

# Кавітаційна обробка водяно-паливної суміші для двигунів внутрішнього згоряння

І.С. Афтаназів<sup>1</sup> • Л.І. Шевчук<sup>1</sup> • О.І. Строган<sup>1</sup> • Л.Р. Струтинська<sup>1</sup>

Received: 3 October 2021 / Accepted: 25 October 2021

**Анотація.** Експериментально досліджено ефективність кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші для живлення автомобільних двигунів внутрішнього згоряння. Встановлено, що кавітаційна обробка цієї паливної суміші дозволяє до 15–17% підвищити вміст в ній води, знижуючи потужність двигуна при цьому лише на 6–7%. Це дозволяє до 10–15% підвищити економію вартісного бензину при роботі двигунів у міських заторах та на рівних і похилих ділянках автомобільних трас.

Приведено опис розробленого для кавітаційної обробки водяно-бензинового палива автомобільного електромагнітного вібраційного кавітатора, який не тільки забезпечує економію палива, а і підвищує ступінь повноти згоряння водяно-бензинової паливної суміші. У наслідок цього покращується екологія довкілля.

**Ключові слова:** паливо, вода, бензин, кавітація, електромагнітний привід, збурювач кавітації, повнота згоряння палива, економія бензину, екологія довкілля.

## Вступ

Не зважаючи на інтенсивне розповсюдження в галузі автомобілебудування електродвигунів, двигунів із використанням в якості палива водню та інших горючих газів традиційні бензинові двигуни внутрішнього згоряння все ще залишатимуться широко вживаними і у якості приводу великотоннажних транспортних засобів, і військової спецтехніки, і для різнопланових моторизованих пристроїв господарського призначення. Тому все ще залишаються актуальними дослідження, спрямовані на вдосконалення як конструкції, так і експлуатаційних характеристик бензинових двигунів. Особливої популярності у сьогоденні ці дослідження набули в руслі збереження довкілля завдяки пониженню ступеня шкідливих викидів продуктів згоряння палива двигунів. Адже загально визнано, що саме неповне згоряння палива у робочих камерах циліндрів двигунів є основною причиною утворення вкрай

шкідливого для атмосфери двоокису вуглецю, що є першопричиною формування так званого “парникового ефекту”.

## Огляд літературних першоджерел

Поряд із визначальним впливом на повноту згоряння в робочій камері палива, тобто якості бензину, не менш вагоме значення має і якість підготованої для впорскування в робочу камеру повітряно-паливної суміші. Саме недостатня кількість кисню в ній спричиняє погіршення умов спалювання палива та обумовлену цим недостатню повноту його згоряння. Вагому роль при цьому відіграє і забезпечувана карбюратором чи форсунками впорскування дисперсність мікрокрапель палива тобто ступінь його розсіювання. Адже доведено [1], що чим вища дисперсність розсіювання впорскуваного у робочу камеру бензину, тим вищий ступінь його змішування із повітрям і тим краща повнота згоряння палива у робочих камерах циліндрів двигунів внутрішнього згоряння. А відповідно і вища потужність двигунів та менша ступінь забруднення ними довкілля [2].

✉ І.С. Афтаназів  
ivan.aftanaziv@gmail.com

<sup>1</sup> НУ “Львівська політехніка”, Львів, Україна

Саме із цих міркувань науковцями національного технічного університету “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” під керівництвом проф. Луговського О.Ф. створено кавітаційні ультразвукові пристрої для підвищення дисперсності впрорскуваної в робочу камеру циліндрів повітряно-паливної суміші [3]. У основу цих пристроїв покладено ідею додаткового диспергування струменів палива віброуючими із ультразвуковими частотами диспергаторами безпосередньо перед потраплянням повітряно-паливної суміші у камеру згоряння [4]. Опираючись на доволі тривалий досвід досліджень кавітаційної обробки палива для двигунів внутрішнього згоряння автори роботи [5] відзначають, що “...Ультразвукова кавітаційна обробка палива дозволяє покращити його енергетичні та споживчі характеристики”. Автори правомірно стверджують, що це забезпечується завдяки тому що “...в процесі сплескування кавітаційних пухирців у мікрооб’ємах розвиваються високі температури та тиски, які створюють передумови для появи в них електричних зарядів, що багаті енергією дисоційованих та іонізованих молекул, а також атомів і вільних радикалів, які покращують процес згоряння палива” [5, 6]. Таке вдале конструктивне рішення без відчутного нарощування габаритів та маси двигунів дозволило на 10–15% підвищити їх потужність та майже на чверть понизити рівень викиду в атмосферу шкідливого двоокису вуглецю.

Слід відзначити, що науковці КПІ ще наприкінці минулого століття не без певного успіху намагалися застосувати кавітацію для покращення якості бензинового та дизельного палива для двигунів внутрішнього згоряння. Проведені тут під керівництвом проф. Федоткіна І.М. дослідження впливу кавітації на якість палива показали доволі обнадійливі результати [7]. Отримані в їх дослідженнях дані переконливо засвідчили спроможність кавітації благодатно впливати на підвищення якості палива. Забезпечується це, згідно із даними їх досліджень, руйнівним впливом кавітації на олвеоли та згустки палива, дегазацією палива від розчинених у ньому негорючих газів, а також сприяє якісному перемішуванню між собою певних фракцій палива [8]. Однак на заводі широкому виробничому використанню кавітаційної обробки палива постало те, що покращення характеристик палива в результаті його кавітаційної обробки виявилось доволі короткотривалим в часовому проміжку. Злите після кавітаційної обробки в накопичувальні ємності паливо за декілька діб втрачало набуте ним покращення якості, практично повністю повертаючись до свого вихідного передуючого кавітаційній обробці стану [9]. Організувати ж кавітаційну обробку палива безпосередньо перед його використанням дослідникам тоді не вдалося.

Відомі і інші спроби досліджень з намірами підвищити повноту згоряння палива в робочій камері циліндрів двигунів внутрішнього згоряння. Зокрема завдяки додаванню до поданої в робочу камеру повітряно-

паливної суміші у певних пропорціях води. Адже відомо, що під дією високих температур згоряння вуглецевих сполук, до яких належить і бензин, молекули води розпадаються, формуючи при взаємодії із навколишнім середовищем низку газів. У тому числі і водяну пару та ряд горючих газових сполук, серед яких і горючі сполуки кисень та водню і їх можливі комбінації. Адже саме тому у випадку, пожеж, спровокованих згорянням вуглецевих сполук, у тому числі мастил, бензинового та дизельного палива, у жодному разі не рекомендується використання в якості вогнегасного засобу води.

Однак на заводі намірам подачі в камери згоряння повітряно-водяно-паливної суміші постала не вирішена і до цього часу проблема чіткого дозування їх співвідношень та забезпечення якісного перемішування поміж собою.

### Метою даного дослідження

Було створення віброкавітаційного пристрою для кавітаційної обробки водяно-паливної суміші перед її безпосередньою подачею після змішування із повітрям у камеру згоряння бензинових двигунів

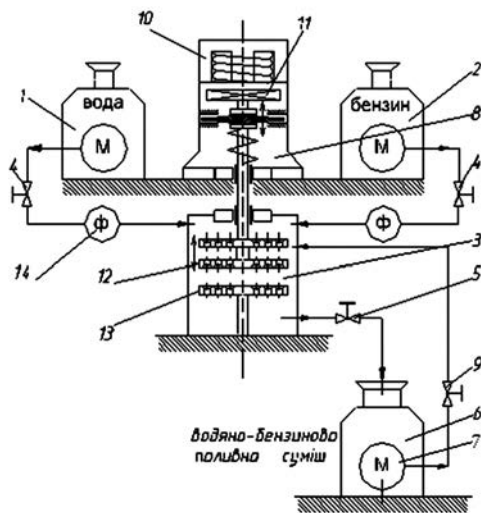
Для вирішення даної мети було сформульовано коло задач, основними з яких були:

- розробка дослідної установки для низькочастотної кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші;
- дослідження впливу процентного співвідношення складників палива у суміші вода-бензин на стабільність роботи двигуна внутрішнього згоряння;
- розробка принципової схеми автомобільного віброкавітатора для кавітаційної обробки палива та водяно-паливної суміші перед їх подачею у камеру згоряння;
- розробка технологічної схеми підготовки водяно-паливної суміші для автомобільних двигунів внутрішнього згоряння.

### Виклад основного матеріалу

Експериментальні дослідження кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші проводили на двигуні внутрішнього згоряння моделі ВАЗ-21083 легкового автомобіля марки ВАЗ-21099. Дослідження проводили в два етапи. На першому етапі у низькочастотному віброрезонансному кавітаторі у певних пропорціях змішували подані в його робочу зону воду та бензин марки А-95 і впродовж фіксованого часу піддавали цю суміш кавітаційній обробці. На другому етапі кавітаційно оброблену водяно-бензинову паливну суміш подавали в карбюратор працюючого двигуна автомобіля, фіксуючи при цьому певні параметри роботи двигуна.

Технологічна схема лабораторної дослідної установки для кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші відображена на рис. 1, а на рис. 2 наведена фотографія основної складової дослідної установки, якою є низькочастотний віброрезонансний кавітатор. Із накопичувальних ємностей 1 та 2 (рис. 1) вода та бензин у певних процентних співвідношеннях подаються в робочу зону кавітатора 3. Після її наповнення перекривають регульовальні вентиля 4. Відкривають регульовальний дросель 5 замкненої мережі циркуляції водяно-бензинової суміші і запускають облаштований в накопичувальній ємності 6 насос 7 та електромагнітний привід 8 віброкавітатора 3. При цьому регульовальними дроселями 5 та 9 забезпечують рівномірну циркуляцію водяно-бензинової суміші між робочою камерою кавітатора та накопичувальною ємністю 6. Замкнутий технологічний цикл обробки паливної суміші тут передбачає її неперервну циркуляцію між робочою зоною віброкавітатора 3 та накопичувальною ємністю 6. Завдяки цьому вода та бензин постійно перемішуються між собою та піддаються неперервній кавітаційній обробці. Тривалість кавітаційної обробки паливної суміші видозмінювали від 3 до 10 хвилин.



**Рис. 1.** Технологічна схема дослідної установки для кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші для двигунів внутрішнього згорання

Основними складовими дослідного низькочастотного віброрезонансного кавітатора для обробки паливної суміші (рис. 2) є електромагнітний привід 10, з'єднаний із його пружньо встановленим коливним якорем 11, шток із коливними дисковими збудувачами кавітації 12 та нерухомі дискові збудувачі кавітації 13 (рис. 1). Коливні та нерухомі збудувачі кавітації розміщені у спільному для них циліндричному корпусі 3, який оснащений штуцерами для подачі води та бензину і відведення кавітаційно обробленої паливної суміші.

Мережі подачі у робочу камеру кавітатора води та бензину оснащені фільтрами 14 для очищення рідин від механічних забруднювачів.

Кавітатор оснащено пультом керування мережею його живлення, основними елементами якого є таймер тривалості обробки рідин та регулятор частоти напруги електричного живлення електромагнітного приводу моделі AFC120 [10, 11] (рис. 2).



**Рис. 2.** Світлина дослідного приладу для визначення частот коливань зародків кавітації, кратних резонансним

Основними змінними параметрами при кавітаційній обробці водяно-бензинової паливної суміші були тривалість обробки, процентне співвідношення маси води і бензину в паливній суміші та параметри (амплітуда  $A$ , мм і частота  $f$ , Гц) вібрацій збудувачів кавітації. Результати дослідження кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші представлено у таблиці 1.

**Таблиця 1.** Параметри кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші

№ з/п	Процентне співвідношення складників паливної суміші		Тривалість кавітаційної обробки паливної суміші, хв	Параметри вібрацій збудувачів кавітації	
	Вода, %	Бензин, %		Амплітуда, мм	Частота, Гц
1	5	95	90	1,0	48
2	10	90	86	1,1	45
3	15	85	80	1,2	50
4	17	83	75	1,0	52
5	20	80	70	1,2	47

Кавітаційно обробленою паливною сумішшю наповнювали накопичувальні ємності встановленого над автомобільним двигуном дослідного пристрою (Рис. 3).



**Рис. 3.** Встановлений над двигуном автомобіля дослідний пристрій для дослідження ефективності кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші

На холостому режимі роботи запускали двигун автомобіля, живлячи його карбюратор кавітаційно обробленою водяно-бензиновою паливною сумішшю. За показниками тахометра на панелі приладів автомобіля фіксували частоту обертання колінчастого валу двигуна. За показами таймера фіксували тривалість роботи двигуна на спалювання фіксованої кількості паливної суміші обсягом  $1 \text{ дм}^3$ . Візуальними спостереженнями здійснювали нагляд за стабільністю роботи двигуна при використанні в якості палива кавітаційно обробленої водяно-бензинової суміші. Результати цього експериментального дослідження відображено у таблиці 2.

У результаті даного експериментального дослідження встановлено, що на так званих “холостих” режимах роботи автомобільного двигуна наявність у його паливі до 15% води суттєво не впливає на стабільність роботи двигуна. Лише на 5–7% понижуються частота обертання його колінчастого валу, на 6–8% скорочується тривалість роботи двигуна на фіксованому  $1 \text{ дм}^3$  обсязі паливної суміші.

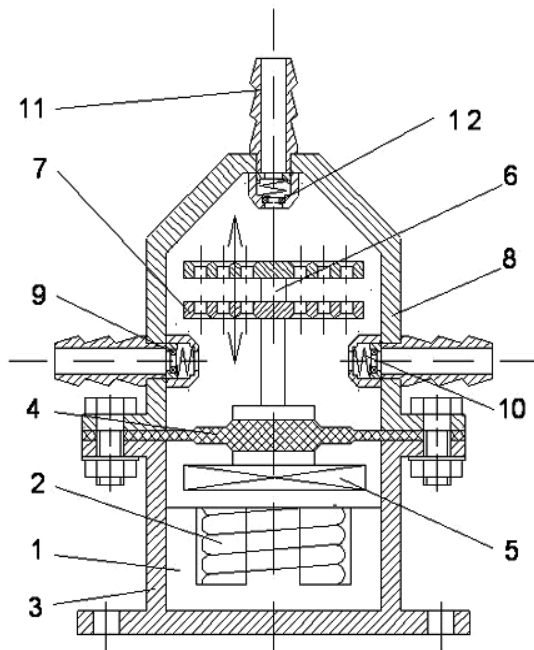
Ці дані надають переконливу підставу для розробки конструкції вмонтованого у мережу подачі палива у камери згоряння циліндрів двигуна віброкавітатора. Конструктивно цей віброкавітатор може бути встановленим безпосередньо на двигуні і через стандартний регулятор частоти напруги електрично з'єднаним із автомобільним акумулятором. Керування його вмиканням та вимиканням, а також регулюванням режимів роботи може здійснюватися бортовим комп'ютером автомобіля. На рис. 4 відображена принципова конструктивна схема такого віброкавітатора.

Основними складовими автомобільного віброкавітатора є електромагніт 1 із обмоткою 2, що жорстко зафіксований в нижній частині корпусу 3. Над електромагнітом 1 на еластичній мембрані 4 закріплено ярмір 5 електромагніта та шток 6 із встановленими на ньому дисковими збурювачами кавітації 7. Розміщена над мембраною 4 кришка 8 корпусу герметично з'єднується із нижньою частиною 3 корпусу, наприклад, болтовим з'єднанням через фланці частин корпусу. У кришці 8 корпусу 3 облаштовано два вхідні клапани 9, наприклад, підпружинені пружиною 10 пелюсткові клапани. Вхідні отвори клапанів оснащені штуцером 11 для з'єднання із трубопроводом подачі в кавітатор води чи бензину. У верхній частині кришки 8 корпусу над коливними збурювачами кавітації 7 розташовані випускний клапан 12 із штуцером для підєднання трубопроводу сполучення кавітатора з карбюратором або розподільною паливною планкою автомобільного двигуна. При подачі трансформованої перетворювачем змінної синусоїдальної напруги на обмотку 2 електромагніта 1 залізо електромагніта намагнічується і долаючи пружність мембрани 4 притягує ярмір 5 до магніта

**Таблиця 2.** Результати дослідження роботи автомобільного двигуна при використанні у якості палива кавітаційно обробленої водяно-бензинової суміші

№ з/п	Процентне співвідношення води і бензину в паливній суміші, %	Тривалість роботи двигуна на $1 \text{ дм}^3$ паливної суміші, сек	Частота обертання колінчастого валу двигуна, хв. <sup>-1</sup>	Стабільність роботи двигуна
1	5/95%	90	1100	стабільно
2	10/90%	86	1050	стабільно
3	15/85%	80	1000	стабільно
4	17/83%	77	970	нестабільно
5	20/80%	75	950	із переборами





**Рис. 4.** Принципова конструктивна схема віброкавітатора для підготовки водяно-бензинової паливної суміші для автомобільного двигуна

і жорстко з'єднані з ним стержень 6 із прикріпленими до нього збурювачами кавітації 7. По мірі пониження синусоїдальної напруги із її максимального значення до нуля сила пружності еластичної мембрани 4 повертає якорь 5 у вихідне початкове розташування. Переміщуючи при цьому стержень 6 і збурювачі кавітації 7 у верхнє вихідне положення. При цьому віддаляється від електромагніта 1 і його якоря 5. У наступному півперіоді синусоїдальної змінної напруги живлення обмотки електромагніта просторові переміщення мембрани 4, якоря 5, стержня 6 та збурювачів кавітації 7 повторюються в аналогічному порядку. У кінцевому результаті ці переміщення трансформуються у гармонійний коливний рух якоря 5 електромагніта і сполучених з ним збурювачів кавітації із частотою, що рівна подвоєній частоті змінної напруги живлення обмотки електромагніта.

Збурювачі кавітації 7 даного пристрою являють собою виготовлені із нержавіючої сталі чи іншого стійкого до кавітації матеріалу диски, поверхня яких пронизана великою кількістю конічних отворів. При коливних прямолінійно-последовних переміщеннях цих дисків у рідинному середовищі, де присутня вода, проникаючи в замкнутому просторі у конічні отвори дисків рідинні мікрострумені, завдяки зміні своєї форми та швидкості формують мікротурбулентні потоки, які постають осередками самозбурення кавітаційної області. Взаємодіючи із складниками наявної в робочій зоні кавітатора паливної суміші, тобто із наявними тут водою та бензином, кавітаційні мікрострумені інтенсивно перемішують між собою ці рідини. Більше того, під дією

кавітації у наявній тут воді формуються іони пероксиду водню  $H_2O_2$ , який є хорошим окиснювачем, що незаперечно, сприятиме кращому згорянню паливної суміші в камерах згорання циліндрів двигуна. Позитивно впливає кавітація і на бензин у робочій камері кавітатора. Кавітаційні мікрострумені та мікробульбашки руйнують наявні в бензині олвеоли та згустки, чим покращують його повноту спалювання. Кавітаційно оброблена в робочій камері кавітатора водяно-бензинова паливна суміш через вивідний клапан 12 виштовхується у відповідний трубопровід, з якого і поступає в карбюратор двигуна чи його розподільну паливну планку.

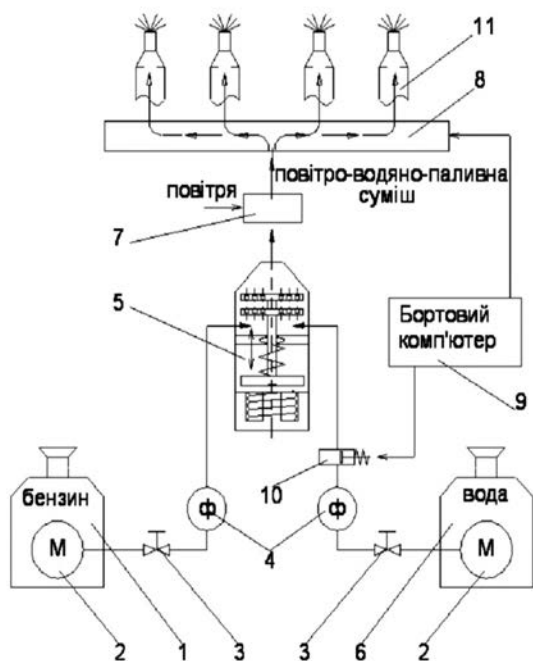
Конструкція автомобільного кавітатора є доволі малогабаритною. За своїми зовнішньою формою, масою та розмірами даний кавітатор легкового автомобіля співрозмірний із автомобільним перетворювачем-електророзподільником, тому він може кріпитися безпосередньо на двигуні автомобіля.

Як найпростіша електрична схема перетворення 12-ти вольтової напруги акумуляторної батареї автомобіля у змінну 220-ти вольтову напругу живлення електромагніту кавітатора тут може бути застосована схема електричного перетворювача, наприклад, акумуляованої в батареях сонячної чи вітрової 12-ти вольтової електроенергії в змінну 220-ти вольтову електроенергію для побутових електромереж.

На рис. 5 приведена технологічна схема вдосконаленої доповненням кавітатором мережі підготовки і подачі палива у камери згорання циліндрів двигуна. Класична мережа подачі палива тут доповнена підсистемою подачі води, її регулювальною апаратурою та кавітатором обробки водяно-бензинової паливної суміші. По традиційній мережі подачі палива, що включає накопичувальний бак 1, насос 2 подачі бензину, регулювальний дросель 3 та фільтр 4 бензин подається у кавітатор 5. Одночасно із додатково облаштованої накопичувальної ємності 6, по аналогічно облаштованій мережі із насосом, регулювальним дроселем та фільтром, у кавітатор подається певна порція води. Обсяг її подачі для забезпечення наперед заданого процентного співвідношення води та бензину у паливній суміші регулюють на етапі налаштувань регулювальним дроселем 3. У кавітаторі бензин та вода змішуються між собою, піддаються кавітаційній обробці і через відповідний трубопровід подаються у розподільну планку 8. У подальшому за традиційною схемою подачі паливна, наприклад, при застосуванні інжекторної схеми впорскування паливної суміші, сформована в кавітаторі 5 водяно-бензинова паливна суміш насичується повітрям і поступає через форсунки 11 у камери згорання циліндрів двигуна.

Закономірно передбачити, що із додаванням води до паливної суміші можуть понижуватися динамічність та крутний момент на ускладнених режимах роботи двигуна. У цих випадках доцільно повернутися до класичної схеми подачі бензину, відмовившись

тимчасово від подачі води. Цю функцію передбачено покласти на електроклапан 7, роботою і спрацюванням якого в сучасних автомобілях може керувати бортовий комп'ютер 9.



**Рис.5.** Технологічна схема мережі підготовки і подачі у камери згоряння циліндрів кавітаційно обробленої водяно-паливної суміші

Звичайно правомірно передбачати, що основними періодами використання водяно-бензинової суміші будуть так звані ощадливі полегшені режими роботи двигунів. Наприклад, під час прогрівання двигуна, при роботі двигуна у режимах “холостого ходу” та їзді по рівних і похилих ділянках на спусках траси, при простоюванні автомобіля у притаманних місцях так званих “автомобільних заторах” тощо. Та забезпечувана при цьому гарантована економія в межах 10–15% вартісного бензину незаперечно покриватиме витрати на оснащення автомобілів запропонованою системою кавітаційної підготовки водяно-бензинової суміші. При цьому ще відчутнішою була б економія палива, якщо поєднати кавітаційну обробку водяно-бензинової суміші із пристроями кавітаційного розпилення палива на етапі його впорскування у робочу камеру циліндрів [12].

На перший погляд видається, що так звані “полегшені режими роботи” автомобільних двигунів, яким властива робота на “холостому ходу”, наприклад, у міських автомобільних заторах, їзди по рівнинних та спускових ділянках трас тощо, займають незначний відсоток часу в загальному періоді експлуатації автомобіля. Однак це хоч і розповсюджена та доволі хибна думка. Досвід так званих “гібридних” автомобілів, що експлуатуються як на електричних, так і на паливних

приводах, переконливо свідчить, що у міських умовах експлуатації автомобілів у сучасних наводнених ними містах тривалості роботи привідних електромоторів та двигуна внутрішнього згоряння практично однакові, оскільки паливний двигун тут вмикається автоматично тільки на обтяжені режими роботи, тобто розгін, обгін, їзду вгору та при неякісних дорожніх покриттях. То ж напрашується висновок, що на полегшених режимах роботи двигунів сучасні легкові автомобілі працюють до 50% тривалості їх роботи. Із цих міркувань, якщо прийняти до уваги, що середньорічний пробіг середнього статистичного легкового автомобіля становить приблизно 20 тисяч кілометрів, то можна вважати, що половина з цього пробігу припаде на «полегшені» умови роботи двигуна. У нашому випадку можна передбачити, що впродовж року пробіг легкового автомобіля на водяно-бензинової паливної суміші може становити 10 тисяч кілометрів. Якщо врахувати, що опосередкована витрата палива становить приблизно 10 літрів на 100 км пробігу та прийняти до уваги, що 15% цього палива може бути замінено водою, то річна економія на одному легковому автомобілі від облаштування його віброкавітатором сягатиме 4,5 тисяч гривень. Це при опосередкованій вартості бензину марки А-95, що сягає приблизно 30 гривень за 1 літр палива.

До цього варто було б ще додати і уявну екологічну вигоду від того, що автомобілем не буде спалено 150 літрів бензину завдяки заміні його водою.

## Висновки

1. Експериментально підтверджено спроможність інтенсивного перемішування кавітаційною обробкою важко змішуваних між собою води та бензину і формування з них кавітацією паливної суміші, придатної для забезпечення стабільної роботи автомобільних двигунів у полегшених режимах, наприклад, “холостого ходу”. Встановлено, що діапазон забезпечення стабільного режиму роботи двигуна на водяно-бензинової кавітаційно обробленій паливній суміші знаходиться в межах співвідношення до 15–17% води відповідно до 85–83% бензину в сформованій паливній суміші.

2. По мірі наростання маси води у водяно-бензинової кавітаційно обробленій паливній суміші на 15–20 % знижується частота обертання колінчастого валу двигуна, що очевидно пропорційно знижуватиме його крутний момент, а відповідно і потужність двигуна.

3. Основою запропонованої конструкції низькочастотного віброрезонансного кавітатора для перемішування і кавітаційної обробки водяно-бензинової паливної суміші є робоча камера із розміщеними в ній дисковими збурювачами кавітації, коливних переміщень яким надає заживлений від акумулятора автомо-

біля електромагнітний привід. Експериментально встановлено, що оптимальними режимами коливних переміщень збурювачів, кавітації є частота їх коливань в діапазоні 47–52 Гц при амплітуді коливань 1,0–1,5 мм.

4. Запропонована вдосконалена технологічна схема живлення циліндрів автомобільного двигуна внутрішнього згорання кавітаційно обробленим водяно-бензиновим паливом включає доповнення традиційної мережі подачі бензину додатковою мережею подачі води з баком її накопичення та електромагнітним вібраційним кавітатором для перемішування водяно-бензинової суміші.

5. Основними періодами використання водяно-бензинової поливної суміші під час експлуатації автомобілів можуть бути так звані “полегшені” режими роботи двигуна, зокрема робота на “холостому ходу”, їзда на прямолінійних та спускових ділянках автомобільних трас, просування у міських заторах тощо. Впродовж річної тривалості експлуатації автомобіля використання водяно-бензинової паливної суміші спроможне забезпечити економію до 150 літрів бензину вартістю біля 4.5 тисяч гривень. Отже поряд із економічною вигодою наявна і екологічна її складова, що полягає у зменшенні обсягів спалювання бензину.

## References

- [1] A.F. Luhovskoi, “Podgotovka toplivnoi smesy v DVS s pomoshchiu ultrazvuka”, *Vestnik Nacional'nogo tehničeskogo universiteta “Kievskij politehničeskij institute”. Serija mashinostroenie*, No. 32, pp. 209–213, 1997.
- [2] A.F. Luhovskoi, “Primenenye pezoelektryčeskikh preobrazovatelei kak put sovershenstvovaniya sistem podgotovky u podachy topliva v DVS”, *Vestnik Nacional'nogo tehničeskogo universiteta “Kievskij politehničeskij institute”. Serija mashinostroenie*, No. 32, pp. 34–38, 1997.
- [3] A.F. Luhovskoi, “Ultrazvukovoe raspylenye v sistemakh podgotovky toplivno-vozdushnoi smesy”, *Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia*, No. 7, pp. 30–33, 2000.
- [4] O.F. Luhovskiy, V.I. Chornyi and O.I. Yeremenko, “Pidvyshchennia efektyvnosti dvyhuna vnutrishnoho zghoriannia za rakhunok ultrazvukovoi doobrobky palyva”, in *Proc. 3th Int. Conf. Suchasni tekhnologii v aerokosmichnomu kompleksi*, 1997, pp. 169–171.
- [5] A.F. Lugovskoi, V.I. Chopnyi and A.I. Epemenko, “Podgotovka toplivnoi smesi v kapbyupatopnykh sistemakh pitaniya DVS s pomoshch'yu ul'trazvukovogo dispergatora s padial'no-izgibnymi kolebaniyami”, in *Proc. Int. Conf. Proghresyvna tekhnika i tekhnologhija mashynobuduvannja, ppyladobuduvannja i zvapjuval'nogho vyrobnytstva*, 1998, T. III, pp. 341–346.
- [6] V.I. Chornyi, O.F. Luhovskiy and Y.S. Prylypko, 2001, *Prystrii ultrazvukovoi obrobky palyva v dvyhunakh vnutrishnoho zghoriannia*, UA 42827, 15.11.01. Bul. 10.
- [7] Y.M. Fedotkyn, *Yntensyfykatsiya tekhnolohyčeskyykh protsessov*, Kyiv: Vyshcha shkola. Holovnoe yzd-vo, 1979.
- [8] Y.M. Fedotkyn and A.F. Nemchyn, *Yspolzovanye kavytatsyy v tekhnolohyčeskyykh protsesakh*, Kyiv: Vyshcha shk. Yzd-vo pry Kyev. un-te, 1984.
- [9] I.M. Fedotkin and I.S. Gulyi, *Kavitatsiya, kavitatsionnaya tekhnika i tekhnologiya, ikh ispol'zovanie v promyshlennosti (Teoreticheskie osnovy proizvodstva izbytochnoi energii, raschet i konstruirovaniye kavitatsionnykh teplogeneratorov)*, Kyiv: AO “HLAZ”, 2000, Pat. 11.
- [10] L.I. Shevchuk et al., *Nyzkochastotni vibrozozonansni kavitory: monohrafiia*, Lviv: Lvivskoi politekhniki, 2013.
- [11] L.I. Shevchuk and V.L. Starčevskiy, *Kavitatsiia. Fizychni, khimichni, biolohichni ta tekhnolohichni aspekty*, Lviv: Lvivskoi politekhniki, 2014.
- [12] A.F. Luhovskoi et al., *Ultrazvukove kavytatsyonnye tekhnolohy v mashynostroenny y medytseyne. Vestnik Nacional'nogo tehničeskogo universiteta “Kievskij politehničeskij institute”. Serija mashinostroenie*. 2006. No. 48. pp. 228–233.

## Cavitation treatment of water-fuel mixture for internal combustion engines

I.S. Aftanaziv, L.I. Shevchuk, O.I. Strohan, L.R. Strutynska

**Abstract.** The efficiency of cavitation treatment of water-gasoline fuel mixture for power supply of automobile internal combustion engines has been experimentally investigated. It is established that cavitation treatment of this fuel mixture allows to increase the water content in it up to 15–17 %, reducing the engine power by only 6–7 %. This allows up to 10–15 % to increase the cost of gasoline when running engines in city traffic jams and on flat and sloping sections of highways.

The description of the automobile electromagnetic vibrating cavitator developed for cavitation processing of water-gasoline fuel which not only provides fuel, economy, but also increases degree of completeness of combustion of water-gasoline fuel mix is resulted. As a result, the ecology of the environment is improving.

**Keywords:** fuel, water, gasoline, cavitation, electromagnetic drive, cavitation exciter, completeness of fuel combustion, gasoline economy, ecological ecology.

## Кавитационная обработка водотопливной смеси для двигателей внутреннего сгорания

И. С. Афтаназив, Л. И. Шевчук, О.И. Строган, Л.Р. Струтинская

**Аннотация.** Экспериментально исследована эффективность кавитационной обработки водно-бензиновой топливной смеси для питания автомобильных двигателей внутреннего сгорания. Установлено, что кавитационная обработка этой топливной смеси позволяет до 15–17 % повысить содержание в ней воды, снижая мощность двигателя при этом лишь на 6–7%. Это позволяет до 10–15 % повысить экономию стоимостного бензина при работе двигателей в городских пробках и на равных и наклонных участках автомобильных трасс.

Приведено описание разработанного для кавитационной обработки водно-бензинового топлива автомобильного электромагнитного вибрационного кавитатора, который не только обеспечивает экономию топлива, а и повышает степень полноты сгорания водно-бензиновой топливной смеси. Вследствие этого улучшается экология окружающей среды.

**Ключевые слова:** топливо, вода, бензин, кавитация, электромагнитный привод, возмутитель кавитации, полнота сгорания топлива, экономия бензина, экология окружающей среды.