ СЕРЕДНЬОВАНТАЖНИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

¹Національний університет «Львівська політехніка»

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

³Вінницький національний технічний університет

Пожежні автомобілі повинні бути максимально адаптовані до ліквідації надзвичайних ситуацій, зокрема, забезпечувати необхідну інтенсивність подачі засобів гасіння, тобто бути багатофункціональними.

Особливі вимоги висуваються до пожежних транспортних засобів це: висока прохідність і швидкість руху, можливість перевезення одного відділення, транспортування інструментів і устаткування для захоплення, засипання ґрунтом, заливання краю пожежі водою чи розчинами хімікатів тощо.

Наукові дослідження спрямовані на розроблення способів проведення оцінки ефективності нових зразків пожежно-рятувальних автомобілів щодо відповідності вимогам МНС України, зокрема шляхом порівняльного аналізу із альтернативними зразками, на визначення чинників, що впливають на роботу пожежного автомобіля, на розробку методу адаптації автомобілів для ліквідації надзвичайних ситуацій, для підвищення рівня їх експлуатаційної досконалості та ефективності функціонування.

Для реалізації мети оціночних випробувань розроблено методику випробувань і створено експериментальний зразок пожежного автомобіля для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Отриману залежність між числом обертів колінчастого валу двигуна і величиною динамічного обертового моменту в трансмісії випробовуваного пожежного автомобіля у разі різкого включення зчеплення на режимах рушання автомобіля з місця можна представити графічно. Запропоновану для порівняння різних варіантів конструкцій пожежного автомобіля цю характеристику взяти за критерій ефективності.

Проводились експериментальні дослідження: рушання автомобіля з місця на крутому підйомі із подальшим підвищенням передач; подолання придорожного кювету з пологіми стінками глибиною 0,2–0,6 м і під кутом 45° до його осі; наїзд колесами однієї сторони пожежного автомобіля на бордюр заввишки 140–150 мм; входження у поворот із прямолінійного руху до мінімально можливого радіусу повороту на асфальтовому покритті на II та III передачах із постійною швидкістю 10–12 км/год.

Для підтвердження правомірності прийнятих припущень математичної моделі, точності прикладних програм і достовірності отриманих результатів виконано перевірку адекватності математичного моделювання шляхом порівняння тестових задач статички та динаміки руху пожежних автомобілів для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Пожежний автомобіль для ліквідації надзвичайних ситуацій, змодельований на основі запропонованої методики адаптації базового шасі для потреб гасіння лісових пожеж і формування модуля-контейнера, дозволяє підвищити ефективність його використання за вибраними критеріями на 18 %. Використання поздовжньої податливості модулів-контейнерів порівняно з звичайним кріпленням кузова забезпечує зменшення витрати пального під час руху пожежного автомобіля до 4 %.

Ключові слова: методика випробувань пожежного автомобіля, ліквідація надзвичайних ситуацій, ефективність використання пожежного автомобіля, податливість модулів-контейнерів, витрати пального під час руху пожежного автомобіля.

Вступ

Пожежні автомобілі повинні бути максимально адаптовані до участі в ліквідації надзвичайних ситуацій, зокрема, забезпечувати необхідну інтенсивність подачі засобів гасіння, тобто бути багатофункціональними [2–4, 7, 5, 11, 12, 15].

Виходячи із світового досвіду, можна сформулювати чотири головні напрями реалізації сучасної концепції багатофункціональності пожежно-рятувальним автомобілям, зокрема:

1. Надання аварійно-рятувальних функцій автомобілям пожежогасіння, насамперед автоцистернам.
2. Розширення та надання різних функцій пожежогасіння аварійно-рятувальним автомобілям.
3. Надання функцій пожежогасіння висотним пожежно-рятувальним автомобілям (автомобільним драбинам, автомобільним підіймачам тощо).
4. Надання властивостей багатофункціональності об'єктовим пожежним автомобілям, за рахунок застосування на одному пожежному автомобілі 4–5 видів вогнегасних речовин і пристосувань для їх подачі.

Отже, багатофункціональні пожежно-рятувальні і пожежно-технічні автомобілі – це пожежні автомобілі, які пристосовані як для гасіння пожежі, так і для проведення технічних і спеціальних робіт на місці пожежі, аварії чи надзвичайної ситуації. Повна універсальність моделей, які одержали

найширше застосування, зокрема, пожежні автоцистерни у багатьох країнах обладнали невеликими порошковими установками, колінчастими підйомниками, автомобільними драбинами, світловими щоглами, генераторами змінного струму тощо. В свою чергою на пожежних автомобільних драбинах і автомобільних підйомниках з'являються порошкові установки, пінні баки, насосні агрегати, лафетні стволи, генератори для живлення електроінструменту тощо. Також сьогодні передбачена тенденція до суцільної спеціалізації пожежних автомобілів загального користування, які призначені для захисту певних об'єктів, зокрема хімічних, нафтохімічних, машинобудівних тощо. Так автомобільні цистерни обладнали стволом-щоглою, що дає змогу подавати воду на висоту до 30 м, пінопідіймачами для подачі піни в резервуари тощо. Здебільшого такі автомобілі відрізняються компонуванням, оригінальними технічними рішеннями, розширеною комплектацією, включаючи устаткування для роботи в умовах небезпечних дій. Практично це пожежні автомобілі нової орієнтації та нового покоління.

У зв'язку з можливим характером протікання надзвичайних ситуацій для транспортних засобів і, зокрема, для пожежних автомобілів, доцільним є використання причепів з модульним або контейнерним компонуванням. У разі бездоріжжя використання причепів дещо знижує прохідність пожежних автомобілів, але швидка доставка у район ліквідації великої кількості необхідного обладнання безумовно позитивно відзначиться на перебігу аварійно-рятувальних робіт. На причепах можна також доставляти транспортувальне обладнання малого радіусу дії, зокрема мінітрактори, канатні дороги, пневмотруботранспорт тощо.

Результати дослідження

Для ліквідації стихійних лих ставляться підвищені вимоги до пожежного автомобільного транспорту: висока прохідність, запас потужності для подолання природних і штучних перешкод, розчищення завалів під час слідування по маршруту розвідки, а також наявність запасу вогнегасних засобів для прокладання шляхів розвідки для під'їзду до краю пожежі і повернення на вихідні позиції чи на місце дислокації. Найважливіше – це швидке реагування на поширення пожежі і якнайшвидша доставка оперативного розрахунку до краю гасіння пожежі [5, 11].

Особливі вимоги ставляться до пожежних транспортних засобів, для яких необхідна висока прохідність і швидкість руху, можливість перевезення одного відділення (5–7 осіб), транспортування інструментів і устаткування для захоплення, засипання ґрунтом, заливання краю пожежі водою чи розчинами хімікатів тощо.

Пожежний автомобіль для ліквідації надзвичайних ситуацій повинен у своїй конструкції реалізовувати: універсальність, модульність компоновки, швидку та ефективну пристосовуваність (можливість переобладнання) до конкретної ситуації, ефективність руху до місця події (проходження бездоріжжя, подолання завалів тощо), ефективність реалізації поставлених задач (гасіння пожежі, розбирання завалів, евакуація людей). Тому для визначення необхідних параметрів та характеристик перспективної пожежної машини вирішено було взяти типові зразки АЦ-40 (рис. 1а) і маніпулятор Palfinger, встановлений на автомобілі МАЗ (рис. 1б), [8, 9].



а)



б)

Рис. 1. Пожежна автомобільна цистерна АЦ-40 на базі автомобіля ЗИЛ-131 із встановленим комплексом апаратури для визначення спектру характеристик транспортних засобів (а) і маніпулятор Palfinger, встановлений на автомобілі МАЗ (б)

Під час дослідження автомобільної цистерни АЦ-40 визначалися її транспортні характеристики: навантаження в трансмісії, швидкість руху, витрата палива, оберти двигуна, вібронавантаженість кузова на різних дорогах із різними коефіцієнтами опору руху.

Отриману в результаті вимірювань залежність між числом обертів колінчастого валу двигуна і величиною динамічного обертового моменту в трансмісії пожежного автомобіля, у разі різкого включення зчеплення на режимах рушання автомобіля з місця, можна представити графічно (характеристика динамічного навантаження трансмісії). Запропоновано для порівняння різних варіантів конструкцій пожежного автомобіля цю характеристику взяти за критерій ефективності для модифікованих конструкцій.

З метою універсальності запропонована методика розроблялась як для автомобілів загального призначення, так і для автомобілів підвищеної прохідності.

Проводились такі експериментальні дослідження:

1. Рушання автомобіля з місця на крутому підйомі із подальшим підвищенням передач (рух автомобіля на крутому підйомі з пониженням передач); різке включення прямої передачі, коли двигун працює в режимі холостого ходу та під час руху накатом із швидкістю 40 км/год.

2. Подолання придорожного кювету з пологими стінками глибиною 0,2–0,6 м і під кутом 45° до його осі.

3. Наїзд колесами однієї сторони пожежного автомобіля на бордюр заввишки 140–150 мм.

3. Вхідження у поворот із прямолінійного руху до мінімально можливого радіусу повороту на асфальтовому покритті на II та III передачах із постійною швидкістю 10–12 км/год.

Дослідження розподілу крутних моментів на півосях під час сталого руху є важливим для визначення характеру розподілу цих моментів на півосях як при русі в різних дорожніх умовах, так і за різної завантаженості. Під час проведення дорожніх випробовувань важливо було дослідити повторюваність значень обертових моментів на карданному валу автомобіля при русі відповідно по дорозі з асфальтовим покриттями і бруківкою за параметром швидкості руху при однаковому навантаженні пожежної цистерни – 3,5 т.

Під час дослідження роботи маніпулятора необхідно було визначити можливості маніпулятора для операцій навантаження-розвантаження і його функціонування у разі маніпулювання стволом для гасіння пожежі.

Операції навантаження-розвантаження досліджувались для окремих різних положень маніпулятора. При цьому визначалися положення, за яких навантаження на елементи були найбільшими. Роботу маніпулятора досліджувалися у трьох площинах (рис. 2).

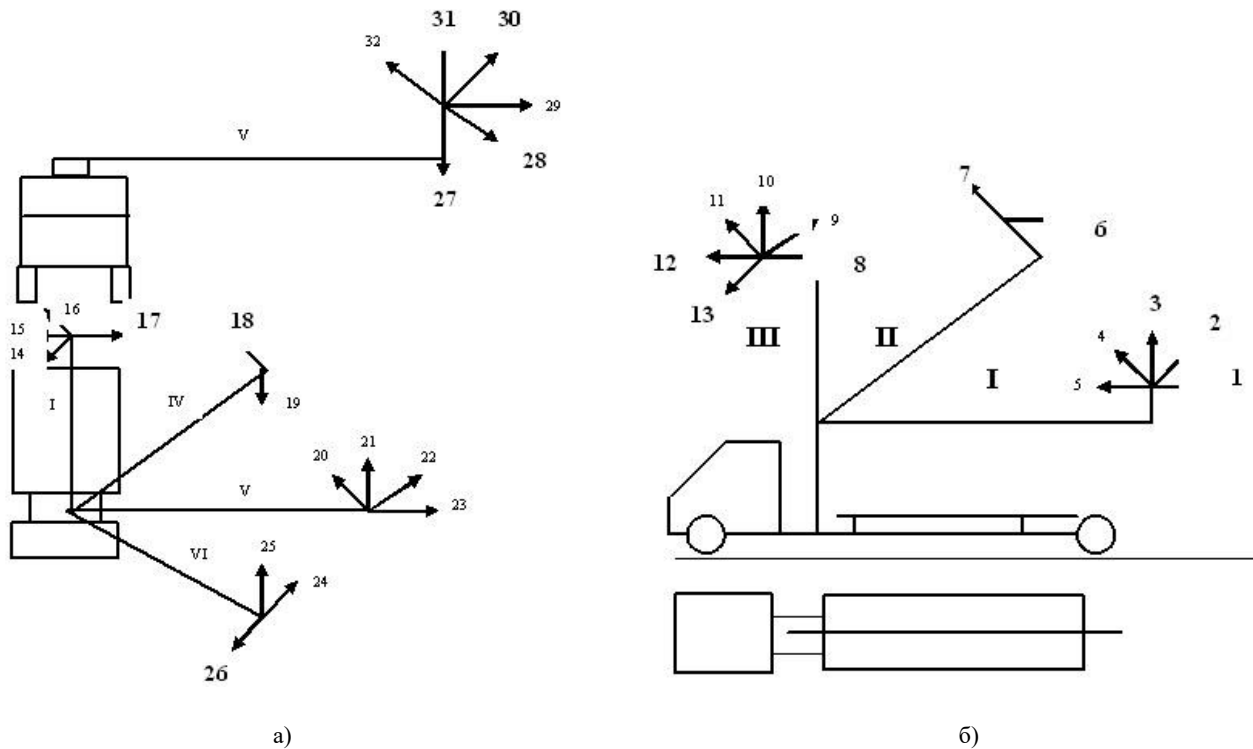


Рис. 2. Можливі положення маніпулятора пожежного автомобіля з навісним обладнанням у вертикальній (а) і горизонтальній (б) площинах

Заміри проводилися з контейнером масою 1 т [9, 10]. Проводилось зняття характеристик маніпулятора при його роботі зі стволом і підвішеним контейнером.

Деяка розбіжність результатів між експериментальними і аналітичними дослідженнями пояснюється принциповою різницею в природі похибок, які існують при визначенні експериментальних величин. Під час проведення натурного експерименту накопичуються постійні і випадкові похибки вимірювальної апаратури і оператора. Зокрема у разі застосування пакета прикладних програм похибки залежать від прийнятих припущень і від заданої допустимої похибки чисельного інтегрування системи відповідних рівнянь. Загалом результати, які були отримані при фізичному і чисельному експериментах, відрізнялися між собою в межах 20–25 %.

Нижче наведено результати випробовувань адаптованого середньовантажного пожежного автомобіля у разі ліквідації надзвичайних ситуацій та аналіз отриманих (оброблених) результатів експериментальних досліджень

Із спектру проведених досліджень найбільш наочним є рушання автомобіля з місця. На рис. 3 показано зміну величини крутного моменту на карданному валу в реальному часі під час рушання пожежного автомобіля і перемикавання на 2 передачу.

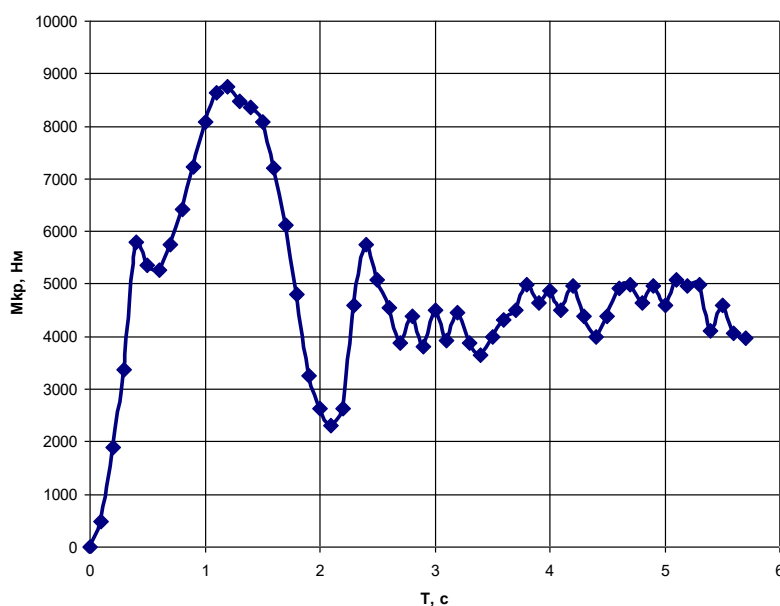


Рис. 3. Зміна крутного моменту на карданному валу при рушанні пожежного автомобіля і перемиканні на 2 передачу

На рис. 4 показано зміну вібронавантаженості кузова автомобіля при рушанні і перемиканні на 2 передачу.

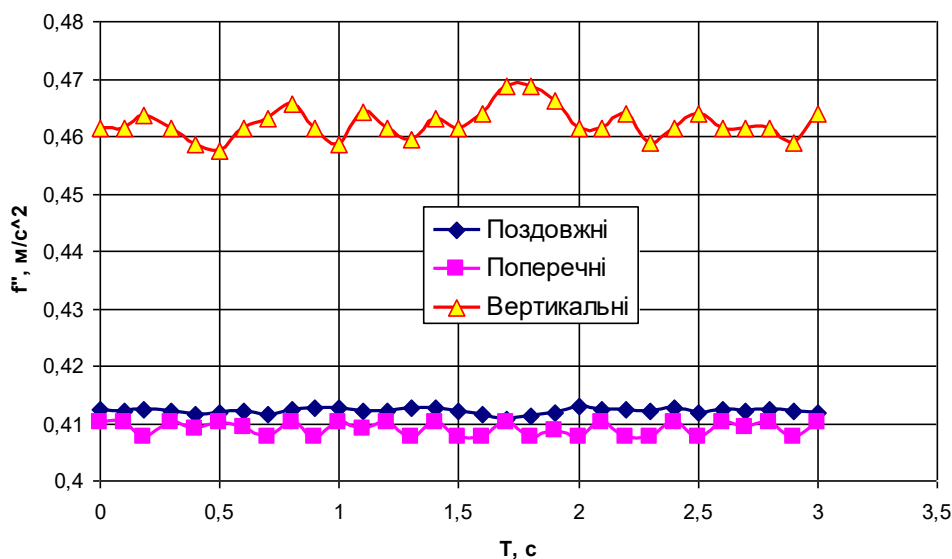


Рис.4. Зміна вібронавантаженості кузова пожежного автомобіля під час рушання і перемиканні на 2 передачу

Характерною особливістю пожежного автомобіля є наближена синусоїдальна зміна обертів двигуна під час його рушання і перемикання на 2 передачу (рис. 5).

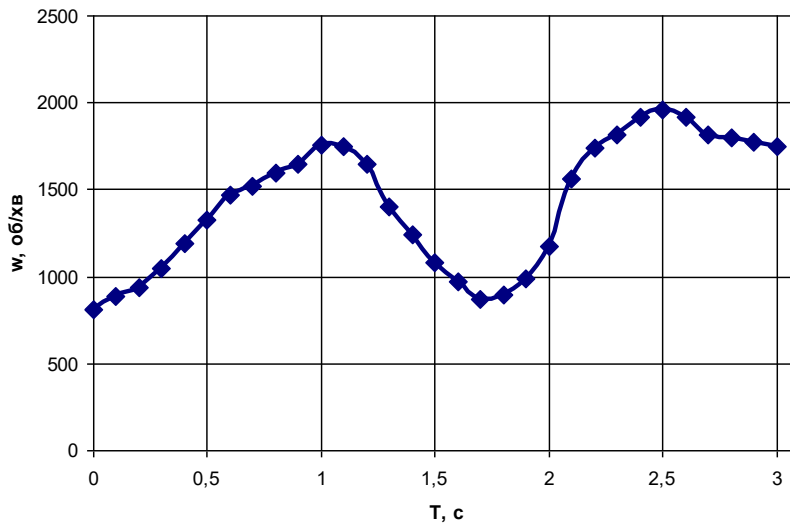
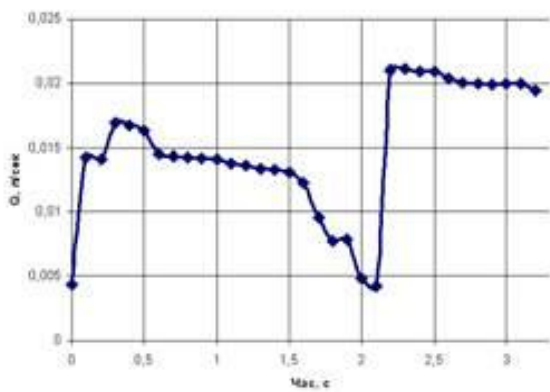
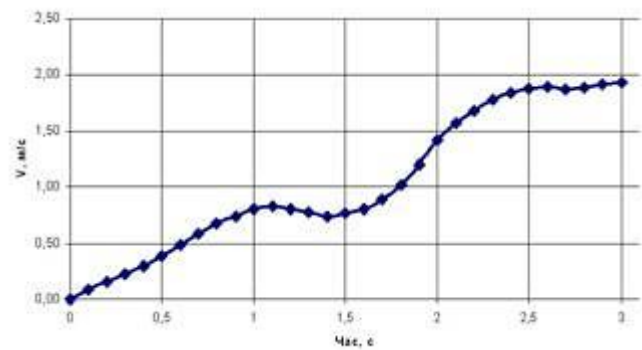


Рис. 5. Зміна обертів двигуна при рушанні пожежного автомобіля з місця і перемиканні на 2 передачу

На рис. 6, а) показана зміна витрати пального під час рушання пожежного автомобіля з місця і перемикання на 2 передачу, а також зміна швидкості руху при цьому (рис. 6, б).



а)



б)

Рис. 6. Зміна витрати пального (а) і швидкості руху пожежного автомобіля (б) при рушанні з місця і перемиканні передачі з першої на другу

Експериментальне дослідження щодо зміни коливання тиску у разі гасіння пожежі із ствола пожежного автомобіля із тиском 3 атм показано на рис. 7.

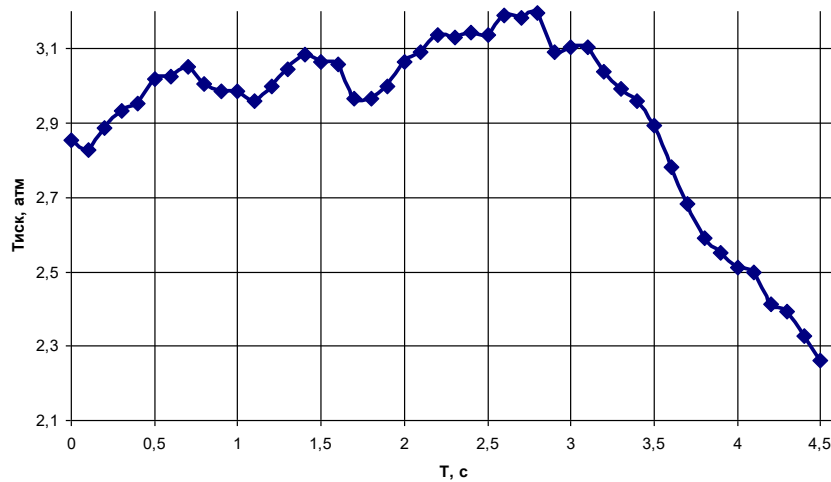


Рис. 7. Коливання тиску у стволі пожежного автомобіля при роботі ствола (під час гасіння пожежі) з тиском 3 атм

Експериментальними дослідженнями зафіксовано деяку стабілізацію вібронавантаженості ствола пожежного автомобіля у разі подачі води із постійним тиском 3 атм (рис. 8).

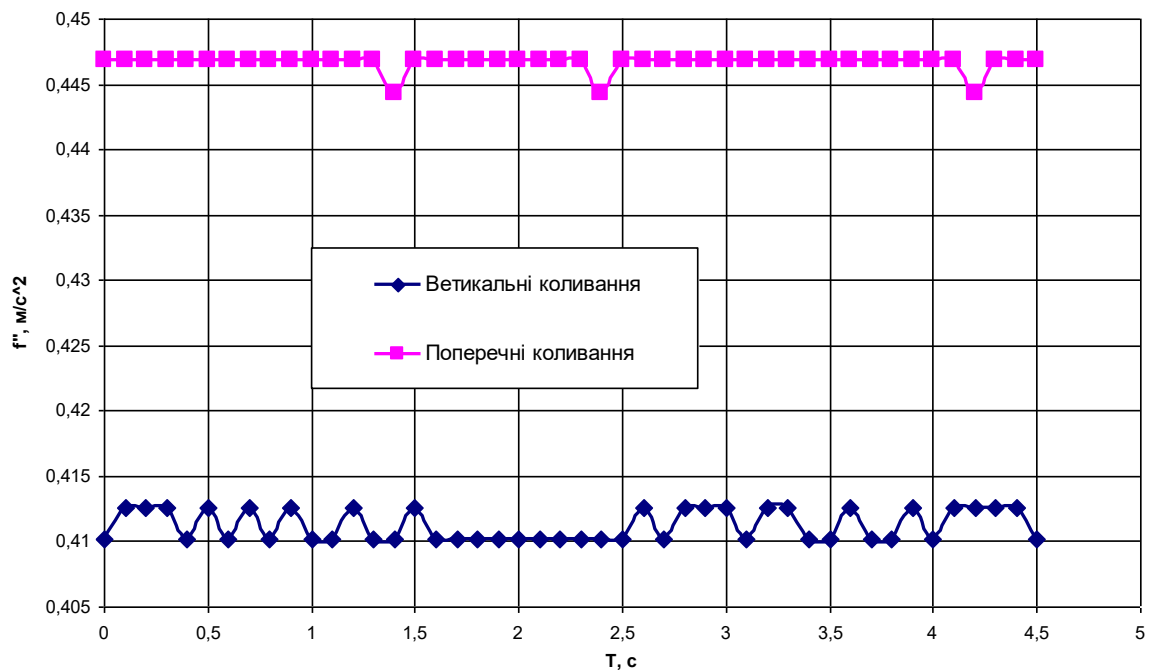


Рис. 8. Вібронавантаженість ствола пожежного автомобіля при тиску 3 атм

Нами експериментально побудовано характеристику зміни у реальному часі зростання тиску у стволі пожежного автомобіля у межах від 3 до 12 атм (рис. 9).

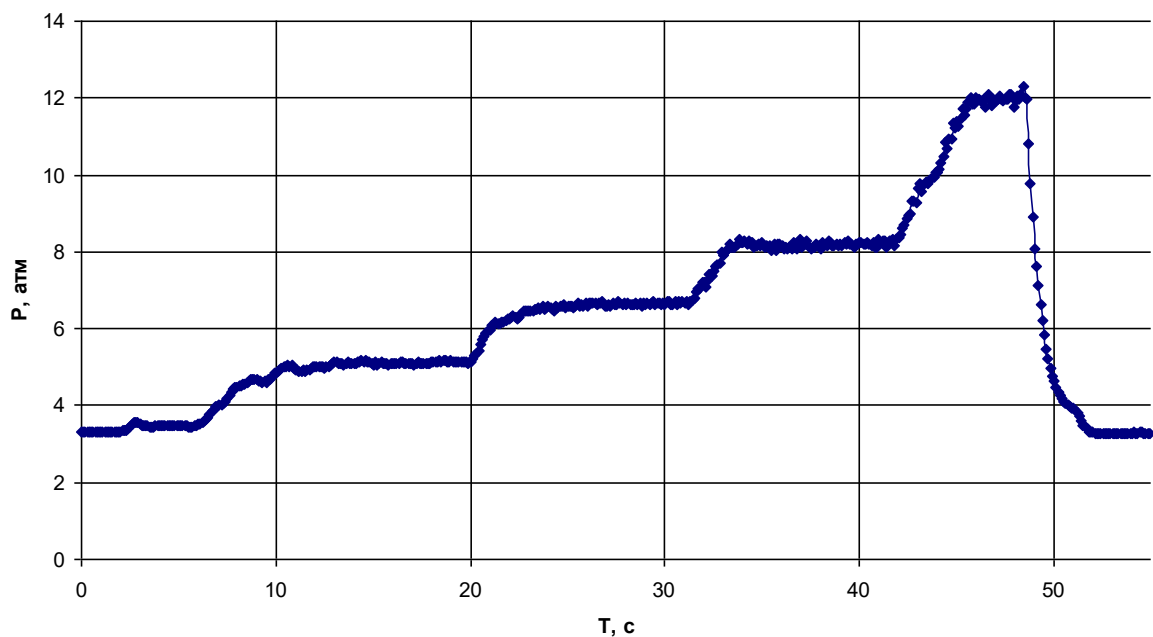


Рис. 9. Характеристика міни зростання тиску у стволі пожежного автомобіля від 3 до 12 атм

Експериментальне дослідження вібронавантаженості ствола пожежного автомобіля у разі подачі води і зміни тиску у межах від 3 до 12 атм представлено на рис. 10.

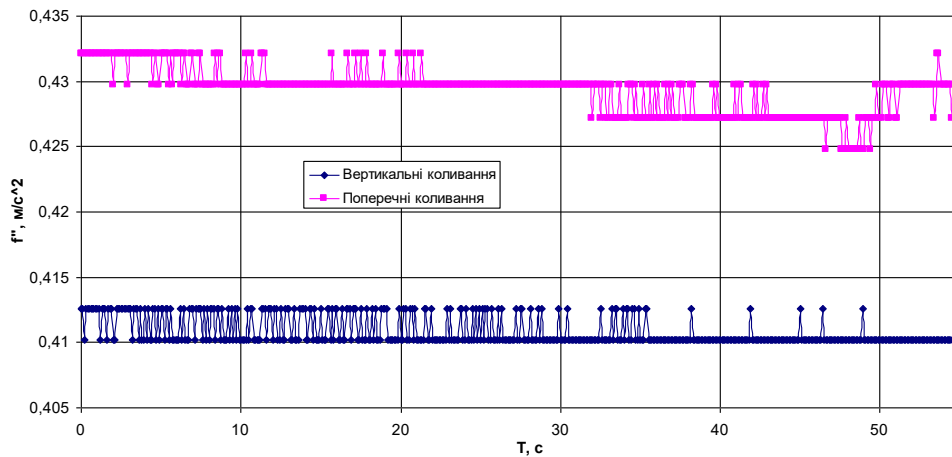


Рис. 10. Вібронавантаженість стовпа пожежного автомобіля під час подачі води під тиском від 3 до 12 атм

Для підтвердження правомірності прийнятих припущень під час створення математичної моделі, точності роботи розроблених комп'ютерних прикладних програм і достовірності отриманих результатів нами виконано перевірку адекватності математичного моделювання шляхом аналізу тестових задач статички та динаміки руху пожежних автомобілів для ліквідації надзвичайних ситуацій і зіставлення результатів відомих досліджень із результатами, отриманими самостійно (числовими експериментами). Отримані нами результати показали високу збіжність параметрів та головних експлуатаційних характеристик для тестових зразків пожежного автомобіля з маніпулятором для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Під час випробувань форсованого розгону автомобіля на передачах необхідно звертати особливу увагу на відсутність ривків у процесі розгону автомобіля. Системи живлення і запалювання двигуна повинні бути перевірені і за необхідності відрегульовані.

Висновки

Виконано експериментальне дослідження пожежної АЦ-40 та проведено порівняння експериментальних даних із результатами теоретичних досліджень, де вперше запропоновано методика і обґрунтовано доцільність адаптації базового шасі автомобіля вибраного типу для застосування його до потреб пожежогасіння лісових пожеж, а також обґрунтовано і сформовано модуль-контейнер для такого пожежного автомобіля та підтверджено ефективність використання модульної компоновки для автомобілів гасіння лісових пожеж.

Пожежний автомобіль для ліквідації надзвичайних ситуацій, змодельований на основі запропонованої методики адаптації базового шасі до потреб гасіння лісових пожеж і формування модуля-контейнера, дозволяє підвищити ефективність його використання за вибраними критеріями на 18 %. Використання поздовжньої податливості модулів-контейнерів пожежного автомобіля для ліквідації надзвичайних ситуацій порівняно зі звичайним кріпленням кузова забезпечує зменшення витрати пального під час рушання пожежного автомобіля на 4 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] «Измерения и испытания», в *Вибрация в технике: справочник в 6-ти т.*, М. Г. Генкин, Ред. М.: Машиностроение, 1981, т. 5, 496 с.
- [2] І. А. Вікович, і М. З. Лаврівський, «Задачі щодо адаптації автомобілів середньої вантажопідйомності для їх ефективної участі в ліквідації надзвичайних ситуацій», в *Пожежна безпека. Збірник наукових праць*. Львів: СПОЛОН, 2005, вип. 6, с. 156-162.
- [3] І. А. Вікович, і М. З. Лаврівський, «Розробка принципів адаптації транспортних засобів для потреб ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій», в *Пожежна безпека. Збірник наукових праць*. Львів: ЛДУБЖД, 2006, вип. 8, с. 46-50.
- [4] І. А. Вікович, М. З. Лаврівський, і В. В. Гриб, «Адаптація автомобілів для потреб ліквідації надзвичайних ситуацій» на *міжнар. науково-практ. конф. курсантів і студентів. Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності*. Львів, 2007, с. 197-199.
- [5] І. А. Вікович, і М. З. Лаврівський, «Разработка принципов формирования колонны спасательных автомобилей для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», на *IV Междуна. научно-практ. конф. Чрезвычайные ситуации: Предупреждение и ликвидация*. Минск, 2007, т. 3, с. 231-233
- [6] І. А. Вікович, Ю. М. Черевко, і Р. В. Зінько, *Зниження динамічних навантажень у вантажних колісних машинах із пружно-демпфувальним членуванням*. Львів: Галицька Видавнича Спілка, 2018, 166 с.
- [7] Р. В. Зінько, і Б. М. Дівєєв, «Покращення конструктивних характеристик пожежних автомобільних драбин», *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. Т. 9, № 1, с. 46-52, 2004.

[8] М. З. Лаврівський, «Использование химических средств для тушения лесных пожаров», на XXIV международная научно-практическая конференция по проблемам пожарной безопасности, посвященная 75-летию создания института, Россия, Балашиха, 2012.

[9] М. З. Лаврівський, Р. В. Зінько, і І. С. Лозовий, «Методика експериментального дослідження пожежного автомобіля для гасіння пожеж на об'єктах АПК», Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. Львів: СПОЛОМ, № 13(2), с. 199-208, 2009.

[10] М. З. Лаврівський, Р. В. Зінько, і І. С. Лозовий, «Методика експериментального дослідження пожежного автомобіля модульної компоновки для гасіння лісових пожеж», у Науковий вісник НЛТУУ: збірник науково-технічних праць. Львів: НЛТУУ, 2010, вип. 20.2, с. 74-80.

[11] М. З. Лаврівський, Р. В. Зінько, і І. С. Лозовий, «Формування спеціалізованого контейнера для пожежного автомобіля модульної компоновки», Науковий вісник УкрНДДПБ, № 2 (20), с. 141-147, 2009.

[12] В. В. Сировий, Ю. М. Сенчихін, А. А. Лісняк, і І. Г. Дерев'янка, Основи тактики гасіння пожеж. Х.: НУЦЗУ, 2015.

[13] О. О.Смотр, «Структурний аналіз лісових пожеж, динаміка їх розвитку та поширення», у Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010, вип. 20., с. 69-75.

[14] Ю. М. Черевко, І. А. Вікович, і Р. В. Зінько, «Узагальнений алгоритм проведення досліджень при фізичному моделюванні», Вісник ЖДТУ. «Технічні науки», вип. III (46), том II, с. 37-44, 2008.

[15] Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений. Справочное пособие. Касаткин Б.С. Ред. К.: Наукова думка, 1981.

[16] Ю. Ф. Яковенко, Эксплуатация пожарной техники. М.: Транспорт, 1991.

Вікович Ігор Андрійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства.

Зінько Роман Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілебудування.

Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів

Лаврівський Мар'ян Зеновійович – старший викладач кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів навчально-наукового інституту цивільного захисту

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів

Поляков Андрій Павлович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

I. Vikovich¹
R. Zinko¹
M. Lavrovsky²
A. Polyakov³

Experimental studies of adapted medium-duty fire trucks for emergency response

¹National University "Lviv Polytechnic"

²Lviv State University of Life Safety

³Vinnitsa National Technical University

Fire trucks should be maximally adapted to the elimination of emergency situations, in particular, to provide the necessary intensity of supply of extinguishing agents, that is, to be multifunctional. Special requirements are imposed on fire-fighting vehicles: high cross-country ability and speed, the ability to transport one compartment, transport tools and equipment for grabbing, backfilling with soil, filling the edge of the fire with water or chemical solutions, and the like.

Scientific research is aimed at developing ways to assess the effectiveness of new models of fire and rescue vehicles for compliance with the requirements of the Ministry of Emergency Situations of Ukraine, in particular, through comparative analysis with alternative samples, to determine the factors affecting the operation of a fire truck, to develop a method for adapting vehicles for emergency response, to improve their level of operational excellence and operational efficiency.

To realize the purpose of the assessment tests, a test procedure was developed and an experimental model of a fire-fighting vehicle for emergency response was created.

The obtained relationship between the number of revolutions of the crankshaft of the engine and the value of the dynamic torque in the transmission of the test fire vehicle in the case of a sharp engagement of the clutch in the vehicle starting modes can be represented graphically. It is proposed to compare different variants of fire engine designs to take this characteristic as an efficiency criterion.

Experimental studies were carried out: starting a car from a place on a steep rise, followed by an increase in gears; overcoming a roadside ditch with flat walls 0.2–0.6 m deep and at an angle of 45° to its axis; running over with wheels of one side of a fire engine on a curb 140–150 mm high; entering a turn from straight-line movement to the minimum possible turning radius on an asphalt surface in II and III gears at a constant speed of 10-12 km/h.

To confirm the validity of the accepted assumptions of the mathematical model, the accuracy of applications and the reliability of the results obtained, the adequacy of mathematical modeling was checked by comparing the test problems of statics and dynamics of the movement of fire trucks for emergency response.

A fire truck for liquidation of emergency situations, modeled on the basis of the proposed adaptation method of the base chassis for the needs of extinguishing forest fires and the formation of a container module, makes it possible to increase the efficiency of its use according to the selected criteria by 18%. The use of the longitudinal flexibility of the container modules in comparison with the conventional body mount provides a reduction in fuel consumption when driving a fire truck up to 4%.

Key words: test method for a fire truck, emergency response, efficiency of using a fire truck, flexibility of container modules, fuel consumption when moving a fire truck.

Vikovich Igor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Production, Repair and Materials Science.

Zinko Roman - Ph. D. (Eng), Associate Professor of the Department of Automotive Engineering.

Lavrovsky Mar'yan - Senior Lecturer of the Department of Civil Defense and Computer Modeling of Ecogeophysical Processes of the Educational and Scientific Institute of Civil Defense.

Polyakov Andriy - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

И. А. Викович¹

Р. В. Зинько¹

М. З. Лавровский²

А. П. Поляков³

Экспериментальные исследования адаптированных средней грузоподъёмности пожарных автомобилей для ликвидации чрезвычайных ситуаций

¹Национальный университет «Львовская политехника»

²Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

³Винницкий национальный технический университет

Пожарные автомобили должны быть максимально адаптированы к ликвидации чрезвычайных ситуаций, в частности, обеспечивать необходимую интенсивность подачи средств тушения, то есть быть многофункциональными. Особые требования предъявляются к пожарным транспортным средствам это: высокая проходимость и скорость движения, возможность перевозки одного отделения, транспортировки инструментов и оборудования для захвата, засыпки грунтом, заливки края пожара водой или растворами химикатов и тому подобное.

Научные исследования направлены на разработку способов проведения оценки эффективности новых образцов пожарно-спасательных автомобилей на соответствие требованиям МЧС Украины, в частности путем сравнительного анализа с альтернативными образцами, на определение факторов, влияющих на работу пожарного автомобиля, на разработку метода адаптации автомобилей для ликвидации чрезвычайных ситуаций, для повышение уровня их эксплуатационного совершенства и эффективности функционирования.

Для реализации цели оценочных испытаний разработана методика испытаний и создан экспериментальный образец пожарного автомобиля для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Полученную зависимость между числом оборотов коленчатого вала двигателя и величиной динамического крутящего момента в трансмиссии испытуемого пожарного автомобиля в случае резкого включения сцепления на режимах трогания автомобиля с места можно представить графически. Предложено для сравнения различных вариантов конструкций пожарного автомобиля эту характеристику взять за критерий эффективности.

Проводились экспериментальные исследования: трогание автомобиля с места на крутом подъеме с последующим повышением передач; преодоление придорожного кювета с пологими стенками глубиной 0,2–0,6 м и под углом 45° к его оси; наезд колесами одной стороны пожарного автомобиля на бордюр высотой 140–150 мм; вхождение в поворот с прямолинейного движения до минимально возможного радиуса поворота на асфальтном покрытии на II и III передачах с постоянной скоростью 10–12 км/ч.

Для подтверждения правомерности принятых допущений математической модели, точности приложений и достоверности полученных результатов выполнена проверка адекватности математического моделирования путем сравнения тестовых задач статики и динамики движения пожарных автомобилей для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Пожарный автомобиль для ликвидации чрезвычайных ситуаций, смоделированный на основе предложенной методики адаптации базового шасси для нужд тушения лесных пожаров и формирования модуля-контейнера, позволяет повысить эффективность его использования по выбранным критериям на 18 %. Использование продольной податливости модулей-контейнеров по сравнению с обычным креплением кузова обеспечивает уменьшение расхода топлива при движении пожарного автомобиля до 4 %.

Ключевые слова: методика испытаний пожарного автомобиля, ликвидация чрезвычайных ситуаций, эффективность использования пожарного автомобиля, податливость модулей-контейнеров, расход топлива при движении пожарного автомобиля.

Викович Игорь Андреевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой производства, ремонта и материаловедения.

Зинько Роман Владимирович – канд. техн. наук, доцент кафедры автомобилестроения.

Лавровский Мар'ян Зеновьевич – старший преподаватель кафедры гражданской обороны и компьютерного моделирования экогеофизических процессов.

Поляков Андрей Павлович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, e-mail: poliakovap61@gmail.com.