

УДК 623.437.446

## ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Василь Кохан<sup>1</sup>, к.т.н., Олександр Гончарук<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

*Вул. Героїв Майдану, 32, м. Львів, Україна,*

*e-mail: vdv29121973@gmail.com*

*<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка» Інститут поліграфії та медійних*

*технологій Вул. Підголоско, 19, м. Львів, Україна*

*e-mail: goncharuk131@gmail.com*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2024.28.137>

### **Кохан В., Гончарук О. Шляхи інтенсифікації процесу підготовки деталей для відновлення автомобільної техніки**

Війна російської федерації з Україною суттєво змінила технологічні процес підготовки колісної військової автомобільної техніки до відновлення робіт, ремонту і технічного обслуговування, через втрату стаціонарних ремонтних пунктів, баз, заводів. Згідно з аналізом наявних військових і цивільних ультразвукових установок і технологій очистки, що застосовуються для замочування і очищення паливних та ходових систем автомобілів, було виявлено низку важливих аспектів та недоліків у процесі роботи установок, які слід врахувати у розробці нових зразків. Такі ультразвукові установки часто використовуються для очищення деталей, що зазнають значного забруднення під час експлуатації, зокрема паливних форсунок, фільтрів, насосів, деталей ходової частини тощо і вимагають від ультразвукових установок: ефективності очищення, мобільності, енергоефективності; надійності і простоти в обслуговуванні, безпеки використання, а також урахування вимог щодо безпечного використання у військових умовах.

Запропонована нова технологія підготовки поверхні деталей ультразвуком для мобільних відновлювально-ремонтних підрозділів Сил оборони України. Нова технологія в поєднанні із запатентованою універсальною установкою будуть відповідати таким вимогам, зокрема:

- мати компактний та легкий дизайн для зручності транспортування і використання в польових умовах;
- працювати від стандартних джерел живлення, з можливістю автономного і мережевого живлення (від генераторів та інших альтернативних джерел);
- використовувати передові ультразвукові технології для глибокого замочування та очищення паливних систем і деталей ходової частини;
- бути оснащеною інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для швидкого налаштування і використання без потреби в додатковій підготовці персоналу;

Універсальна ультразвукова установка з новою технологією очищення сприятиме підвищенню ефективності і якості виконання поставлених завдань та скороченню часу на відновлення автомобільної техніки в умовах бойових дій, що особливо актуально є для підрозділів, які займаються технічним обслуговуванням в польових умовах.

**Ключові слова:** відновлення, мобільний ремонт, ультразвук, військова автомобільна техніка.

### **Kokhan V., Honcharuk O. Enhancing the process of preparing parts for automotive equipment restoration**

The ongoing conflict between the Russian Federation and Ukraine has significantly altered the technological processes involved in preparing wheeled military automotive equipment for restoration, repair, and maintenance. This shift has been largely due to the loss of stationary repair stations, bases, and factories. An analysis of the existing military and civilian ultrasonic cleaning units, along with the technologies employed for soaking and cleaning fuel and running systems in vehicles, has highlighted several important aspects and shortcomings in their operational processes. These factors must be addressed in the development of new designs. Ultrasonic units are commonly used to clean heavily contaminated parts, such as fuel injectors, filters, pumps, and chassis components. Therefore, these units must meet the following requirements: cleaning efficiency, mobility, energy efficiency, reliability, ease of maintenance, safety of use, and considerations for safe operation in military conditions.

The authors propose a new technology for the surface preparation of parts using ultrasound for the mobile restoration and repair units of the Defense Forces of Ukraine. This innovative technology, combined with a patented universal unit, will fulfill several essential requirements, including:

- a compact and lightweight design for easy transportation and field usage;
- compatibility with standard power sources, allowing for both autonomous operation and connection to network power supplies (including generators and alternative energy sources);
- utilization of advanced ultrasonic technology for deep soaking and cleaning of fuel systems and chassis components;
- an intuitive interface that allows for quick setup and operation without the need for extensive training.

The universal ultrasonic unit, equipped with this new cleaning technology, will enhance the efficiency and quality of restoration tasks, significantly reducing the time required to repair automotive equipment in combat

conditions. This is particularly vital for units involved in maintenance operations in the field.

**Keywords:** restoration, mobile repair, ultrasound, military automotive equipment.

**Постановка проблеми.** Згідно з аналізом наявних ультразвукових установок, що застосовуються для обслуговування паливних та ходових систем колісних автомобілів, було виявлено низку недоліків, які слід врахувати при розробці нових рішень. Такі установки часто використовуються для очищення деталей, що зазнають значного забруднення під час експлуатації, зокрема паливних форсунок, фільтрів, насосів, деталей ходової частини тощо.

Загальні вимоги до ультразвукових установок для автомобільних систем повинні відповідати таким військовим критеріям:

1. «Ефективність очищення»: установка повинна забезпечувати глибоке очищення деталей від нагару, масел, сажі та інших забруднень, які важко усунути звичайними методами за короткої час.

2. «Мобільність»: особливо важливо для військових умов, де потрібна можливість швидкого переміщення та використання установки в польових умовах.

3. «Економічність»: пристрій має бути енергоефективним (енергоекономічним), щоб зменшити навантаження на джерела живлення в польових умовах.

4. «Надійність і простота в обслуговуванні»: установка повинна бути максимально надійною, стійкою до пошкоджень та легкою в ремонті.

5. «Безпека використання»: має враховувати вимоги щодо безпечного використання у військових умовах.

6. «Компактність та ергономічність» –

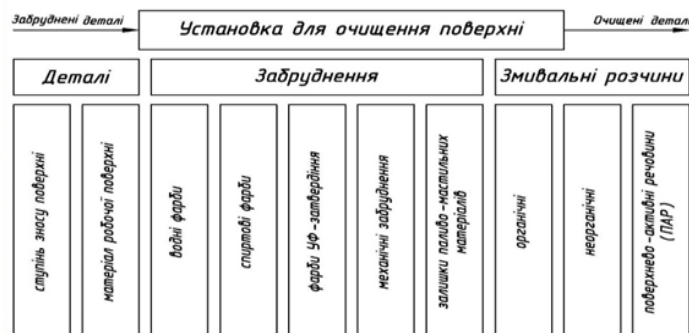
бути невеликими за розмірами, функціонально зручними та оптимальними для використання людиною.

Військовим підрозділам потрібна нова універсальна ультразвукова установка для мобільних відновлювально-ремонтних підрозділів Сил оборони України, яка б відповідала усім вимогам технологічного процесу підготовки деталей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведений авторами аналіз літературних джерел [1–2], вебсайтів виробників і підприємств, що надають послуги [3–6], а також патентів [7–9], показав, що технологічний процес очищення деталей від забруднення характерний значною кількістю та трудомісткістю технологічних операцій, чималими енергозатратами та проблемами, що виникають із захистом здоров'я військовослужбовців, задіяних у цьому процесі [10].

При виборі способу очищення деталей зазвичай враховують будову, ступінь і вид забруднення поверхні самої деталі. Для видалення кожного з видів забруднень використовують відповідний змивний розчин, температурний режим і частоти ультразвуку.

Чистота поверхні деталей – одна з визначальних факторів якісної підготовки деталей до відновлення. З узагальненої схеми технологічного процесу очищення деталей, що представлена на рис. 1, бачимо, які складові процесу впливають на якість підготовки деталі до очищення і під час очищення деталі.



**Рис. 1.** Складові традиційного процесу очищення поверхні деталей

**Fig. 1.** Components of a traditional workpiece surface cleaning process

Зі схеми добре видно, що змивальні розчини є тією складовою процесу, які можуть варіюватися залежно від зміни інших складових аналізованого технологічного процесу [1–3].

Сьогодні є багато методів очищення автомобільних деталей та технологій їхньої реалізації, які детально висвітлено у спеціалізованих джерелах [1–6]. Учені дослідили наявні

способи очищення окремих компонентів і пристроїв, виявили фактори, що впливають на результати очищення [1–6], та запропонували конструкцію нової вітчизняної універсальної установки для ультразвукового очищення деталей. Попри високу вартість імпортного обладнання і технічно застарілого обладнання, виготовленого ще в СРСР, більшість

не гарантують необхідного рівня чистоти поверхонь, оскільки після очищення можуть залишатися залишки механічних, паливо-мастильних і лакофарбних забруднень.

**Постановка завдання.** Метою цього дослідження є вдосконалення ультразвукової установки для очищення зовнішньої і внутрішньої поверхні деталей і пристроїв шляхом замочування і змивання, а також удосконалення системи кріплення деталей, що дозволить під-

вищити ефективність технологічного процесу та забезпечити більшу чистоту деталей паливної системи і пристроїв ходової системи.

**Виклад основного матеріалу.** Вибір способу очищення визначається специфікою поверхні деталі і пристроїв, яка очищується і, значною мірою від характеру забруднень. Способи очищення деталей і пристроїв умовно можна розділити за різними класифікаційними ознаками (рис. 2.) [1–6].



**Рис. 2.** Класифікація способів очищення деталей та пристроїв  
**Fig. 2.** Classification of cleaning methods for parts and devices

На думку авторів, якісне очищення, підготовка деталей і пристроїв можливі лише при застосуванні автоматизації процесу з використанням комбінованих методів підготовки і очищення у поєднанні з компактним ультразвуковим обладнанням.

У зв'язку із цим розглянемо основні способи очищення деталей і пристроїв за природою (див. рис. 1).

Під хімічним способом розуміємо очищення деталей і пристроїв за допомогою спеціальних змивних засобів, основним компонентом яких є хімічно активні речовини. Такий спосіб полягає у розчиненні залишків бруду (наприклад, фарби) і, після чого продукти змивання необхідно видалити, для цього найчастіше застосовують струмінь води під тиском, тобто це вже механічний спосіб очищення поверхні вала [1–9].

Фізичні способи очищення можуть полягати в нагріванні активно змивальної речовини (АЗР) за допомогою тенів, що активно руйнують забруднення на поверхні деталей.

Популярне очищення деталей і пристроїв за допомогою ультразвукових хвиль (звукового тиску, кавітації, акустичних потоків, звукокапілярного ефекту, радіаційного тиску) [1–9].

Як бачимо, на практиці застосовують різноманітні способи очищення забрудненої поверхні деталей і елементи пристроїв. Більшість способів, що використовуються, характерні значною трудомісткістю, використанням агresi-

вних АЗР і високих температур, що потенційно небезпечно для здоров'я обслуговуючого персоналу. Водночас застосування ультразвуку є універсальним і безпечним технологічним методом та дозволяє збільшити продуктивність праці за менших затрат людських і матеріальних ресурсів.

Вважаємо, що застосування для очищення забрудненої поверхні деталей і пристроїв комбінованим фізико-хімічним способом очищення за допомогою одночасного застосування ультразвуку, температури та АЗР значно підвищує інтенсивність цього процесу, а також зменшує концентрацію застосовуваних хімікатів, скорочує час, необхідний для повного видалення забруднення, і зменшує собівартість очищення та збільшує його безпечність.

Отже, наявна науково-прикладна проблема очищення деталей потребує нових технологічних підходів і рішень з метою спрощення процесу очищення, зменшення енерговитрат за рахунок використання передових способів інтенсифікації процесів очищення, зменшення робочих площ і використання безпечних АЗР, які б не забруднювали навколишнє середовище та не мали негативного впливу на здоров'я персоналу [1–9].

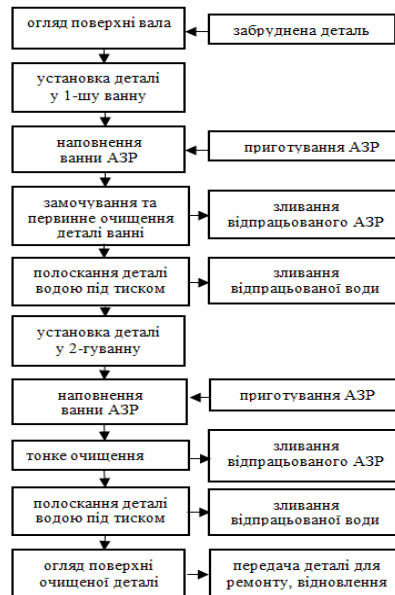
Перспективним щодо вдосконалення технологічного процесу очищення деталей і пристроїв може стати створення вітчизняного універсального обладнання для їх очищення за допомогою ультразвуку, покращення експ

луатаційних характеристик АЗР, що може суттєво удосконалити цей процес.

На рис. 3 зображено технологічну схему очищення деталей. На рис. 4 бачимо техно-



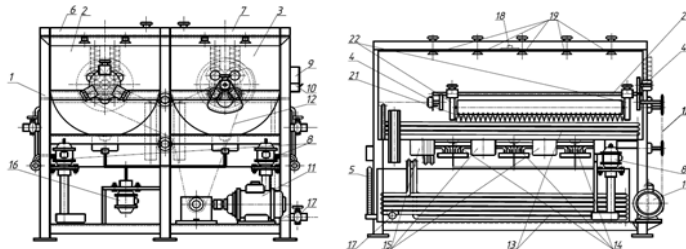
**Рис. 3.** Технологічна схема очищення деталей традиційним способом  
**Fig. 3.** Technological scheme of parts cleaning in the traditional way



**Рис. 4.** Технологічна схема очищення деталей запропонованим способом  
**Fig. 4.** Technological scheme of parts cleaning by the proposed method

Порівнюючи наведені технологічні схеми, можна дійти висновку, що запропонована технологія у поєднанні з ультразвуковим обладнанням, незважаючи на деяке збільшення операцій, може покращити якість очищення «чутливих» деталей за рахунок операцій замочування, змивання водою і оброблення деталей і пристроїв ще одним змивальним розчином.

Прикладом може бути створена авторами високоефективна універсальна установка для очищення деталей і пристроїв ультразвуком (рис. 5), яка є інноваційним винаходом, що зменшує вплив людського фактора на технологічний процес, підвищує чистоту деталей, є можливість використання установки для відновлення деталей в авторемонтному виробництві.



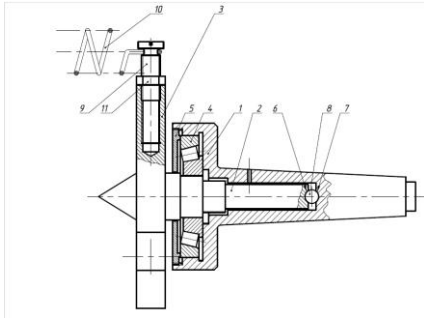
**Рис. 5.** Універсальна установка для очищення деталей амортизаторів, карбюраторів, паливних насосів, паливної апаратури ультразвуком [11]  
**Fig. 5.** Universal installation for cleaning shock absorber parts, carburetors, fuel pumps, fuel equipment with ultrasound [11]

**Рис. 5.** Universal installation for cleaning shock absorber parts, carburetors, fuel pumps, fuel equipment with ultrasound [14]  
**Fig. 5.** Universal installation for cleaning shock absorber parts, carburetors, fuel pumps, fuel equipment with ultrasound [14]

Установка складається з корпусу установки 1, ванни замочування та очищення 2, ванни тонкого очищення 3, вузлів кріплення 4, термодатчика 5, кришки ванни замочування та очищення 6, кришки ванни тонкого очищення 7, насоса подачі дистильованої води 8, сенсорного дисплея керування 9, двопозиційного перемикача вибору режиму роботи «Занурення» чи «Обертання» 10, електродвигуна 11, ланцюгової передачі 12, тенів підігріву змивного розчину 13, форсунок подачі повітря під тиском 14, генераторів ультразвуку 15, компресора 16, крана зливу відпрацьованих технологічних розчинів 17, замків блокування 18 кришки ванни, розпилювачів дистильованої води 19, знімних центрів для кріплення деталей 20, металевих пружин стиснення 21, кріплення деталей для занурення 22, знімного суцільнометалевого вала 23.

Особливістю універсальної установки є те, що вона працює у двох режимах («Занурення», «Обертання») і виконує три операції («Замочування», «Очищення», «Тонке очищення»). Для якісного очищення деталей і пристроїв в установці використовується запатентований

авторами винахід «Знімний центр з суцільним диском» (рис. 6), що покращує якість фіксації і закріплення деталей різних габаритів і форм, підвищену надійність та технологічність обробки деталей під час обертання.



Знімний центр з диском для кріплення деталей, містить корпус з конічним хвостовиком 1, шпindel з конічним наконечником 2 і диском 3, роликовий радіально-упорний підшипник 4, що служить опорою передньої частини шпинделя, кришку 5 з фетровим ущільнювачем, який вкручений у корпус 1, одночасно захищаючи підшипник від забруднення та витікання мастила, а також, упираючись у торець зовнішнього кільця підшипника 4, регулює внутрішній зазор у ньому. У хвостовику шпинделя 2 і в корпусі 1 виконані виїмки (заглиблення) у формі півсфер 6 і 7, куди встановлена кулька 8, що слугує опорою задньої частини шпинделя. Крім того, шпindel містить регулюючі стійки-тримачі 9 для пружин розтягу 10, і контргайки 11.

**Рис. 6.** Знімний центр із суцільним диском для кріплення деталей, що потребують технологічної обробки [12; 15]

**Fig. 6.** Removable center with a solid disk for mounting workpieces requiring machining [12; 15]

Використання універсальної установки забезпечує вказаний технічний результат і може бути впроваджено у відновлених підрозділах Сил оборони України у підготовці деталей і приладів до відновлення і ремонту. І підтвердженням цього є отримання колективом науковців-винахідників диплома першого ступеня у номінації «Автомобільна техніка» на конкурсі «Кращий винахід року».

**Висновки.** Вибір способу, методу і обладнання очищення залежить від: виду забруднення; необхідної чистоти поверхні; впливу змивного розчину на матеріали поверхні вала; наявності змивального обладнання, його конструкції і ступеня механізації; санітарно-гігієнічних і економічних вимог.

#### Бібліографічний список

1. Кохан В.Ф. Можливості використання ультразвукових коливань в інтенсифікації процесів поліграфічного виробництва. *Поліграфія і видавнича справа*. Львів, 2011. № 4. С. 101–104. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs\\_2011\\_4\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2011_4_16) (дата звернення: 01.09.2024).
2. Луговський О. Ф., Гришко І. А., Зілінський А. І., Шульга А. В., Мовчанюк А. В., Берник І. М. Л83 Ультразвукові кавітаційні технології. *Знезараження та фільтрування*: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 268 с.
3. Послуги ультразвукового очищення забруднень будь-якої складності!. *UCS*. URL: <https://ultrasonic.in.ua/ua> (дата звернення: 01.09.2024).
4. Ультразвукові ванни. *Masteram*. URL: [https://masteram.com.ua/uk/catalogue/ultrasonic-cleaning/ultrasonic-cleaners/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwurS3BhCGARIsADdUH50hpkHW6KerHbQPeRTZ0uoN217TmVOH8zclZ1m01WvY4OnsEfwz0LYaAsz3EALw\\_wcB](https://masteram.com.ua/uk/catalogue/ultrasonic-cleaning/ultrasonic-cleaners/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwurS3BhCGARIsADdUH50hpkHW6KerHbQPeRTZ0uoN217TmVOH8zclZ1m01WvY4OnsEfwz0LYaAsz3EALw_wcB) дата звернення: 03.09.2024).
5. Стандартні УЗВ мийки (до 100 л.). *Unichem*. URL:

[https://unichem.com.ua/uk/standartnie\\_uzv\\_moiki\\_do\\_100\\_l](https://unichem.com.ua/uk/standartnie_uzv_moiki_do_100_l) (дата звернення: 03.09.2024).

6. Ультразвукове обладнання і технології. *ТОВ "ПУТЕК"*. URL: <https://ultrasonic.com.ua/> (дата звернення: 10.09.2024).

7. Спосіб вводу ультразвукових коливань до розплаву зварювальної ванни: пат. 41533 Україна: МПК В06В 3/00, В23К 26/00 Опубл. 25.05.2009; Бюл. № 10. 4 с.

8. Laser/ultrasonic welding technique: Пат. 4330699 США, МКИ В23 К26 Michael M. Farrow (США); Boulder, CO. – № 61350; Заявл. 27.07.1979; Опубл. 18.05.1982. 5 с.

9. Спосіб ультразвукової очистки деталей: пат. RU РФ №2429920 С1, МПК В 08, В 3/12; заявл. 23.04.2010; опубл. 27.09.2011, Бюл. № 20. 4 с.

10. Шкідливий вплив ультразвуку на здоров'я працюючих та його профілактика. *Охорона праці*. URL: <https://oppb.com.ua/news/shkidlyvyuy-vplyv-ultrazvuku-na-zdorovya-pracyuyuchykh-ta-yogo-profilaktyka> (дата звернення: 10.09.2024).

11. Універсальна установка для очищення деталей амортизаторів, карбюраторів, паливних насосів, паливної апаратури ультразвуком : пат. на корисну модель 153694 Україна, В 08 В 3/12, № u202203275; заявл. 07.09.2022 ; опубл. 16.08.2023 Бюл. № 33. 4 с.

12. Знімний центр з суцільним диском для кріплення деталей, що потребують технологічної обробки : пат. на корисну модель 153696 Україна, МПК В23В23/04; В08В3/12, № u202203950; заявл. 24.10.2022; опубл. 16.08.2023 Бюл. № 33/2023. 4 с.

Стаття надійшла 10.09.2024