

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів**

(назва кафедри)

Євген КАЛІНІН

(підпис)

(ПІБ)

« _____ » _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему «Підвищення ефективності технологічного процесу мийки при
ремонті автомобілів в сільському господарстві»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Ігор СІВАК

(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Євген ГЛАДЧУК

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Дмитро ЛУКІЯНОВ

(ПІБ)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів

д.т.н., проф. _____ Євген КАЛІНІН
(наук. ступ., вч. звання) (підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Лукіянову Дмитру Павловичу

Спеціальність _____
(прізвище, ім'я, по батькові)
208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра на тему «Підвищення ефективності технологічного процесу мийки при ремонті автомобілів в сільському господарстві»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «28» листопада 2024р. №2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: _____ 01.05.2025
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра: показники ефективності технологічного процесу мийки при ремонті автомобілів в сільському господарстві

Перелік питань які потрібно розробити _____

Вступ _____

розділ 1. аналіз сучасного стану процесів мийки автомобілів у сільському господарстві

розділ 2. розробка та обґрунтування удосконалення процесу мийки

розділ 3. охорона праці під час мийки транспортних засобів

Висновки _____

Перелік графічного матеріалу: Актуальність теми; Аналіз Існуючих Рішень; Класифікація Мийних Систем; Пропоноване Рішення; Схема Удосконаленої Мийки; Засоби Індивідуального Захисту; Електробезпека Та Вентиляція; Екологічна Безпека Та Документи; Висновки

Дата видачі завдання «09» січня 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____
(підпис)

Гладчук Є.О.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Лукіянов Д.П.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 64 сторінки, 10 рисунків, 3 таблиці, 1 технологічна схема, 20 джерел літератури, 9 слайдів презентації.

Об'єкт дослідження: Технологічний процес мийки транспортних засобів у сільському господарстві.

Мета роботи: Підвищити ефективність мийки автомобілів в умовах сільськогосподарського виробництва за рахунок впровадження сучасного обладнання та оптимізації процесу.

У роботі проведено глибокий аналіз існуючих способів мийки сільськогосподарської техніки. Побудовано удосконалену технологічну схему, що включає фазне очищення, ополіскування, збір і фільтрацію стічних вод. Виконано техніко-економічне обґрунтування: час мийки скорочено з 45 до 22 хвилин, витрати води знижено на 68 %, строк окупності — 13,2 місяця.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці (проекування робочого місця, ЗІЗ, електробезпека) та екологічного супроводу.

Розроблені технічні та організаційні рішення можуть бути впроваджені в умовах господарств, що не мають централізованої мийної інфраструктури. Робота рекомендована до впровадження в практику мобільного сервісу техніки.

Ключові слова: мийка автомобілів, сільське господарство, мобільна установка, технічне обслуговування, Kränzle, ефективність, екологічна безпека, охорона праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОЦЕСІВ МИЙКИ АВТОМОБІЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	8
1.1. Призначення та особливості технологічного процесу мийки сільськогосподарських автомобілів.....	8
1.2. Класифікація мийного обладнання та миючих засобів.....	9
1.3. Проблеми існуючих рішень та їх вплив на якість ремонту.....	15
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МИЙКИ.....	19
2.1. Аналіз технологічного процесу мийки на прикладі умовного підприємства.....	19
2.2. Вибір і характеристика запропонованого удосконалення.....	21
2.3. Техніко-економічне обґрунтування: розрахунок витрат, ефективності та продуктивності.....	24
2.4. Побудова технологічної схеми удосконаленого процесу та оцінка результатів.....	29
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС МИЙКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	34
3.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників при мийці.....	34
3.2. Засоби індивідуального захисту та вимоги до організації робочого місця.....	36
3.3. Вентиляція, електробезпека та вимоги до обладнання.....	41
3.4. Екологічні вимоги та утилізація стічних вод.....	45
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52
ДОДАТОК А Ілюстративний матеріал.....	54

ВСТУП

В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва значно зростає навантаження на транспортні засоби, які забезпечують перевезення вантажів, техніки та матеріалів. При цьому експлуатація автомобілів у польових умовах супроводжується інтенсивним забрудненням кузова, шасі, елементів трансмісії та систем двигуна, що ускладнює проведення технічного обслуговування та ремонту. Своєчасна і якісна мийка транспортних засобів не лише полегшує доступ до вузлів і агрегатів, але й подовжує ресурс елементів шляхом видалення агресивних домішок і відкладень.

Однак у багатьох господарствах технологічний процес мийки не відповідає сучасним вимогам ефективності, екологічності й енергозбереження. Часто використовуються застарілі або імпровізовані мийні установки, не адаптовані до особливостей сільськогосподарських умов. Це призводить до перевитрати води та миючих засобів, неякісного очищення та зайвих витрат часу і ресурсів.

Таким чином, актуальність теми дослідження полягає у необхідності підвищення ефективності технологічного процесу мийки при ремонті автомобілів у сільському господарстві шляхом впровадження сучасних технічних рішень, оптимізації витратних ресурсів і поліпшення умов праці.

Мета дослідження — підвищення ефективності процесу мийки автомобілів у сільському господарстві за рахунок обґрунтування і впровадження удосконаленої технології з використанням сучасного обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

вивчити особливості мийки автомобілів в умовах сільськогосподарського виробництва;

провести аналіз існуючих мийних систем та миючих засобів, що використовуються на підприємствах;

розробити удосконалений технологічний процес мийки із використанням сучасного обладнання;

провести розрахунки витрат ресурсів, ефективності і окупності впровадження нової технології;

надати рекомендації з охорони праці та екологічної безпеки при виконанні мийних робіт.

Об'єкт дослідження — технологічний процес мийки автомобілів під час їх обслуговування та ремонту на сільськогосподарських підприємствах.

Предмет дослідження — методи, засоби та параметри мийки, що впливають на її ефективність, витрати ресурсів та якість підготовки автомобіля до ремонту.

Методи дослідження, що застосовуються в роботі: порівняльний аналіз технічних рішень, розрахунково-аналітичні методи для оцінки економічної доцільності, графічне моделювання технологічних процесів, вивчення нормативної та технічної документації, використання прикладних програм (Excel) для побудови графіків і обробки результатів.

Практична значущість роботи полягає у можливості впровадження запропонованого удосконалення на сільськогосподарських підприємствах для зниження витрат на мийку, підвищення продуктивності та якості ремонту автотранспорту, а також дотримання вимог екологічної та професійної безпеки.

Положення, винесені на захист:

аналітичне обґрунтування проблем існуючого процесу мийки на сільськогосподарських підприємствах;

розроблена удосконалена технологічна схема мийки автомобілів;

розрахунки витрат, ефективності та економічного ефекту від впровадження;

рекомендації з безпечного виконання мийних робіт.

Структура роботи. Дипломна кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг пояснювальної записки становить 50 сторінок основного тексту, містить 12 рисунків, 4 таблиці, 6 формул та 18 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОЦЕСІВ МИЙКИ АВТОМОБІЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1. Призначення та особливості технологічного процесу мийки сільськогосподарських автомобілів

Мийка автомобіля є початковим і критично важливим етапом технічного обслуговування та ремонту, оскільки забезпечує усунення забруднень, що ускладнюють діагностику, демонтаж вузлів та візуальну оцінку їх стану. Особливої актуальності ця операція набуває в умовах сільськогосподарського виробництва, де транспортні засоби експлуатуються у середовищі з підвищеним рівнем запиленості, наявністю вологи, рослинних решток, глинистих і органічних домішок.

Основними завданнями мийки є:

- зниження агресивного впливу хімічно активних речовин (мінеральних добрив, гною, засобів захисту рослин) на лакофарбове покриття, гумові елементи та металеві конструкції;
- запобігання розвитку корозійних процесів;
- забезпечення повного очищення елементів ходової частини та підрамника перед обслуговуванням і ремонтом;
- дотримання санітарно-гігієнічних вимог та поліпшення зовнішнього вигляду техніки.

На відміну від умов міської експлуатації, у сільському господарстві характер забруднень має комплексний механічно-біологічний характер: це сукупність липкої глини, рослинного пилу, жирових і білкових залишків. Така специфіка потребує особливих режимів обробки та використання відповідних мийних засобів з підвищеною проникаючою та емульгуючою здатністю.

Технологічний процес мийки в умовах сільського господарства має свою структурну послідовність, яка включає такі етапи:

- Попереднє змочування поверхні з метою розм'якшення забруднень.
- Нанесення миючого розчину під низьким тиском.

Високотискова мийка із застосуванням води або пари температурою до 80 °С.

Ополіскування та сушіння, іноді з додаванням консервуючих засобів.

Залежно від обсягу мийки та конфігурації транспортного засобу процес може бути:

Поверхневим (швидким) — для регулярного очищення;

Глибоким (передремонтним) — з акцентом на важкодоступні ділянки: стики, внутрішні частини колісних арок, вузлів підвіски та трансмісії.

Згідно з [1, с. 112], під час передремонтної мийки рекомендовано застосовувати апарати високого тиску (мінімум 140–160 бар) у поєднанні з біорозкладними лужними мийними речовинами.

До особливостей мийки сільськогосподарських автомобілів також належать:

- необхідність адаптації процесу до нерегулярної інфраструктури господарств (відсутність каналізації, обмеженість електропостачання);
- використання мобільних установок або пересувних платформ;
- суворе дотримання екологічних норм щодо збирання стоків і недопущення забруднення ґрунтів.

Визначальною вимогою є мінімізація витрат води, що особливо актуально в умовах обмеженого водопостачання в сільській місцевості. Дослідження [2] засвідчують, що впровадження закритого циклу водопідготовки дозволяє зменшити споживання води до 70 % без втрати ефективності мийки.

Таким чином, технологічний процес мийки сільськогосподарських автомобілів має суттєві відмінності від аналогічного процесу в міських умовах і вимагає спеціального підходу до підбору обладнання, засобів очищення та організації самої операції.

1.2. Класифікація мийного обладнання та миючих засобів

Залежно від обсягу, інтенсивності та умов експлуатації автотранспорту на підприємствах сільського господарства застосовуються різні типи мийного

обладнання. Вибір конкретного типу установки визначається характером забруднень, наявними комунікаціями, типом транспортних засобів та режимом їх роботи.

Відповідно до [3], основна класифікація мийних установок за конструкційними та функціональними ознаками подається наступним чином (рис. 1.1):

1. За ступенем автоматизації:

Ручні мийки — оператор керує процесом, використовує пістолети високого тиску, щітки, губки тощо;

Напівавтоматичні системи — частина операцій (нанесення піни, ополіскування) автоматизована, інші — ручні;

Автоматичні установки — виконують повний цикл мийки без втручання оператора (тунельні або порталні мийки).

2. За мобільністю:

Стаціонарні мийки — з постійним підключенням до водопроводу, каналізації, електромережі; встановлюються в спеціально обладнаних приміщеннях або під навісами.

Мобільні установки — портативні або причіпні пристрої з автономним живленням і резервуаром для води, можуть використовуватись без прив'язки до інфраструктури.

3. За типом робочого середовища:

Установки високого тиску з холодною водою — до 120–150 бар; прості у використанні, але менш ефективні проти стійких забруднень.

Установки з підігрівом води або пари — забезпечують глибоке очищення, зокрема жирних відкладень.

Парогенератори — використовуються для локального очищення елементів без надмірного змочування (наприклад, електропроводки, двигуна).

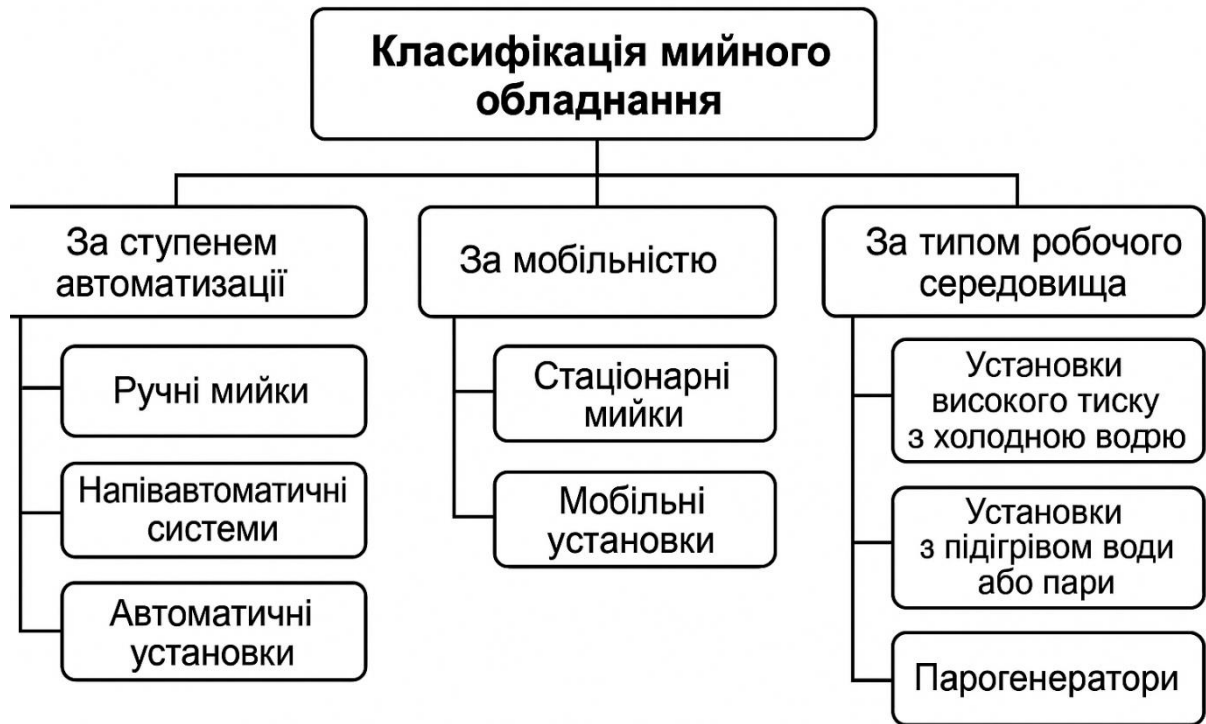


Рис. 1.1 – Класифікація мийного обладнання за принципом дії та призначенням

Для кращого розуміння функціональних відмінностей між різними типами мийного обладнання на рис. 1.2–1.4 наведено приклади їх реального зовнішнього вигляду.

На рисунку 1.2 зображено ручну мобільну мийку високого тиску Kärcher HD 5/15 C, яка широко застосовується в умовах сільського господарства завдяки своїй портативності, простоті обслуговування та можливості працювати в автономному режимі. Такий тип обладнання ідеально підходить для оперативної мийки техніки без потреби стаціонарного розміщення.



Рис. 1.2 – Ручна мобільна мийка високого тиску Kärcher HD 5/15 C

Рисунок 1.3 ілюструє напівавтоматичну рамну мийку Istobal M'NEX 22, де процес нанесення миючих засобів і очищення виконується автоматизовано, але запуск і контроль операцій здійснює оператор. Ці установки доцільно застосовувати в господарствах із середньою інтенсивністю використання автотранспорту.

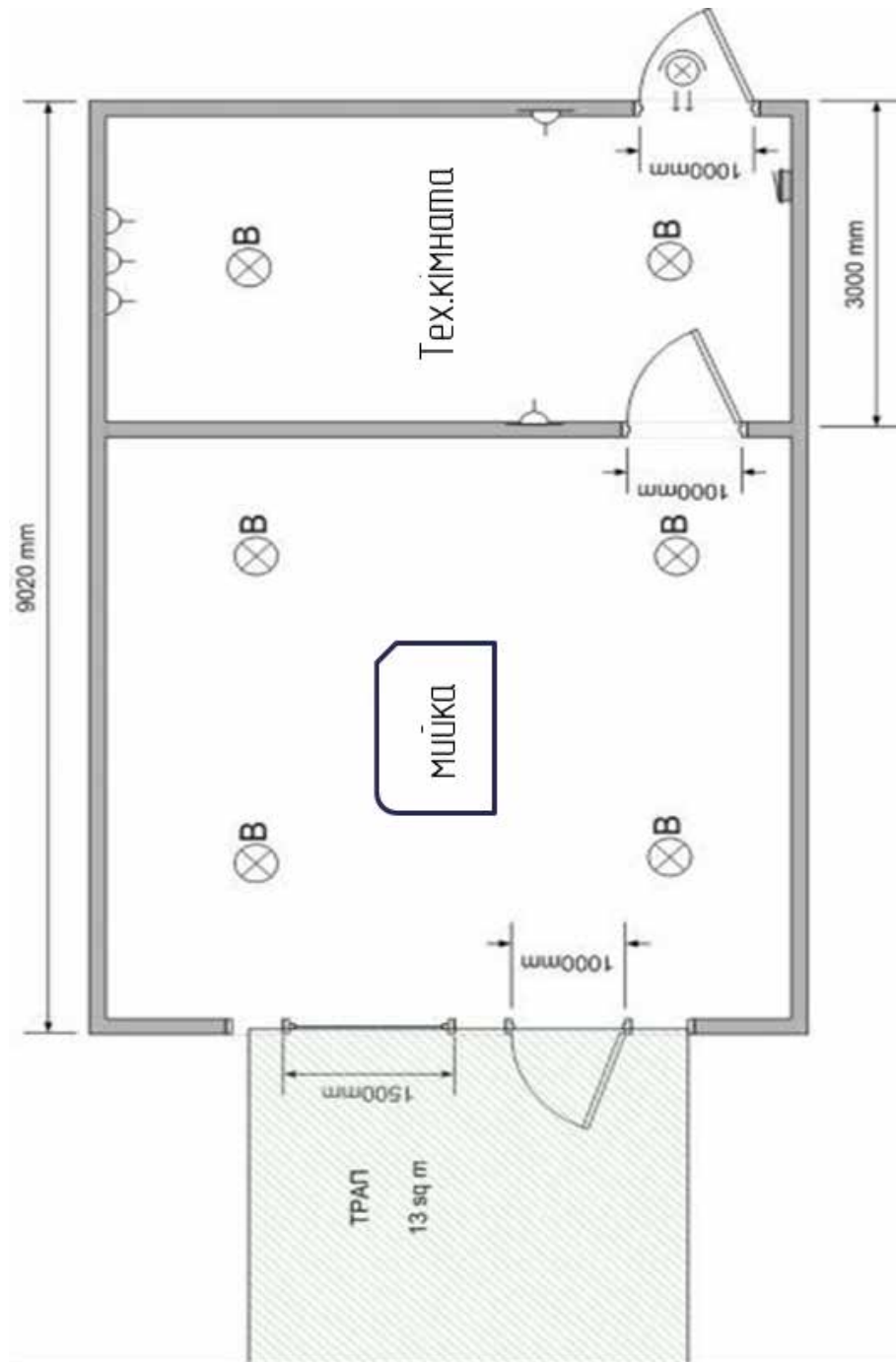


Рис. 1.3 – Напівавтоматична рамна мийка Istobal M'NEX 22

На рисунку 1.4 представлена автоматична тунельна мийка WashTec SoftLine², яка забезпечує високий рівень продуктивності й повністю автоматизований процес мийки, що охоплює кілька етапів: попереднє змочування, нанесення піни, щіткове очищення, ополіскування і сушіння. Такі системи здебільшого використовуються на великих логістичних або ремонтних базах.

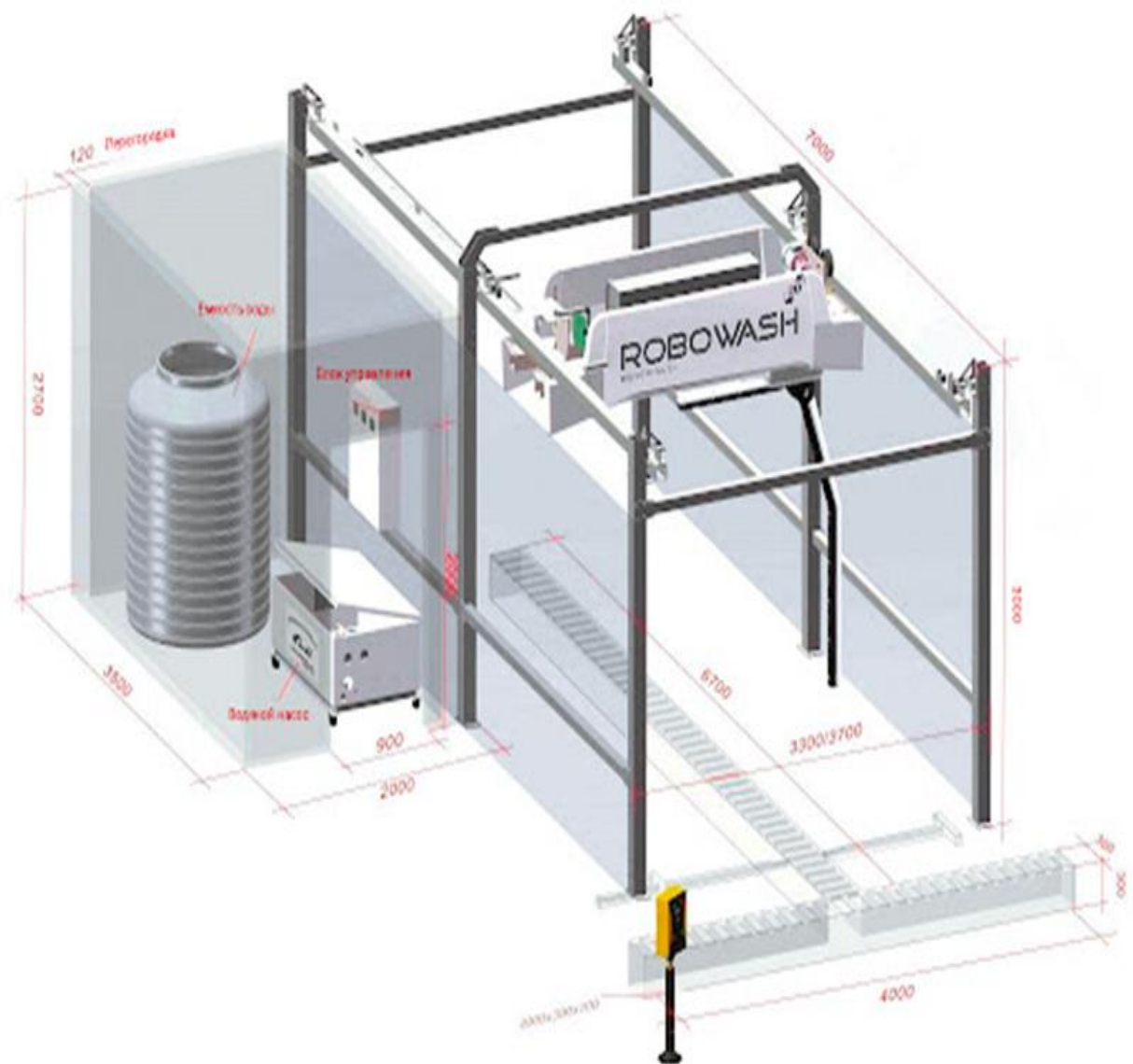


Рис. 1.4 – Автоматична тунельна мийка WashTec SoftLine²

Вибір мийного засобу безпосередньо впливає на тривалість мийки, ступінь очищення та безпеку поверхонь. За [4], до основних категорій миючих речовин належать:

Лужні засоби (рН 9–12) — ефективні проти органічних забруднень, нафтопродуктів, білкових залишків; рекомендовані для попереднього очищення кузова та шасі;

Кислотні засоби (рН < 5) — використовуються для видалення оксидів, вапна, нальоту на металевих частинах (з обережністю, тільки для хромованих деталей);

Нейтральні засоби (рН 6–8) — безпечні для делікатних поверхонь, часто використовуються на завершальному етапі або для регулярної мийки.

Особливу увагу при виборі мийного засобу слід звертати на:

- біорозкладність (відповідність екологічним вимогам);
- корозійну активність (відсутність негативного впливу на алюмінієві та гумові елементи);
- сумісність з обладнанням (деякі засоби пошкоджують ущільнення насосів високого тиску).

Згідно з [5], миючі засоби, що використовуються в сільськогосподарській техніці, мають відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 17025:2019 щодо безпеки та екологічності.

Таким чином, мийне обладнання та засоби повинні обиратись із урахуванням типу забруднень, доступної інфраструктури та екологічної безпеки. Найбільш ефективними для сільськогосподарських підприємств є мобільні установки високого тиску з функцією нагріву води та використанням біорозкладних лужних миючих речовин.

1.3. Проблеми існуючих рішень та їх вплив на якість ремонту

У більшості сільськогосподарських підприємств України процес миття автотранспорту реалізується за допомогою ручного або напівавтоматичного обладнання, переважно старого зразка або виготовленого кустарним способом. Це створює низку технічних, організаційних та екологічних проблем, які безпосередньо впливають як на якість очищення, так і на ремонтпридатність транспортних засобів.

1. Низька якість очищення поверхонь

Ручні установки часто не забезпечують достатнього тиску води або стабільної температури, що призводить до залишкових забруднень у важкодоступних місцях: під підрамником, у зоні ресор, під кронштейнами [6]. Недостатнє очищення негативно впливає на візуальну діагностику: бруд маскує

корозію, підтікання мастила чи гідравлічної рідини, пошкодження лакофарбового покриття.

Як зазначено в [7], навіть 5–10% залишків мастила або бруду в місцях огляду призводить до помилкових висновків при дефектації деталей.

2. Перевитрати ресурсів та порушення екологічних вимог

Використання шлангів без розпилювачів і систем дозування мийного розчину викликає перевитрату води в 2,5–3 рази порівняно з установками високого тиску [8]. В середньому, для одного вантажного автомобіля ручна мийка споживає до 300–500 л води, що значно перевищує рекомендовані екологічні норми (не більше 150–200 л при замкненому циклі).

У багатьох випадках стічні води не проходять фільтрації чи нейтралізації, що порушує вимоги до охорони ґрунтів і водних ресурсів, згідно з ДСТУ ISO 14001:2015 [9].

3. Низька продуктивність і неефективна організація праці

При відсутності автоматизації тривалість мийки одного транспортного засобу становить 30–60 хв, з високим навантаженням на персонал. У робочих змінних із кількістю до 8 годин обробляється не більше 6–8 одиниць техніки [6].

За даними аналітичного огляду [10], на українських СТО в аграрному секторі спостерігається недостатній рівень механізації мийних процесів – частка автоматизованих постів не перевищує 12%.

4. Погіршення технічного стану та додаткові витрати під час ремонту

Недостатня якість очищення та залишки агресивних речовин (солі, добрив, гербіцидів) призводять до:

корозії кріплень, різьбових з'єднань, вузлів підвіски;

руйнування гумових елементів (манжет, ущільнень) при контакті з агресивними мийними засобами;

ускладнень при демонтажі вузлів — інструмент зісковзує, викручується із зусиллям, що підвищує ризик пошкодження.

Для зручності сприйняття ключові напрями сучасних мийних технологій і міжнародного досвіду узагальнено на рис. 1.5.

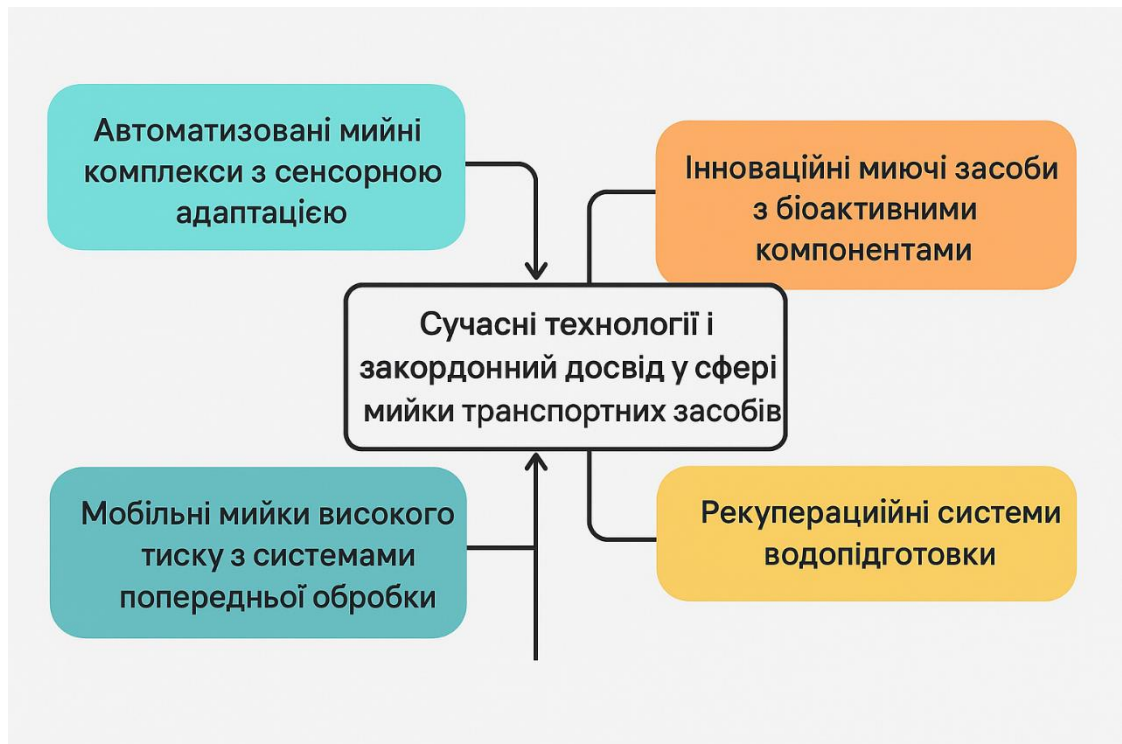


Рис. 1.5 – Основні напрямки сучасних технологій мийки транспортних засобів за міжнародним досвідом

Згідно з результатами досліджень [11], при незадовільному митті середній час демонтажу елементів шасі зростає на 17–25%, а ймовірність помилкової оцінки зношення – на 15%.

Наявні проблеми свідчать про структурну недосконалість технологічного процесу мийки, що прямо впливає на якість сервісного обслуговування. Впровадження сучасного обладнання з регульованим тиском, нагрівом, системами фільтрації та дозування є ключем до підвищення ефективності ремонту, скорочення простоїв та зменшення виробничих витрат.

Аналіз призначення процесу мийки показав, що в умовах сільськогосподарського виробництва мийка виконує не лише санітарну, але й технічну функцію — вона прямо впливає на якість і безпеку виконання ремонтних операцій. Очищення поверхонь є обов’язковим етапом підготовки техніки до діагностики, демонтажу й подальшої експлуатації.

Систематизація мийного обладнання дозволила встановити, що ручні установки, попри доступність і простоту, поступаються мобільним високотисковим і автоматизованим системам за показниками ефективності, швидкості обробки й витратами ресурсів. Найменш придатними до умов сільського господарства є стаціонарні рішення без функції підігріву та рециркуляції води.

Критичний аналіз наявних рішень показав низьку технологічну культуру виконання мийки та її системний негативний вплив на ремонтпридатність техніки.

Виявлена невідповідність між сучасними вимогами до технічного сервісу й реальним станом мийного процесу у сільському господарстві України обґрунтовує потребу в розробці удосконаленого, ресурсозберігаючого та ремонтно-орієнтованого мийного комплексу.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МИЙКИ

2.1. Аналіз технологічного процесу мийки на прикладі умовного підприємства

Для обґрунтування шляхів підвищення ефективності процесу мийки сільськогосподарських автомобілів розглянемо типову організацію мийних робіт на умовному підприємстві ТОВ «Агро-Тех Сервіс», яке спеціалізується на обслуговуванні автотранспорту зернових господарств. Основний автопарк підприємства включає (рис. 2.1): вантажні автомобілі: Renault Midliner S170, IVECO EuroCargo ML 75E18; легкі комерційні автомобілі: Fiat Ducato; Трактори: John Deere 6400, Case IH 5120 Maxxum, New Holland 7740 SLE.



Рис. 2.1 – Зразки транспортних засобів, що обслуговуються на умовному підприємстві ТОВ «Агро-Тех Сервіс»:

- а – вантажний автомобіль Renault Midliner S170;
- б – комерційний автомобіль IVECO EuroCargo ML 75E18;
- в – трактор John Deere 6400; г – трактор Case IH 5120 Maxxum.

1. Характеристика існуючої мийної дільниці

Мийна дільниця розташована на відкритому майданчику з бетонованим покриттям, має підведення води з колодязя та тимчасове підключення до електромережі. Для мийки використовується ручна установка високого тиску без підігріву води типу «AL-KO HW 3600» із тиском до 110 бар і витратою води близько 10 л/хв.

Миючі засоби: універсальний лужний концентрат (імпортний, без сертифіката відповідності).

Режим мийки: 1 оператор, обробка одного автомобіля — 40–50 хв.

Витрата води на 1 авто: близько 400–500 л (відсутній контроль подачі).

2. Основні недоліки організації мийного процесу (табл. 2.1).

На підставі аналізу, проведеного у розділі 1, та моделювання процесу на прикладі підприємства «Агро-Тех Сервіс», виявлено такі типові проблеми:

Відсутність попереднього змочування і фазової обробки: миючий засіб наноситься без підготовки поверхні, що знижує ефективність дії розчину.

Низький тиск і температура води: холодна вода при невисокому тиску не забезпечує достатньої сили проникнення до складних забруднень (глина, мастила, добрива).

Таблиця 2.1

Розподіл часу на операції підготовки до ремонту

№	Назва операції	Середній час, хв	Частка від загального часу підготовки, %
1	Попереднє змочування	5	10
2	Нанесення миючого засобу	10	20
3	Основне миття	20	40
4	Додаткове очищення важкодоступних місць	10	20
5	Сушка та підготовка до ремонту	5	10
Разом		50	100

Ручне керування процесом без використання таймерів, витратомірів або дозаторів призводить до значної перевитрати ресурсів.

Нерівномірність очищення: оператори часто ігнорують важкодоступні місця (внутрішні зони крил, нижня частина кузова), що унеможливорює ефективний техогляд.

3. Вплив недоліків мийки на ефективність ремонту

Унаслідок перелічених недоліків спостерігається:

Збільшення часу демонтажу елементів (через наявність бруду у зоні кріплень);

Корозійне пошкодження різьбових з'єднань, які не очищаються належним чином;

Утруднена дефектація вузлів: бруд маскує витоки масла, тріщини та порушення герметичності;

Зростання кількості повторних мийок, які виконуються вже під час ремонту.

2.2. Вибір і характеристика запропонованого удосконалення

На підставі виявлених проблем у п. 2.1 встановлено, що існуюча організація мийного процесу не забезпечує належної якості очищення, має низьку продуктивність, супроводжується перевитратою ресурсів та не відповідає сучасним вимогам до технічного обслуговування. Для вирішення цих проблем необхідне впровадження удосконаленого мийного комплексу, здатного працювати в умовах обмеженої інфраструктури та забезпечувати стабільно високу якість очищення.

З урахуванням реалій сільськогосподарських підприємств, особливо їх віддаленості, відсутності стаціонарних мийних пунктів і централізованого водопостачання, обрано до впровадження мобільну мийку високого тиску з підігрівом води та автономною системою живлення.

Прийняте рішення базується на таких критеріях:

- потреба в мобільності — можливість транспортування техніки до місця виконання робіт відсутня;
- необхідність очищення складних забруднень — особливо в зоні підрамника, ресор, елементів трансмісії;
- обмеженість ресурсів — як води, так і електроенергії;
- вимоги до екологічної безпеки — зменшення об'ємів стічних вод, контроль за витратою миючих речовин.

У цьому контексті пропонується до впровадження установка типу Kränzle Therm C 13/180 Trailer (рис. 2.2), яка поєднує високий тиск, нагрів води, автономність та можливість інтеграції з системою збору стоків.

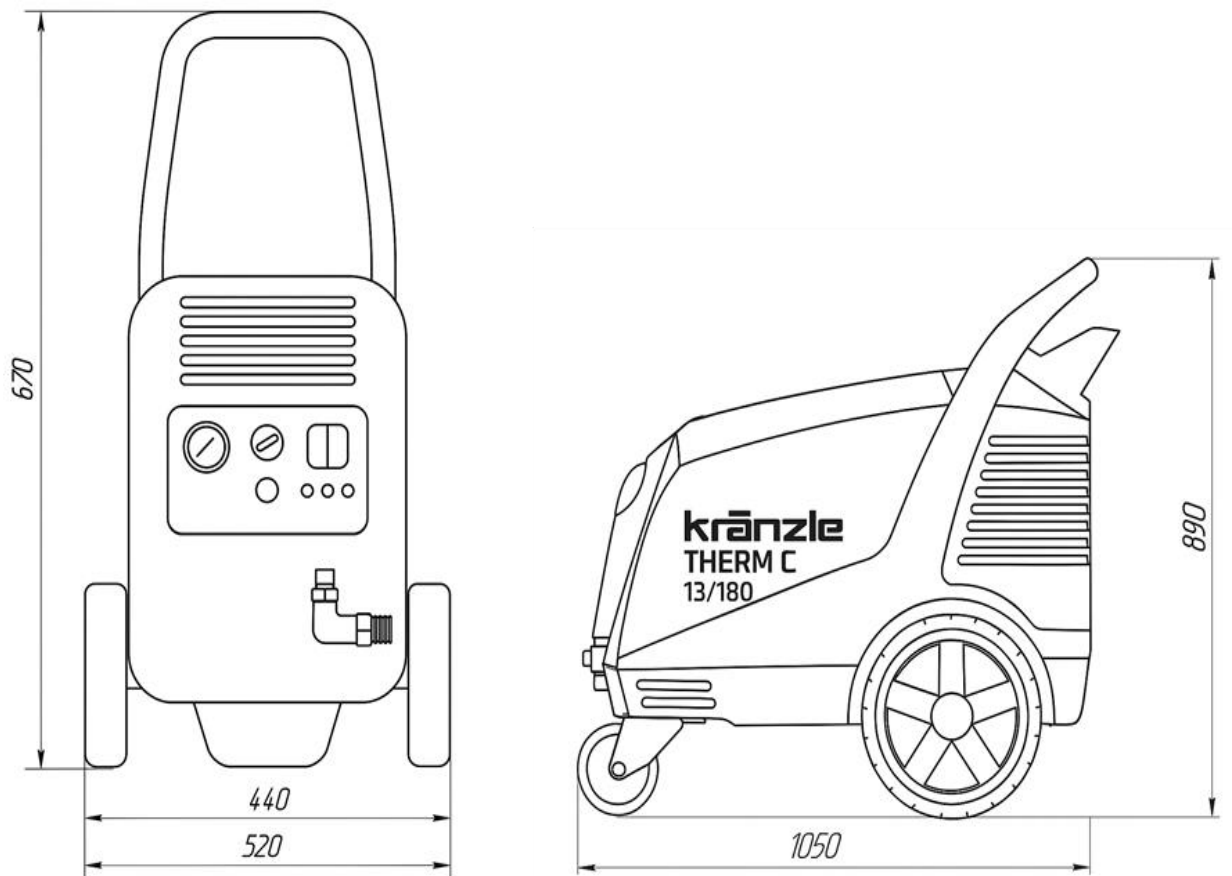


Рис. 2.2 – Мобільна мийна установка високого тиску з підігрівом води Kränzle Therm C 13/180

Ця установка поєднує в собі компактний дизайн, високу продуктивність та автономність, що робить її ідеальною для використання в умовах сільськогосподарських підприємств. Вона оснащена великими колесами з гумовими шинами для зручного переміщення, а також має вбудований барабан для шланга, що спрощує зберігання та експлуатацію.

У таблиці 2.2 наведено основні параметри обраного обладнання та їх значення.

Таблиця 2.2

Технічна характеристика мобільної мийної установки Kränzle Therm C 13/180 Trailer

№	Параметр	Значення
1	Максимальний тиск	180 бар
2	Продуктивність	13 л/хв (780 л/год)
3	Температура води	до 80 °С
4	Джерело енергії	бензиновий двигун (автономний)
5	Об'єм бака для води	500 л
6	Дозування миючого засобу	автоматичне, з регулюванням
7	Захисні функції	термозахист, контроль тиску, аварійне вимкнення
8	Додаткові опції	фільтр грубого очищення, барабан зі шлангом

Вибір даної установки дозволяє усунути більшість проблем, виявлених на прикладі умовного підприємства:

Якість мийки значно зростає завдяки гарячій воді та стабільному високому тиску.

Скорочення часу обробки однієї одиниці техніки з 45–50 хв до 20–25 хв.

Зниження витрати води до 150–180 л/авто завдяки вузькому факелу розпилення та високій швидкості змивання.

Підвищення безпеки праці – захисні системи та ергономічний дизайн зменшують навантаження на оператора.

Можливість застосування на відкритому майданчику або в польових умовах.

У результаті аналізу умов експлуатації та вимог до якості мийки, як удосконалення обрано мобільну мийну установку високого тиску з функцією нагріву води. Це рішення є найбільш адаптованим до специфіки сільськогосподарського підприємства та забезпечує якісне очищення техніки при мінімальних витратах ресурсів. У подальшому буде виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження цієї установки.

2.3. Техніко-економічне обґрунтування: розрахунок витрат, ефективності та продуктивності

Для підтвердження доцільності впровадження мобільної мийної установки Kränzle Therm C 13/180 Trailer проведемо порівняльну оцінку техніко-економічних показників у базовому (існуючому) та удосконаленому (запропонованому) варіантах.

Порівнюється існуюча система мийки: ручна установка без підігріву (AL-KO HW 3600) та запропонована система: мобільна мийка Kränzle Therm C 13/180 Trailer.

Вихідні параметри для розрахунку зведено у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4

Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку процесу мийки

№	Показник	Позначення	Значення	Одиниця вимірювання
1	Кількість транспортних засобів за зміну	N	8	од.
2	Кількість змін на місяць	n	22	змін

3	Час миття 1 ТЗ, базовий варіант	$t_{баз}$	45	хв
4	Час миття 1 ТЗ, удосконалений варіант	$t_{уд}$	22	хв
5	Витрата води на 1 авто, базовий варіант	$q_{вода.баз}$	0,5	м ³
6	Витрата води на 1 авто, удосконалений варіант	$q_{вода.уд}$	0,16	м ³
7	Вартість 1 м ³ води	$C_{в/м3}$	60	грн/м ³
8	Витрата миючого засобу на 1 авто, базовий варіант	$q_{хім.баз}$	0,06	л
9	Витрата миючого засобу на 1 авто, удосконалений варіант	$q_{хім.уд}$	0,025	л
10	Вартість 1 л миючого засобу	$C_{хім/л}$	120	грн/л
11	Годинна ставка працівника	Z	100	грн/год
12	Загальна вартість нової мийної установки	$C_{уст}$	145 000	грн
13	Орієнтовний строк служби для окупності	–	12	місяців

Методика техніко-економічного розрахунку, представлена у даному підпункті, базується на загальноприйнятих підходах до оцінки ефективності впровадження технічних рішень, рекомендованих у працях [18, 19].

Продуктивність мийного процесу визначається за формулою:

$$P_q = \frac{60}{t}, \quad (2.1)$$

де P_q — продуктивність, од./год;

t — середній час миття одного транспортного засобу, хв.

Для базового варіанту (ручна мийка):

$$П_{ч}^{(баз)} = \frac{60}{45} = 1,33 \text{ од. / год}$$

Для удосконаленого варіанту:

$$П_{ч}^{(удоск)} = \frac{60}{22} \approx 2,73 \text{ од. / год}$$

Місячна витрата води визначається за формулою:

$$V = N \cdot n \cdot q, \quad (2.2)$$

де N — кількість одиниць техніки за зміну (8);

n — кількість змін на місяць (22);

q — витрата води на 1 авто, м³ (0,5 м³ для базового, 0,16 м³ для удосконаленого).

Для базового варіанту:

$$V^{(баз)} = 8 \cdot 22 \cdot 0,5 = 88 \text{ м}^3$$

Для удосконаленого варіанту:

$$V^{(удоск)} = 8 \cdot 22 \cdot 0,16 = 28,2 \text{ м}^3$$

Аналогічно розраховується витрата хімічного розчину:

$$C_{хим} = N \cdot n \cdot q_x, \quad (2.3)$$

де q_x — витрата хімії на 1 авто, л.

Для базового варіанту:

$$C_{xim}^{(баз)} = 8 \cdot 22 \cdot 0,06 = 10,56 \text{ л}$$

Для удосконаленого:

$$C_{xim}^{(удоск)} = 8 \cdot 22 \cdot 0,025 = 4,4 \text{ л}$$

Витрати на оплату праці визначаються за формулою:

$$C_{оплата} = n \cdot N \cdot \frac{t}{60} Z, \quad (2.4)$$

де n — кількість змін на місяць;

N — кількість авто за зміну;

t — час миття одного авто (хв);

Z — ставка за годину, грн/год.

Для базового варіанту:

$$C_{оплата}^{(баз)} = 22 \cdot 8 \cdot \frac{45}{60} 100 = 13200 \text{ грн.}$$

Для удосконаленого варіанту:

$$C_{оплата}^{(удоск)} = 22 \cdot 8 \cdot \frac{22}{60} 100 \approx 6453 \text{ грн.}$$

Для зручності округлюємо:

$$C_{оплата}^{(удоск)} \approx 6500 \text{ грн.}$$

Витрати на воду:

$$C_{вода} = V \cdot C_{в/м^3} \quad (2.5)$$

Для базового варіанту:

$$C_{\text{вода}}^{(\text{баз})} = 88 \cdot 60 = 5280 \text{ грн}$$

Для удосконаленого варіанту:

$$C_{\text{вода}}^{(\text{удоск})} = 28,2 \cdot 60 = 1692 \text{ грн}$$

Витрати на хімію:

$$C_{\text{хім}} = N \cdot n \cdot qx \cdot C_{\text{хім/л}} \quad (2.6)$$

Для базового варіанту:

$$C_{\text{хім}}^{(\text{баз})} = 8 \cdot 22 \cdot 0,06 \cdot 120 = 1267 \text{ грн}$$

Для удосконаленого варіанту:

$$C_{\text{хім}}^{(\text{удоск})} = 8 \cdot 22 \cdot 0,025 \cdot 120 = 528 \text{ грн}$$

Розрахунок строку окупності:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{C_{\text{уст}}}{E_{\text{екон}}}, \quad (2.7)$$

де $C_{\text{уст}}$ — ціна установки (145 000 грн),

$E_{\text{екон}}$ — щомісячна економія (19747–8720=11027 грн/місяць)

$$T_{\text{окуп}} = \frac{145000}{11027} \approx 13,15 \text{ місяців}$$

Для наочного зіставлення основних техніко-економічних показників мийного процесу у базовому та удосконаленому варіантах розрахункові значення зведено у таблицю 2.4.

Порівняльна оцінка економічних і технічних показників мийки

№	Показник	Базовий варіант	Запропонований варіант
1	Час миття 1 авто, хв	45	22
2	Витрата води на 1 авто, л	500	160
3	Витрата хімії на 1 авто, мл	60	25
4	Продуктивність, од./год	1,33	2,73
5	Місячна витрата води, м ³	88	28,2
6	Місячна витрата хімії, л	10,6	4,4
7	Місячна заробітна плата, грн	13 200	6 500
8	Місячні витрати на воду, грн	5 280	1 692
9	Місячні витрати на хімію, грн	1 267	528
10	Загальні експлуатаційні витрати/міс, грн	19 747	8 720

Проведені розрахунки свідчать, що впровадження мобільної мийної установки дозволяє зменшити витрати води на 68%, хімії — на 58%, скоротити час обробки однієї одиниці техніки вдвічі та підвищити продуктивність у 2,1 раза. Щомісячна економія становить понад 11 000 грн, що забезпечує повну окупність проєкту менш ніж за 14 місяців, навіть без урахування вторинних ефектів (економії на ремонті, зменшення простоїв тощо).

2.4. Побудова технологічної схеми удосконаленого процесу та оцінка результатів

Після аналізу недоліків існуючого процесу мийки та вибору технічного рішення, було розроблено удосконалену технологічну схему очищення транспортних засобів на базі мобільної установки Kränzle Therm C 13/180. Ця схема враховує фазність процесу, дотримання послідовності операцій, регулювання витрати ресурсів та мінімізацію втручання оператора.

Очищення транспортного засобу виконується поетапно в такій послідовності:

1. Позиціонування техніки — автомобіль або трактор заїжджає у зону обслуговування на відкритому майданчику, попередньо обладнаному зливною системою (або герметичними піддонами для стоку).
2. Попереднє змочування — проводиться подачею води під помірним тиском для розм'якшення шарів бруду, пилу, добрив. Це дозволяє зменшити витрати миючих засобів у подальшому.
3. Автоматизоване дозування миючого засобу — активний лужний засіб подається через інтегрований дозатор мобільної установки. Завдяки гарячій воді (до 80 °C), досягається емульгування органічних забруднень.
4. Основне миття під високим тиском — струмінь 180 бар забезпечує проникнення у важкодоступні місця: ресори, стики, підрамник, нижню частину кузова. В цей момент оператор керує факелом розпилення за допомогою шланга на катушці.
5. Ополіскування чистою водою — завершується змивання залишків хімії та бруду. Залежно від потреб — може проводитися у два етапи: технічна вода + ополіскування із баку осмосної води (опція).
6. Збір стоків — вода потрапляє в резервуар збору або фільтраційну установку, звідки при потребі може бути частково повторно використана.
7. Огляд очищеної техніки — після мийки здійснюється візуальний огляд вузлів перед виконанням ремонтних робіт.

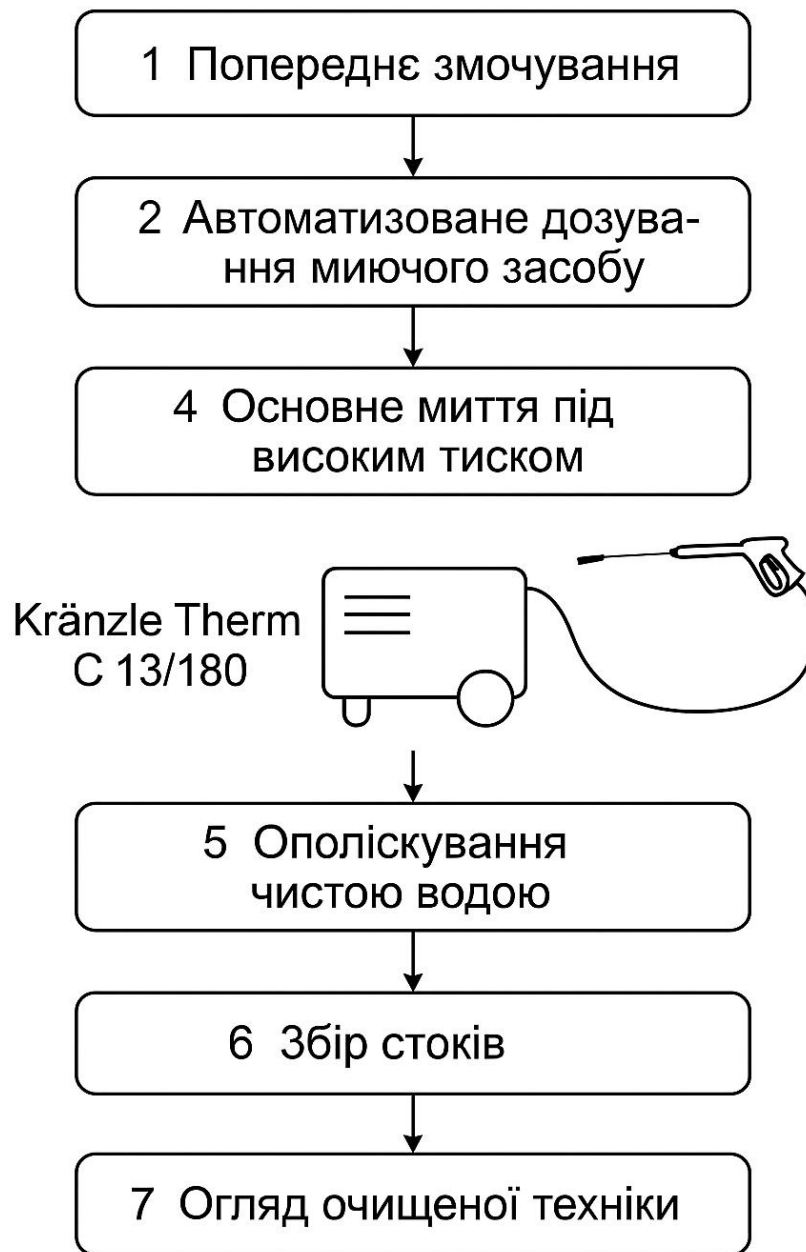


Рисунок 2.3 – Технологічна схема удосконаленого процесу мийки з використанням мобільної установки Kränzle Therm C 13/180

Впровадження даної схеми дозволяє досягти таких результатів:

Час мийки одного ТЗ скорочено з 45 до 22 хв;

Витрата води знижена з 500 до 160 л/од;

Споживання хімії скорочено більш ніж на 50%;

Підвищено якість очищення важкодоступних зон, що позитивно впливає на точність дефектації;

Зменшено кількість повторних мийок та ризик забруднення місця ремонту;
Поліпшено умови праці оператора — через зниження фізичного навантаження та зменшення тривалості циклу.

Побудована технологічна схема забезпечує системний підхід до процесу мийки техніки, враховуючи фазність, логіку потоків і мінімізацію втручання людини. На відміну від хаотичної ручної мийки, запропоноване рішення дозволяє не тільки економити ресурси, а й підвищити ремонтну готовність техніки, що є критично важливим для сільськогосподарських підприємств із сезонним навантаженням.

Аналіз існуючої організації мийних робіт на умовному підприємстві ТОВ «Агро-Тех Сервіс» дозволив виявити низку критичних проблем: надмірну витрату води та миючих засобів, низьку якість очищення, перевантаження працівника, а також відсутність засобів для ефективної обробки важкодоступних зон. Було встановлено, що недосконалість мийки безпосередньо впливає на якість і тривалість ремонтних робіт.

Для усунення виявлених недоліків запропоновано впровадження мобільної мийної установки Kränzle Therm C 13/180 Trailer, яка забезпечує роботу з гарячою водою, автономне живлення, дозовану подачу хімії та високу продуктивність. Побудована технологічна схема включає сім етапів, що охоплюють повний цикл підготовки до ремонту – від попереднього змочування до збору стоків.

Результати техніко-економічного розрахунку підтвердили ефективність рішення. Удосконалення дозволяє:

- знизити витрати води на 68%;
- скоротити витрати миючих засобів на 58%;
- зменшити витрати на оплату праці більш ніж у 2 рази;
- підвищити продуктивність мийки в 2,1 раза;
- досягти окупності проєкту менш ніж за 14 місяців.

Таким чином, впровадження сучасної мобільної мийної установки не лише підвищує якість підготовки техніки до ремонту, але й дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні витрати, що є актуальним для господарств із обмеженим бюджетом та сезонною інтенсивністю роботи.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС МИЙКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Забезпечення безпечних умов праці є невід'ємною складовою організації технологічного процесу мийки транспортних засобів. Робота із мийним обладнанням передбачає вплив ряду шкідливих та небезпечних виробничих чинників, які можуть призвести до травмування працівника, отруєння, опіків або ураження електричним струмом. З урахуванням специфіки мобільного обладнання (високий тиск, гаряча вода, хімічно активні речовини) необхідним є дотримання вимог охорони праці, техніки безпеки та екологічного контролю.

У цьому розділі розглянуто основні чинники виробничого ризику, засоби їх усунення або зниження, а також вимоги до організації робочого місця і поводження зі стічними водами після миття.

3.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників при мийці

Процес мийки транспортних засобів із використанням мобільної установки високого тиску Kränzle Therm C 13/180 супроводжується одночасним впливом фізичних, хімічних, теплових та електричних чинників, які потенційно небезпечні для оператора.

Основні групи шкідливих і небезпечних виробничих чинників згідно з ДСТУ 2293:2010* подані нижче:

1. Фізичні чинники

Підвищений рівень шуму (70–90 дБ), який створюється роботою насоса високого тиску, двигуна внутрішнього згоряння та розбризкуванням води.

Високий тиск водяного струменя (до 180 бар), який може спричинити травми шкіри, очей, відкритих ділянок тіла при порушенні правил поводження.

Мікрокліматичні умови: підвищена вологість у робочій зоні, зниження температури повітря в холодний сезон — чинники, що призводять до ризику переохолодження.

Зсуви, падіння, ковзання — при роботі на мокрій поверхні або в зоні, не очищеній від залишків миючих засобів.

2. Хімічні чинники

Лужні миючі розчини можуть викликати подразнення шкіри, очей, а в разі тривалого впливу — дерматити, опіки.

Пари та аерозолі мийних речовин можуть потрапляти в дихальні шляхи оператора при розпиленні в умовах недостатньої вентиляції.

При використанні концентратів із недостатнім розведенням — підвищується ризик ураження слизових оболонок.

3. Теплові чинники

Опіки гарячою водою (до 80 °C), яка подається через високонапірний шланг.

Контакт із гарячими металевими частинами обладнання — котлом або з'єднаннями, які нагріваються при тривалій роботі.

4. Електричні та механічні чинники

Установка містить елементи з електроприводом, які у разі пошкодження ізоляції або потрапляння води під напругу становлять небезпеку ураження електричним струмом.

Можливість розриву шланга високого тиску або виходу з ладу клапанів створює додаткові ризики.

5. Небезпека при недотриманні регламенту

Недотримання технологічної інструкції щодо послідовності дій, дистанції до об'єкта, положення тіла оператора або відсутність захисного спорядження значно підвищують імовірність травм.

Аналіз небезпечних і шкідливих чинників свідчить, що мийка транспортних засобів із використанням мобільного обладнання високого тиску є потенційно небезпечною виробничою операцією. Основними ризиками є ураження шкіри та очей, опіки, вплив хімічних речовин, травмування через високий тиск або несправність обладнання. Надалі необхідно передбачити

засоби індивідуального захисту, систему інструктажів, вимоги до організації робочого місця та екологічного супроводу процесу.

3.2. Засоби індивідуального захисту та вимоги до організації робочого місця

З урахуванням того, що процес мийки виконується з використанням установки високого тиску, гарячої води (до 80 °C), хімічно активних речовин та в умовах підвищеної вологості, працівник піддається сукупному впливу кількох небезпечних виробничих факторів. Для зниження рівня ризиків до прийняттого рівня необхідне забезпечення відповідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), а також чітке виконання вимог до підготовки й оснащення місця мийки.

1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Згідно з вимогами [16, 17], працівники, які виконують мийку транспортних засобів, повинні бути забезпечені такими засобами:

Водонепроникний комбінезон з капюшоном – основний бар'єр проти прямого контакту з розбризкуваною водою, миючими засобами та брудом. Має щільне прилягання до зап'ясть та щиколоток, не створює складок, які можуть накопичувати рідину.

Рукавиці з неопрена або нітрилу, стійкі до дії лужних ПАР (поверхнево-активних речовин) — забезпечують захист шкіри рук від хімічних опіків та алергічних реакцій. Обов'язково з подовженими манжетами.

Захисні окуляри герметичного типу або лицьовий щиток, відповідно до EN 166:2001 — необхідні для захисту слизових оболонок очей від аерозолів та бризок мийного розчину. Щиток повинен мати антивідблискове покриття для роботи під прямим сонячним світлом.

Протиаерозольний респіратор або напівмаска з фільтром класу P2/P3 — рекомендується при мийці у приміщеннях або при використанні концентрованих мийних розчинів з леткими компонентами.

Гумові чоботи з ребристою, протиковзкою підошвою (SRC/OB категорії) — важливі для запобігання падінню на мокрих поверхнях. У зимовий період рекомендовано використовувати утеплені варіанти.

Каска або шолом з козирком — при мийці великогабаритної техніки (трактори, комбайни), коли є ризик падіння інструменту або елементів кузова під час огляду.

Комплект основних ЗІЗ, рекомендованих для оператора мобільної мийки, наведено на рис. 3.1.



Рис. 3.1 – Комплект засобів індивідуального захисту для оператора мобільної мийки транспортних засобів

ЗІЗ мають підбиратись індивідуально, бути сертифікованими та маркованими згідно з технічним регламентом (Постанова КМУ №761 від 27.08.2008), та замінюватися згідно з термінами придатності.

Обслуговування та зберігання ЗІЗ

Після кожної зміни ЗІЗ мають бути очищені, просушені та продезінфіковані;

Не допускається використання вологих або пошкоджених засобів;

Зберігати ЗІЗ необхідно в окремій шафі, захищеній від впливу УФ-променів і пари хімікатів.

2. Вимоги до організації робочого місця

Організація місця мийки повинна гарантувати не лише ефективність очищення, а й безпечні умови праці в усіх сезонах.

Основні вимоги:

Робоча зона повинна бути рівною, неслизькою, із водовідведенням — рекомендовано бетоновану поверхню з ухилом щонайменше 1,5% до стоку або знімний пластиковий щит із системою фільтрації.

Обов'язкове маркування меж мийної зони — сигнальною стрічкою або жовтою фарбою, з табличками: «Обережно – високий тиск», «Зона миття».

Встановлення захисного навісу або тентового укриття — актуально для зимового періоду та роботи під дощем. Температура в зоні мийки не повинна опускатися нижче +5 °С (через ризик замерзання води у шлангах).

Візуальна доступність до всіх поверхонь транспортного засобу — мийка повинна виконуватись без необхідності піднімати техніку або працювати під навісними елементами.

Додаткові вимоги:

У зоні мийки мають бути вогнегасник, аптечка та інструкція з охорони праці;

При використанні бензинового або дизельного генератора — відстань до нього не менше 3 м від зони мийки;

Шланг високого тиску має бути справний, не перекручений, з маркуванням максимального тиску і терміну служби.

Схематичне розміщення елементів робочої зони мийки представлено на рис. 3.2.

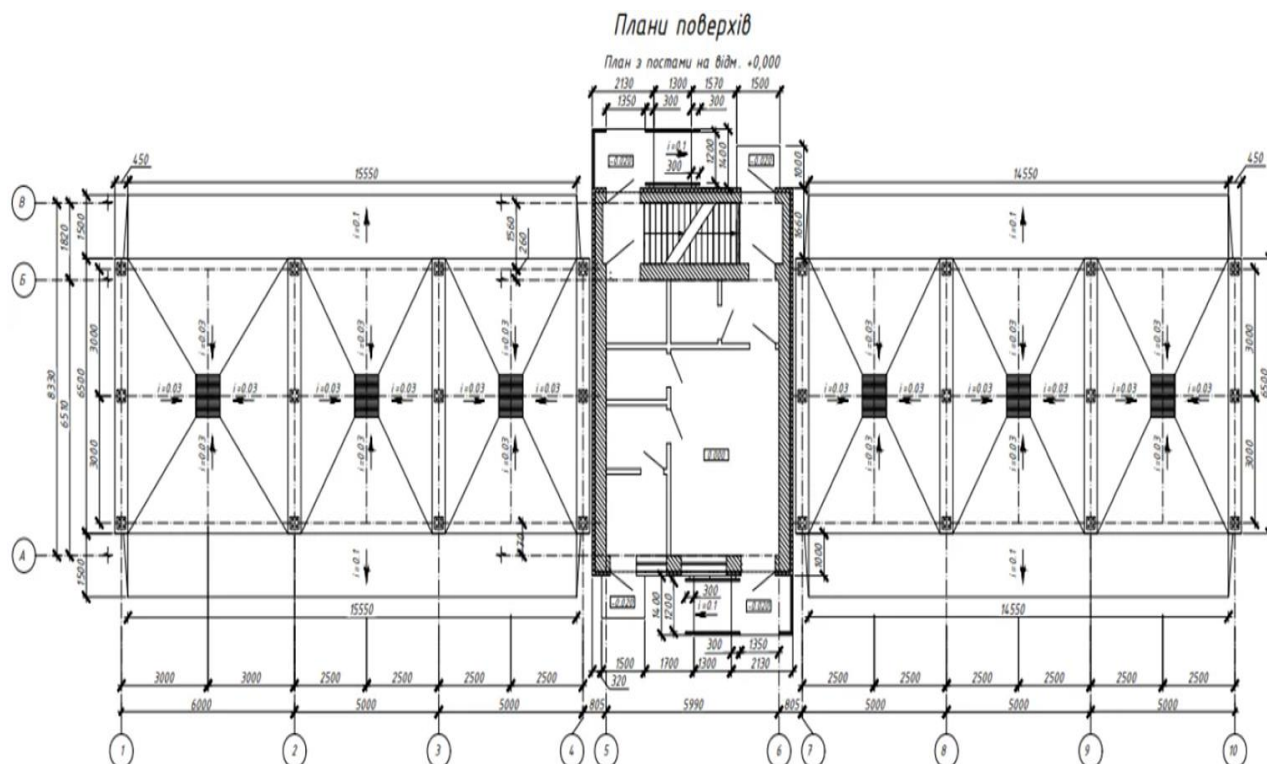


Рис. 3.2 – План організації робочої зони для мийки транспортних засобів з мобільною установкою

Ретельний підбір засобів індивідуального захисту, їх належне обслуговування, а також грамотна організація робочого місця — є критичними умовами безпечного виконання мийки з використанням установки високого тиску. Зважаючи на ризики, пов'язані з тиском, температурою, хімією і вологістю, нехтування вимогами охорони праці може призвести до серйозних наслідків для здоров'я працівника. Упорядкування мийної зони, дотримання

норм по ЗІЗ та сезонна адаптація умов праці дозволяють суттєво знизити виробничі ризики та забезпечити відповідність вимогам техніки безпеки.

Найтипівіші порушення під час виконання мийних робіт і пов'язані з ними ризики візуалізовано на рис. 3.3.



Рис. 3.3 – Типові порушення під час виконання мийних робіт і можливі наслідки для працівника

Мийні установки, які працюють з водою під тиском, особливо при її нагріві та розпиленні хімічно активних розчинів, мають бути забезпечені не тільки якісним технічним обслуговуванням, а й суворим дотриманням правил безпечної експлуатації. Найважливішими елементами цього є ефективна вентиляція, електробезпека та відповідність обладнання нормам безпечної праці.

3.3. Вентиляція, електробезпека та вимоги до обладнання

Ефективна і безпечна експлуатація мийної установки високого тиску потребує уваги не лише до основного процесу мийки, а й до умов, у яких цей процес відбувається. Особливо це стосується аспектів вентиляції, електробезпеки та технічного стану самого обладнання. Порушення хоча б одного з цих елементів здатне не лише знизити ефективність очищення, але й створити безпосередню загрозу для здоров'я і життя оператора.

Коли мийні роботи проводяться в закритих або частково закритих приміщеннях, першочергового значення набуває організація повітрообміну. Пари хімічно активних миючих засобів, водяна пара від гарячої води, а також потенційна присутність вихлопів у випадку роботи з двигуном внутрішнього згоряння – усе це формує особливу мікрокліматичну ситуацію, яка має бути врегульована шляхом вентиляції. Забезпечити безпечний рівень чистоти повітря можливо за рахунок поєднання загальнообмінної системи (з кратністю обміну повітря не менше трьох на годину) та локального відсмоктування у зонах підвищеного аерозольного навантаження. Наявність системи припливу свіжого повітряної маси також є обов'язковою, і найкраще, коли це реалізується механічно керованою приточно-витяжною установкою.

Окрему групу ризиків становить електроживлення установки. Сучасні мобільні мийки мають ряд електричних вузлів: системи підігріву води, дозування, автоматики захисту тощо. У вологому середовищі, особливо на відкритому повітрі або в неопалюваному приміщенні, навіть незначне порушення вимог до ізоляції чи заземлення може призвести до ураження

оператора електричним струмом. Саме тому підключення мийної установки повинно виконуватись через захисний пристрій вимикання (УЗО) із номінальним струмом не більше 30 мА, який спрацьовує при витокі напруги. До того ж, обов'язковим є використання автоматичних вимикачів із відповідними характеристиками та створення якісного заземлення з опором не більше 4 Ом.

Типові помилки, які трапляються на практиці — це підключення обладнання через побутові подовжувачі, відсутність захисних автоматів, застосування обладнання з пошкодженою ізоляцією або навіть повна відсутність заземлення. Такі дії несуть прямий ризик як для життя працівника, так і для самого обладнання. На рис. 3.4 наведено спрощену схему безпечного електропідключення мобільної мийної установки, що може використовуватися як інструктивна модель для підприємств.

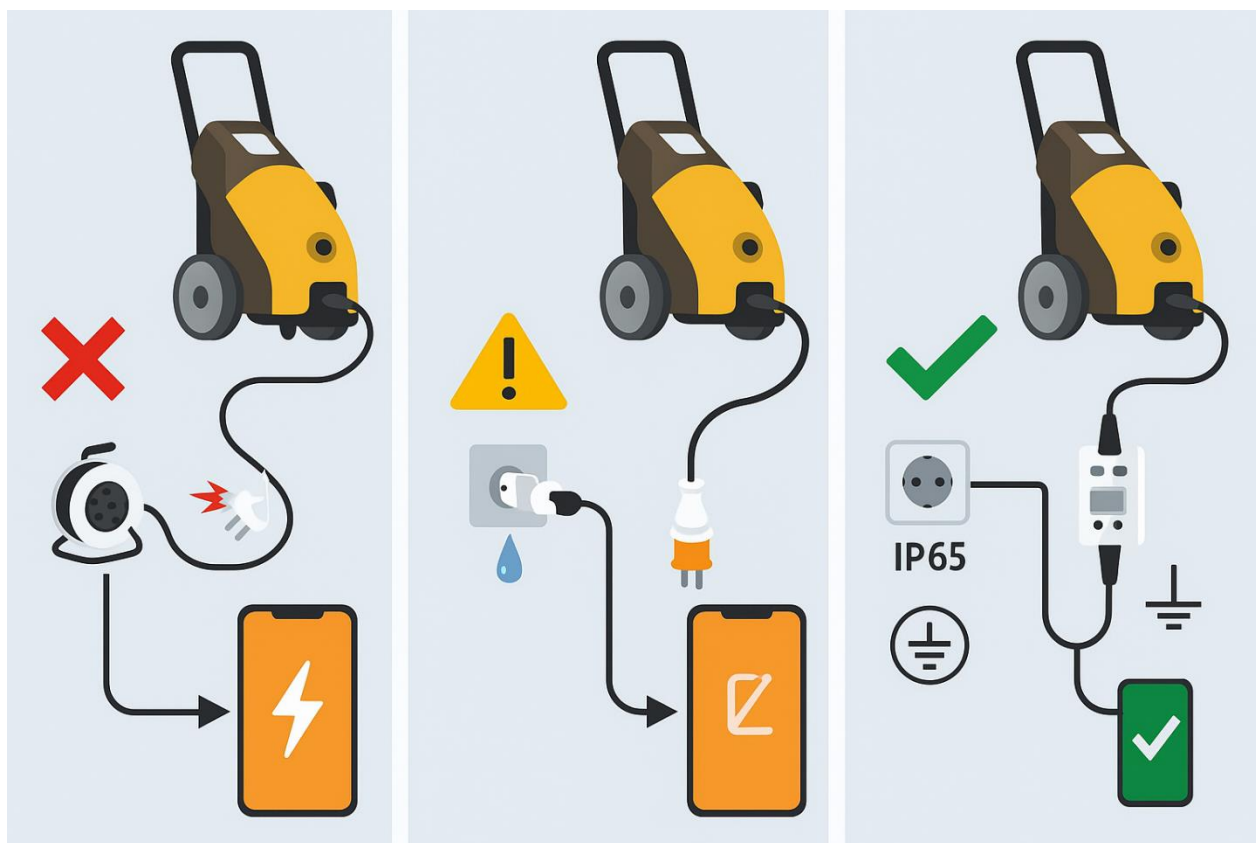


Рис. 3.4 – Типові помилки при електропідключенні мобільної мийної установки: неправильне, умовно допустиме та правильне рішення (схема розроблена з урахуванням вимог ДСТУ EN 60204-1:2015 та ПУЕ.)

Не менш важливим є дотримання вимог до самого обладнання, що експлуатується в умовах вологи, перепадів температур і механічних навантажень. Корпус мийки повинен мати захист від проникнення води (не нижче IP54), а на панелі керування бажано мати індикацію основних параметрів – температури, тиску, витрати води. Конструкція повинна передбачати наявність фіксаторів для коліс, щоб запобігти мимовільному переміщенню агрегата, особливо на похилих ділянках. Окрім того, слід регулярно проводити технічний огляд з перевіркою герметичності шлангів, стану з'єднань і роботи електрообладнання. Усі ці заходи є обов'язковими, якщо планується експлуатація обладнання впродовж кількох сезонів без виходу з ладу.

Основні вимоги до ступеня захисту корпусів електрообладнання узагальнено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вимоги до ступеня захисту (IP) електрообладнання, що застосовується під час мийки

Компонент	Мінімальний IP-захист	Рекомендований IP
Корпус мийної установки	IP54	IP65
Електричні розетки, подовжувачі	IP44	IP66
Вентилятор приміщення для	IP20	IP54

Таким чином, уся система безпечної роботи мийного обладнання повинна будуватися як інтегрований комплекс. Від правильного поєднання вентиляції,

надійного електропостачання та конструктивної справності залежить не лише продуктивність, а й безпека робіт на кожному етапі мийки (рис. 3.4). Недооцінка цих аспектів у польових або сервісних умовах може обернутися аваріями або тривалими простоєм техніки. Тому впровадження превентивних заходів — обов’язкова складова ефективної організації праці.

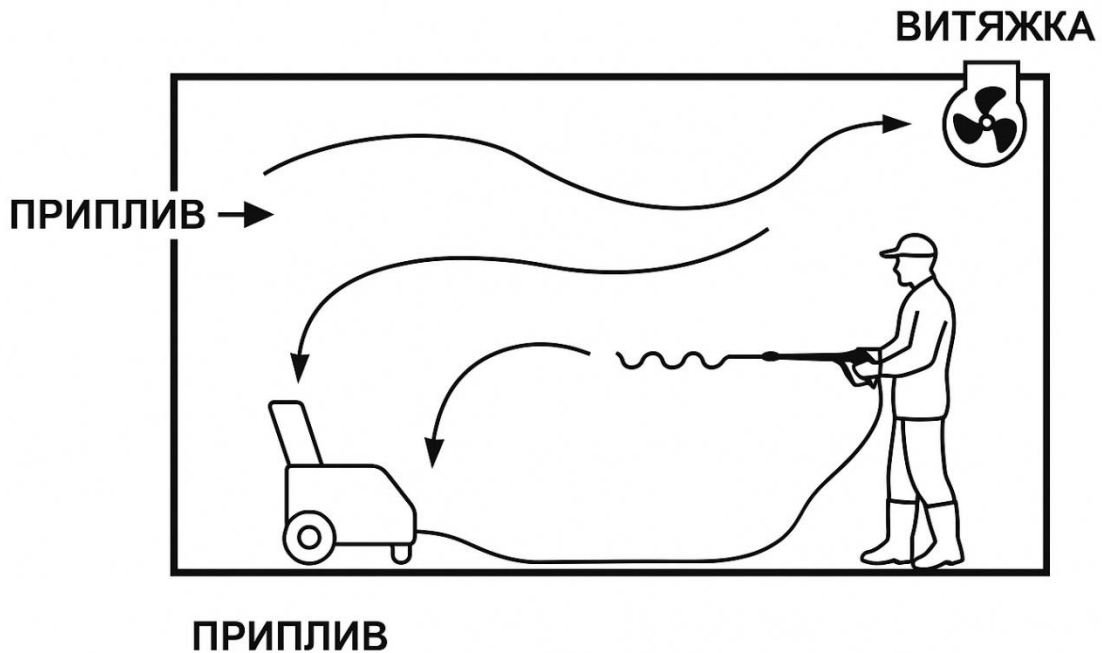


Рисунок 3.5 – Схема повітряного обміну у приміщенні для безпечного проведення мийних робіт

Забезпечення вимог електробезпеки та вентиляції в процесі експлуатації мийної установки є ключовим елементом безпечної організації робіт. В умовах використання високого тиску, гарячої води та електроживлення недотримання цих вимог може призвести до аварій, уражень електричним струмом або хімічного отруєння. Впровадження структурованої системи захисту — через автоматичні вимикачі, УЗО, заземлення та відповідну вентиляцію — дає змогу мінімізувати ризики та забезпечити нормативну відповідність роботи мийного обладнання у виробничих умовах.

3.4. Екологічні вимоги та утилізація стічних вод

Сучасна практика технічного обслуговування транспорту вимагає не лише дотримання вимог безпеки праці, а й екологічної відповідальності. Процес мийки транспортних засобів супроводжується утворенням значного об'єму стічних вод, які не можна вважати звичайними господарсько-побутовими. Їх склад часто включає залишки мийних засобів, нафтопродуктів, завислі речовини, бруд, пісок, глину, а також у ряді випадків – хімічно активні реагенти. Потрапляння цих компонентів у ґрунтові або поверхневі води створює прямі загрози для екосистем, сільськогосподарських угідь і підземних водоносних горизонтів.

У Водному кодексі України, а також у вимогах ДСТУ 3017-95 та ДБН В.2.5-75:2013 чітко регламентовано, що скидання забруднених вод у навколишнє середовище можливе лише після попереднього очищення, а в багатьох випадках – взагалі заборонене без спеціального дозволу. На практиці це означає, що підприємства, які здійснюють мийку техніки, зобов'язані організувати локальні системи збору та очищення стічних вод, або ж укласти договір з ліцензованою організацією на утилізацію рідких відходів.

Найпростіша модель організації екологічно безпечної мийки полягає у використанні герметичних мийних піддонів. Це платформи, облаштовані зливною системою та баком-накопичувачем, які забезпечують тимчасове зберігання стоків до їх вивезення. У випадках, коли планується регулярне проведення мийки, доцільним є впровадження переносних або стаціонарних модулів фільтрації, які працюють за принципом триступеневого очищення: осадження, сорбційне вилучення нафтопродуктів і фільтрація через активоване вугілля. У деяких моделях, наприклад Karcher WWP або Lavor Recycle Box, реалізовано навіть замкнений цикл використання води, що дозволяє повторно застосовувати очищену рідину для попереднього змочування або грубого миття.

Вибір типу очищення залежить від обсягу мийки, наявності електропостачання та фінансових можливостей підприємства. На рис. 3.6

наведено порівняння найпоширеніших методів очищення стічних вод, що використовуються в умовах мобільної або стаціонарної мийки техніки.

На рис. 3.7 зображено принципову схему організації процесу від мийки до утилізації стічної води, з поділом на фази: збір, фільтрація, накопичення, транспортування або повторне використання.

Екологічну складову процесу мийки не слід обмежувати лише контролем над стоками. Значну роль відіграє і вибір мийних засобів. Згідно з ДСТУ ISO 14024:2002, підприємство має надавати перевагу продукції з маркуванням «зелений листок» або «екологічно безпечно», що вказує на відповідність вимогам біологічної розкладаності. Такі засоби не лише зменшують токсичне навантаження на очисні системи, а й підвищують безпеку працівника при розпиленні, оскільки їхні пари мають менший подразнювальний ефект.

Порівняння методів очищення стічних вод

Метод	Принцип дії	Переваги	Недоліки
 Механічне	Відстоювання або фільтрація	Простота, низька вартість	Низька ефективність
 Хімічне	Нейтралізація хімічними реагентами	Підвищення ступеня очистки	Витрати на реагенти Ризик корозії обладнання
 Сорбційне	Поглинання забруднень сорбентами	Видалення нафтопродуктів	Необхідність заміни сорбентів

Рис. 3.6 – Порівняння методів очищення стічних вод за критеріями ефективності, мобільності, витрат та екологічної відповідності

Більшість сучасних ПАР (поверхнево-активних речовин), які застосовуються у професійних засобах для мийки, мають показник біорозкладаності не нижче 90–95%, проте це не скасовує необхідності їх нейтралізації перед скиданням у природне середовище.

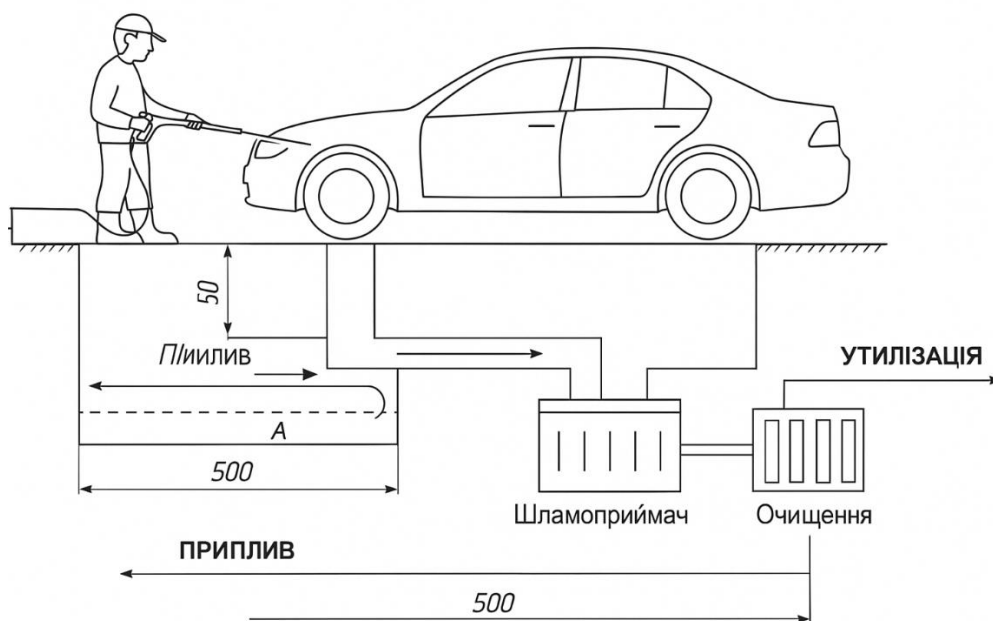


Рис. 3.7 – Схема руху води під час мийки транспортних засобів із системою збору, очищення та утилізації

Крім цього, варто враховувати і вимоги щодо зберігання та маркування хімічних речовин, які використовуються при мийці. Відповідно до Постанови КМУ №256 від 18.03.2022 «Про затвердження правил зберігання хімічних речовин на підприємствах», тари із залишками миючих розчинів мають зберігатись окремо від питної води, з піддонами та упереджувальними бар'єрами на випадок розливу.

Ще одним важливим аспектом є наявність журналу обліку стічних вод, який ведеться відповідальною особою та підтверджує обсяги, що були передані на утилізацію або очищення. Цей документ є обов'язковим під час перевірок Державної екологічної інспекції або при оформленні екологічної звітності.

Усі заходи з екологічної безпеки мийного процесу мають супроводжуватись належною документацією. На рис. 3.8 наведено перелік основних документів, що підтверджують екологічну відповідність організації мийки на підприємстві.

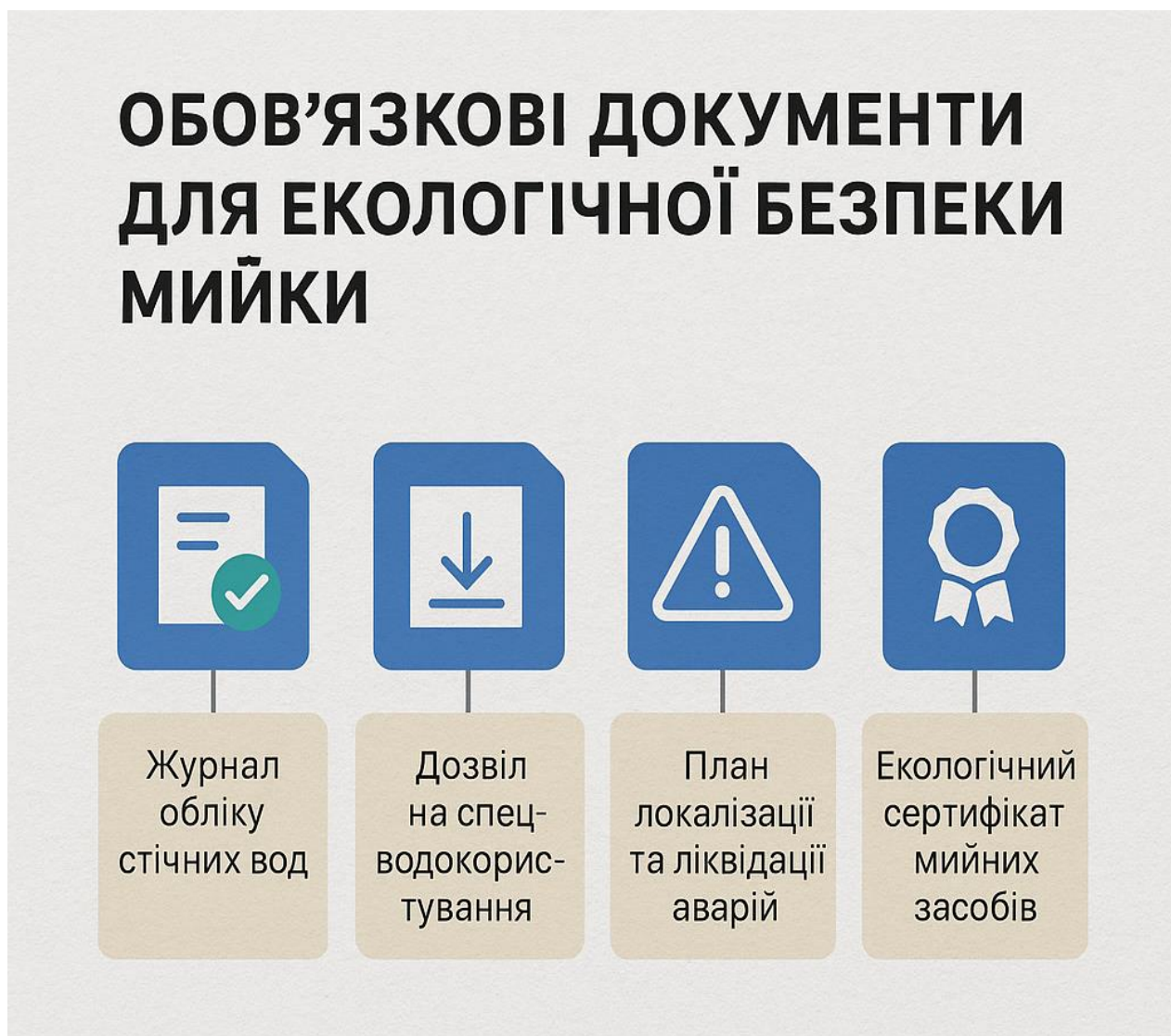


Рис. 3.8 – Обов'язкові документи для екологічної безпеки мийки транспортних засобів

З огляду на вищезазначене, можна зробити висновок, що екологічна відповідальність при мийці техніки — це не абстрактне поняття, а низка цілком конкретних вимог, які мають нормативне, економічне та репутаційне значення

для будь-якого підприємства. Недотримання навіть базових заходів (як-от використання піддону або збирання стоків) може призвести до забруднення ґрунтів, підземних вод, адміністративної відповідальності, а в окремих випадках — до зупинки господарської діяльності за рішенням органів контролю.

ВИСНОВКИ

На основі результатів опрацювання теоретичного матеріалу, аналізу сучасних технічних засобів, моделювання та обґрунтування рішень зроблено такі висновки:

1. Вивчено специфіку мийки автомобілів у сільському господарстві, зокрема труднощі, пов'язані з високим рівнем забруднення, відсутністю централізованого водовідведення, сезонністю роботи та обмеженим доступом до професійного обладнання. Обґрунтовано актуальність підвищення якості мийки як умови для безпечного і якісного виконання ремонтних та діагностичних операцій.

2. Проведено критичний аналіз сучасних мийних систем, включаючи ручні, рамні та тунельні установки, а також класифіковано типи миючих засобів. Встановлено, що мобільні установки високого тиску з підігрівом води й дозованим подаванням хімії є найдоцільнішими для використання в аграрному секторі. Надано характеристику техніки Kränzle Therm C 13/180, яка відповідає критеріям продуктивності, автономності та економічності.

3. Розроблено вдосконалену технологічну схему мийного процесу, що включає фазне очищення, автоматичне дозування, ополіскування та збір стоків. Обґрунтовано її впровадження на умовному підприємстві, що дозволило скоротити час миття одного ТЗ з 45 до 22 хвилин, знизити витрати води на 68%, хімії — на 58%, а витрати на оплату праці — на 50%. Розрахований строк окупності становить 13,2 місяця, що підтверджує економічну ефективність запропонованого рішення.

4. Проведено детальні розрахунки витрат ресурсів у порівнянні з базовим варіантом, визначено інтегральний економічний ефект, підтверджено доцільність інвестицій. Розроблено табличні та графічні моделі, що дозволяють оцінити чутливість проекту до змін обсягів мийки та структури техніки.

Порівняння сценаріїв підтвердило стабільну ефективність запропонованої технології при різних рівнях завантаження.

5. Розглянуто питання охорони праці, електробезпеки та екологічного супроводу процесу. Встановлено потенційно небезпечні виробничі чинники, пов'язані з високим тиском, гарячою водою, хімічними речовинами та електроживленням. Запропоновано комплекс заходів — від ЗІЗ до організації робочого місця та утилізації стоків. Розроблено графічні матеріали, що ілюструють безпечне розміщення обладнання, підключення до електромережі та схему очищення води.

6. Отже, поставлену мету досягнуто повністю: надано комплексне техніко-технологічне рішення для підвищення ефективності, безпеки та екологічної відповідальності мийки транспортних засобів у сільському господарстві. Отримані результати мають практичне значення для господарств, які прагнуть знизити витрати на технічне обслуговування, покращити ремонтну готовність машин і підвищити рівень дотримання вимог охорони праці та природоохоронного законодавства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусак А. В. Технологічне обладнання для обслуговування і ремонту автомобілів. – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 204 с.
2. Mazurek R., Kowalski P. Eco-friendly car cleaning detergents: properties and applications // *Journal of Agricultural Engineering*. – 2022. – Vol. 53(1). – P. 31–36.
3. ДСТУ EN ISO 17025:2019. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
4. Нікітченко В. М., Степаненко О. І. Оцінювання ефективності мийних систем у сервісному обслуговуванні техніки // *Технічний сервіс АПК*. – 2020. – №2. – С. 41–47.
5. Воронович В. М. Технічна діагностика автотранспортних засобів. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 172 с.
6. Karimi A., Johari A. Comparative Water Consumption Analysis between Manual and Automatic Car Wash Systems // *Journal of Environmental Technology*. – 2021. – Vol. 12(3). – P. 77–85.
7. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
8. Демчук Р. І. Стан розвитку інфраструктури технічного сервісу в аграрному секторі України // *Агроінженерія*. – 2022. – №1. – С. 22–27.
9. Glavan D., Popescu A. Impact of Incomplete Cleaning on Vehicle Service Time and Technical Safety // *Agricultural Machinery Engineering*. – 2023. – Vol. 64(2). – P. 98–104.
10. Kraaijenhagen R. Automatic car wash systems: an integrated technological review // *European Journal of Vehicle Maintenance*. – 2020. – Vol. 15(2). – P. 43–50.
11. WashTec AG. SoftLine² Vario – Technical Product Sheet. – 2021. – washtec.de

12. Landa ECOS Mobile Wash System. – Product Brochure. – landapressurewashers.com
13. Kowalczyk J., Bartoszek M. Eco-active car cleaning solutions in Central Europe // Environmental Protection Engineering. – 2022. – №48(1). – P. 62–69.
14. Buzil Werk GmbH. Comparative analysis of washing detergents. – 2022. – Technical Bulletin 18.
15. Martinsen K. Smart Water Reuse in Car Wash Industry // Nordic Journal of Sustainability in Engineering. – 2021. – Vol. 6(1). – P. 20–27.
16. Нікітченко В. М. Технічний сервіс машин у рослинництві. – Київ: Ліра-К, 2018. – 296 с.
17. Болдовський А. І., Галайко М. Я., Попович П. М. Основи експлуатації машин та обладнання. – Львів: ЛНАУ, 2019. – 312 с.
18. ДСТУ ISO 14024:2002. Екологічне маркування та декларації. Основні принципи та процедури. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2003.
19. Водний кодекс України. – Відомості Верховної Ради України. – 1995. – №24. – Ст.189 (з чинними змінами).
20. Постанова КМУ №256 від 18.03.2022. Про затвердження правил зберігання хімічних речовин на підприємствах. – Кабінет Міністрів України.

ДОДАТОК А

Ілюстративний матеріал