

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ГРУНИЦЬКИЙ МАКСИМ РОМАНОВИЧ

УДК 629.3.083

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ПРОЕКТУВАННЯ ДЛІВНИЦІ МІТТЯВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З
УДОСКОНАЛЕННЯМ СТРУМЕНЕВОЇ МИЙНОЇ УСТАНОВКИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Груницький М.Р.

Керівник роботи

Міненко С.В.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Груницький Максим Романович. Проектування дільниці миття вантажних автомобілів з удосконаленням струменевої мийної установки. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У кваліфікаційній роботі розроблено проект дільниці для миття вантажних автомобілів, який включає удосконалення струменевої мийної установки. Основна мета проекту полягає у підвищенні ефективності мийних процесів, зниженні витрат води та енергії, а також забезпеченні високої якості очищення транспортних засобів.

У роботі проведено аналіз існуючих технологій миття вантажних автомобілів та їх недоліки. На базі аналізу, було розроблено і впроваджено ряд технічних і технологічних нововведень, спрямованих на оптимізацію мийного процесу. Серед них – впровадження системи рециркуляції води, використання енергоощадних насосів та автоматизація процесів управління мийним обладнанням.

Проект містить технічні креслення та схеми розміщення обладнання, вибір основних компонентів мийної установки, а також розрахунки ефективності запропонованих технічних рішень. Також проведено оцінку впливу дільниці миття на довкілля та запропоновано заходи щодо мінімізації негативного впливу.

Запропонований у проекті підхід дозволяє значно покращити якість миття вантажних автомобілів, скоротити витрати на утримання обладнання та зменшити екологічний вплив мийної дільниці.

Ключові слова: вантажний автомобіль, технічний сервіс, дільниця миття, струменева мийна установка.

ANNOTATION

Maxim Romanovich Grunitsky. Designing a truck washing station with the improvement of a jet washing plant. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In the qualification work, a project for a truck washing area was developed, which includes the improvement of a jet washing unit. The main goal of the project is to increase the efficiency of washing processes, reduce water and energy consumption, and ensure high quality vehicle cleaning.

The study analysed existing truck washing technologies and their shortcomings. Based on the analysis, a number of technical and technological innovations aimed at optimising the washing process were developed and implemented. These include the introduction of a water recycling system, the use of energy-saving pumps and the automation of the control processes for washing equipment.

The project includes technical drawings and equipment layouts, selection of the main components of the washing plant, as well as calculations of the effectiveness of the proposed technical solutions. The project also assessed the environmental impact of the car wash area and proposed measures to minimise the negative impact.

The approach proposed in the project can significantly improve the quality of truck washing, reduce the cost of equipment maintenance and reduce the environmental impact of the washing area.

Keywords: truck, technical service, washing area, jet washing unit.

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ДІЛЬНИЦІ МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	15
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ МИЙНОЇ УСТАНОВКИ.....	22
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах розвитку промисловості та підвищення вимог до екологічності та ефективності виробничих процесів, значну увагу приділяється оптимізації роботи вантажного автотранспорту. Ефективне використання та обслуговування вантажних автомобілів має велике значення для логістики та доставки товарів, що безпосередньо впливає на успішність бізнесу та якість обслуговування клієнтів. Одним із важливих аспектів експлуатації вантажного транспорту є підтримка його чистоти, що не тільки забезпечує належний зовнішній вигляд, але й сприяє довговічності транспортних засобів та безпеці дорожнього руху.

В умовах сучасної економіки, ефективна експлуатація вантажного транспорту відіграє ключову роль у логістиці та розподілі товарів. Чистота транспортних засобів не тільки підвищує їхній естетичний вигляд, але й впливає на безпеку руху та довговічність техніки. Миття вантажних автомобілів є необхідною умовою їхнього технічного обслуговування.

Актуальність проектування дільниці миття вантажних автомобілів з удосконаленням струменевої мийної установки обумовлена потребою в зниженні витрат на миття, покращенні екологічних показників обладнання та оптимізації технологічного процесу. Наявні системи часто характеризуються великим споживанням води та енергії, що веде до високих експлуатаційних витрат і негативного впливу на довкілля.

Метою дипломного проєкту є проектування дільниці миття вантажних автомобілів з удосконаленням струменевої мийної установки, що дозволить підвищити ефективність мийних процесів, знизити споживання води та енергії, та забезпечити високий рівень екологічної безпеки.

Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- спроектувати дільницю миття вантажних автомобілів;

- провести аналіз принципів роботи струменевих мийних установок та оцінити їх основні недоліки;
- спроектувати схему мийної установки, яка мінімізує водоспоживання та енергетичні витрати;
- розробити систему рециркуляції води для зниження загального споживання водних ресурсів.

Об'єктом дослідження у даному дипломному проекті є процес миття вантажних автомобілів на спеціалізованих мийних дільницях. Цей об'єкт включає в себе використання технологічного обладнання та інфраструктури, призначених для очищення транспортних засобів від забруднень різного походження, що накопичуються під час експлуатації.

Предметом дослідження у проекті є струменева мийна установка, її технічні характеристики, принципи роботи, а також методи її удосконалення для забезпечення високоефективного, економічно вигідного та екологічно безпечного процесу миття вантажних автомобілів. Особлива увага приділяється аспектам редукції витрат води та енергії, оптимізації використання миючих засобів, а також впровадженню систем рециркуляції та очищення води.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Міненко С. В., Груницький М.Р., Диняк О.В., Прищепа А.В., Турбал М. В. Система забезпечення працездатності автомобілів. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 15-18.

2. Міненко С. В., Груницький М.Р., Голеніцький О.В. Очищення стоків від миття вантажних автомобілів в процесі технічного обслуговування. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-

1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 73-76.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє удосконалена струменева мийна установка.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 19 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 30 сторінок комп'ютерного тексту, містить 6 рисунків та 5 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Аналіз способів і засобів для зовнішнього очищення та миття

Під час ремонту автомашин трудомісткість мийних робіт може становити до 15% від загальної кількості робіт. Мала ефективність очищення деталей машин відчутно може знижувати якість ремонтних робіт, що тягне за собою зниження ресурсу автомашин, що були відремонтовані, до 35%, зниження продуктивності праці до 10%, підвищення витрат, а також негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я людини [1-5].

На сам процес миття щороку необхідно витратити кілька десятків тонн спеціальних засобів для миття та залучати великі людські ресурси. Звідси випливає висновок, що необхідно постійно вдосконалювати технологію мийних робіт для того, щоб підвищити якість і ефективність ремонтних робіт, продуктивність праці, а також знизити вплив на екологію [1-5].

Взаємодію частинок пилу та інших забруднень із поверхнями деталей, що очищаються, можна розділити на 3 види зв'язку (рис. 1.1) [1-8].

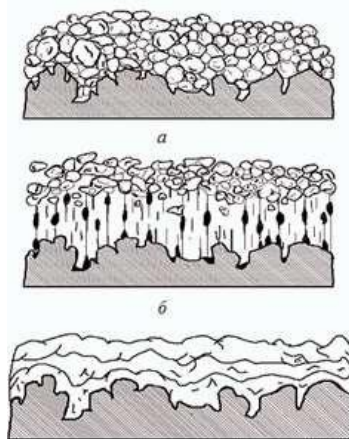


Рис. 1.1. Види зв'язків під час взаємодії забруднень із поверхнею, що очищається: а – адгезійно-зв'язане; б – поверхнево адсорбційно-зв'язане; в – міцно глибинно-зв'язане.

Під час експлуатації техніки пил здатен проникати в приховані відсіки агрегатів, після чого він, змішуючись з паливно-мастильними матеріалами, підвищує ступінь забруднення агрегату, збільшуючи знос поверхонь деталей, які труться між собою. Наприклад, чим більше потрапить пилу через повітряний фільтр машини, тим більший знос відбуватиметься у вузлі деталей циліндропоршневої групи [7, 8].

З літературних джерел відомо, що забруднення для двигунів внутрішнього згоряння можна розділити на три основні види: нагари, лакові відкладення та опади. [6] Нагари - це речовина твердого агрегатного стану, яка в основі своїй містить вуглець. Він відкладається на групі деталей, які утворюють камеру згоряння, а його утворення починається за температури вище 160 градусів Цельсія. Головною негативною стороною при утворенні нагару є його низький коефіцієнт теплопровідності, тому невеликий нагар з товщиною навіть у кілька міліметрів може істотно скоротити ресурс двигуна внутрішнього згоряння і тим самим збільшити витрати на експлуатацію техніки [7, 8].

Лакові відкладення зазвичай бувають невеликої товщини (від десятих до сотих часток міліметрів), але при цьому мають дуже велику міцність, і зазвичай починають утворюватися на поверхні металевих деталей під час нагрівання до температури від 70 до 160 градусів Цельсія. Ці забруднення сприяють високій витраті оливи і швидкому перегріву двигуна внутрішнього згоряння [9].

Опади складаються з суміші продуктів зносу деталей двигунів внутрішнього згоряння, що труться, пилу і частин фізико-хімічно перетвореного мастила. Основні місця, де можна їх виявити, - це баки з під мастила, масляні фільтри, картер двигуна, шийки колінчастих валів.

Для передремонтного миття деталей і вузлів двигунів внутрішнього згоряння застосовують різні способи миття: у мийних камерах, струменями високого тиску, зануренням у мийну рідину тощо [7, 8].

Проведений аналіз дає змогу констатувати, що найперспективнішими та найуживанішими з наявних технологій миття є технології із застосуванням струменя води високого тиску [7, 8].

Останнім часом через дедалі зростаючі вимоги щодо захисту довкілля почало дедалі більше користуватися популярністю застосування негорючих і добре розчинних у воді синтетичних мийних засобів (СМЗ). Вони діють на забруднення за допомогою емульгування, розчинення, диспергування, адсорбції та деяких інших процесів [7, 8].

Проаналізувавши літературні джерела, було зроблено висновок, що найраціональнішим для очищення деталей і вузлів двигунів внутрішнього згоряння техніки сільськогосподарських підприємств є синтетичний мийний засіб "Темп 100", що складається із суміші поверхнево-активних речовин (ПАР), деяких модифікувальних добавок і різних неорганічних солей. Він призначений для очищення деталей і вузлів під час технічного огляду автотранспорту від широкого спектра забруднень. Однак має і низку недоліків, таких як: невисока швидкість очищення, робота тільки в середовищі великих температур, які необхідно підтримувати під час очищення, погане очищення від забруднень у вигляді асфальтних і смолистих відкладень [7, 8].

Виходячи з вищесказаного, необхідно підвищувати протикорозійні та мийні властивості синтетичних мийних речовин, які використовуються на даний час, в тому числі і "Темп 100" [7, 8].

Технологічний процес миття являє собою комплекс паралельно-послідовних фізико-хімічних і фізико-механічних процесів, в основі яких лежать явища змочування, адсорбції, диспергування тощо. Він визначається природою субстрату, забруднення, середовища, в якому проводиться очищення, мийних засобів, способом та інтенсивністю механічного впливу [7, 8].

Першою фазою при практичному очищенні деталей від забруднень буде відмочування. При цьому мийна дія посилюється пропорційно посиленню контакту засобів для миття з поверхнею, що очищається, і навпаки [5, 9].

У будь-якому забрудненні практично завжди містяться і частинки, які не змочуються рідиною, тобто гідрофобні. Щоб підвищити їх змочуваність для легшого видалення в мийну рідину додають поверхнево-активні речовини та спеціальні добавки [7, 8].

Загалом процес очищення частинок забруднень умовно ділять на три стадії.

Механізм мийної дії визначається мимовільним переходом у розчин нерозчинних або малорозчинних речовин під дією ПАР.

При розчиненні СМЗ у воді відбувається реакція гідролізу. У результаті утворюється рясна піна, яка і втягує в себе (сортує) частинки бруду, що містяться у воді та на об'єкті, який очищається. Її кількість регулюється ПАРом, оскільки і недолік, і надлишок піни однаковою мірою погіршують якість очищення поверхні.

Забруднення на поверхні металу умовно можна розділити на три шари (рис. 1.2) [7, 8].

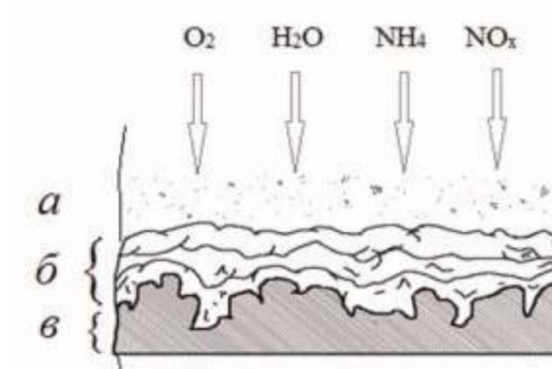


Рис. 1.2 Загальний вигляд забруднення на поверхні виробу: а – зовнішній шар, що містить пил та інші легко відокремлювані домішки; б – середній шар, щільніший, що вимагає застосування спеціальних пристроїв для очищення; в – внутрішній шар, найщільніший, що вимагає для очищення застосування СМЗ і різних добавок до них [7, 8].

Зовнішній шар забруднення можна легко видалити, впливаючи на нього струменем стисненого повітря або води.

На середній шар постійно впливає атмосфера, шкідливі гази і вологість атмосферного повітря, що підвищує його міцність, тому його повне видалення під впливом напору струменя води неможливе [3, 4, 5, 7, 8, 9].

Внутрішній шар має досить сильний зв'язок з поверхнею, що очищається, тому для повного його видалення часто потрібне миття в мийних камерах або виварювання в мийних ваннах [3, 4, 8, 9].

1.2. Аналіз сучасного стану мийних установок для вантажних автомобілів

Мийні установки для вантажних автомобілів відіграють важливу роль у підтриманні технічного стану та естетичного вигляду комерційного транспорту. Вони забезпечують не лише чистоту транспортних засобів, але й сприяють дотриманню санітарних та екологічних стандартів, особливо у містах з високим рівнем забруднення повітря [3, 4, 8, 9].

Мийні установки можна класифікувати за декількома основними типами:

- автоматизовані порталні мийки (характеризуються високим рівнем автоматизації. Мають механізми, що автоматично переміщуються навколо непорушного автомобіля) (рис. 1.3);

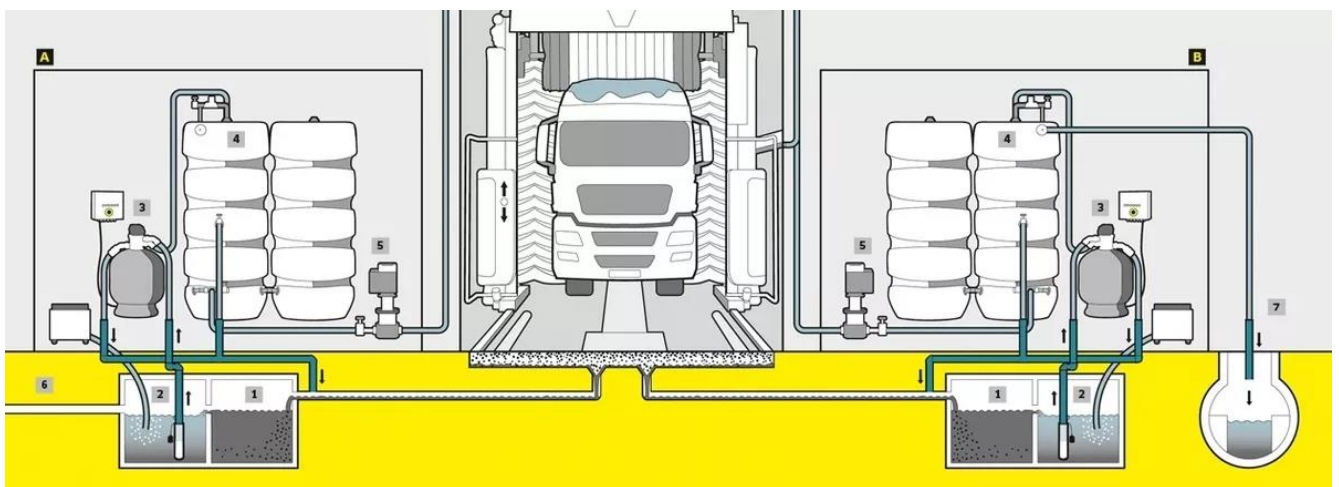


Рис. 1.3. Схема автоматизованої порталної мийки Kärcher: А – система скидання води з відстійника в каналізацію; В - система скидання з бака для очищеної води в каналізацію.

- приводні мийки (тунельного типу) (автомобіль проходить через серію мийних агрегатів, що розташовані у довгому тунелі. Ефективні для великих автопарків);



Рис. 1.4. Мийка тунельного типу Christ EVO.

- ручні мийки (вимагають безпосередньої участі операторів. Часто використовують для детального чищення) (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Застосування ручної мийки.

Сучасні технологічні розробки в галузі мийних установок зосереджуються на підвищенні ефективності, зниженні впливу на довкілля та покращенні якості миття:

- системи рециркуляції води зменшують загальне споживання води;
- енергозберігаючі насоси і обладнання знижують споживання електроенергії;
- біорозкладні миючі засоби забезпечують екологічність процесів.

Розвиток мийних установок ведеться у напрямку підвищення автоматизації, інтеграції із системами управління автопарками, та застосування розумних технологій для адаптації до конкретних умов експлуатації автомобілів [3, 4, 8, 9].

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ДІЛЬНИЦІ МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1. Технологічний процес ЩТО автомобіля КрАЗ-6511С4-500

Підтримка автомобіля в справному стані і належному вигляді досягається технічним обслуговуванням і ремонтом, на основі рекомендацій планово-попереджувальної системи обслуговування. ЕО виконується на підприємстві після роботи рухомого складу на лінії. Контроль технічного стану перед виїздом на лінію, а також при зміні водіїв на лінії здійснюється за рахунок підготовчо-заклучного часу.

ЩТО включає контроль, спрямований на забезпечення безпеки дорожнього руху, а також роботи з підтримання належного зовнішнього вигляду, заправлення паливом, мастилом і охолоджувальною рідиною, а для деяких видів рухомого складу - санітарну обробку кузова. Воно проводиться відповідно до Положення про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту.

Відповідно до Положення про ТО і ремонт рухомого складу ЩТО автомобіля КРАЗ-6511С4-500 має такий нормативний перелік робіт:

Контрольні роботи:

- Зовнішнім оглядом перевірити комплектність автомобіля, стан кузова, скла, дзеркал заднього виду, оперення, номерних знаків, забарвлення, замків дверей, рами, ресор, амортизаторів, коліс і шин;
- Перевірити дію приладів освітлення, сигналізації, звукового сигналу, КПП, склоочисників, пристрою для обмивання вітрового скла;
- Перевірити оглядом герметичність приводу гальм, відсутність підтікань у з'єднаннях систем змащення, живлення, охолодження;
- Перевірити роботу агрегатів, систем і механізмів автомобіля на ходу або на посту експрес-діагностики, переконатися в справності ножного і ручного гальм. Перед виїздом переконатися, що двигун достатньо прогрітий і плавно

працює на холостому ході. Натиснути кілька разів педаль дроселя і переконатися в легкості переходу з малих обертів на підвищені, у відсутності перебоїв, ненормальних шумів і стукотів у двигуні.

Прибирально-мийні роботи:

- Провести прибирання кабіни і платформи;
- Очистити зовні та за необхідності вимити автомобіль.

Мастильні та заправні роботи:

- Перевірити рівень мастила в картері двигуна і за необхідності долити його до норми;
- За необхідності дозаправити автомобіль паливом;
- Перевірити рівень рідини в системі охолодження і за необхідності долити воду. При безгаражному зберіганні автомобіля з настанням холодної пори після закінчення роботи злити воду і конденсат з повітряних балонів пневматичного приводу гальм;
- Перевірити наявність води і за потреби заправити водою бачок пристрою для обмивання вітрового скла.

2.2. Експлуатаційні матеріали

У процесі ЩТО використовується велика номенклатура експлуатаційних матеріалів для змащення агрегатів автомобіля. Відповідно до карти змащення під час ЩТО автомобіля КРАЗ-6511С4-500 використовуються такі експлуатаційні матеріали.

Таблиця 2.1 – Паливно-мастильні матеріали та експлуатаційні рідини.

Місце заправки або змащення	Кількість, л	Найменування
Паливний бак	170	Бензин А95
Система охолодження двигуна	13,4	Охолоджувальна рідина Госол А-40 ДСТУ 28084-2005
Система змащення двигуна	5,8	Моторна олива всесезона М-8В, М-6 /10-В; ₃ олива автомобільна північна М-4 /6В1 ₃ ДСТУ 9032:2020
Бачок омивача вітрового скла	2	Рідина НДІСС-4

2.3 Підбір технологічного обладнання

Як правило, обладнання, необхідне за технологічним процесом для проведення робіт на постах зони ЩТО, приймають відповідно до технологічної необхідності робіт, що виконуються за його допомогою, оскільки воно використовується періодично і не має повного завантаження за робочу зміну.

Варіанти вибору обладнання представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Підбір технологічного обладнання

Найменування роботи	Варіант	Варіант	Варіант	Обраний варіант
1	2	3	4	5
Мийні	Установка розроблена	Механізована щіткова установка ГАРО 1129 (30 авт/год)	Установка щіткова ЦКБ-1126 (30-35авт/год)	Варіант 1 забезпечує більшу продуктивність за меншої витрати води та СМЗ
Кріпильні	Ключі	Гайкові	I-105-M3	Варіант 3 Набір із 56 інструментів містить усі необхідні ключі
Мастильні	1.Прес-маслянки 2.Колонка автоматична мод.367М	1. Колонка автоматична малороздавальна автоматична мод.3155М 2. Солідоло-нагнітач мод.1127	Установка для централізованого змащення і заправки мод. 359	Варіант 2 Дане обладнання забезпечує високу продуктивність праці за невисокої вартості

2.4 Технічне нормування трудомісткості ЩТО

Виробничі процеси ЩТО являють собою дрібносерійний або одиничний тип виробництва. Їм притаманні такі основні риси, як широка номенклатура робіт, закріплених за одним робітником, нестабільне завантаження робітника впродовж зміни, низький рівень поділу і кооперації праці. Потреба у виконанні робіт певного найменування та їх обсяг визначається залежно від технічного стану автомобіля, що призводить до нестабільного завантаження робітника протягом зміни [8].

При нормуванні трудовитрат з ЩТО керуються в основному Положенням про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту і Типовими нормами часу на ремонт автомобілів в умовах АТП. Значна варіація трудовитрат на виконання одних і тих самих робіт за різного технічного стану автомобіля вимагає широкого використання укрупнених норм праці, встановлення середніх витрат часу на операції або їхні комплекси [8].

Технічна норма часу на операцію розраховується за формулою:

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{доп} + t_{дод}, \quad (3.1)$$

де $t_{шт}$ – штучний час на операцію;

$t_{осн}$ – основний час, протягом якого виконується задана робота (регламентується Положенням);

$t_{доп} = (3...5\%) t_{осн}$ – допоміжний час на виробництво підготовчих впливів на виріб;

$t_{дод} = t_{обс} + t_{отд}$ – додатковий час, що складається з:

$t_{обс} = (3-4\%) t_{осн}$ – час на обслуговування обладнання та робочого місця;

$t_{від} = (4-6\%) t_{осн}$ – час на відпочинок та особисті потреби.

Відповідно основний час на ЩТО_с автомобіля КРАЗ-6511С4-500 дорівнює 0,36 люд-год. $T_{осн}' = 0,36$ люд-год [8].

Оплата праці ремонтних робітників здійснюється за штучно-калькуляційним часом [8]:

$$t_{шпк} = (t_{шт} + t_{п-з}) / N_n \quad (2.2)$$

де $t_{п-з} = (2-3\%) T_{зм}$ – підготовчо-укладальний час на одержання завдання, ознайомлення з технічною документацією, одержання і здавання інструменту, здавання роботи тощо. ($T_{зм} = 8$ год – тривалість зміни);

N_n – число виробів в одній послідовно оброблюваній партії (кількість ЩТО за зміну).

Кількість ЩТО за зміну визначаємо за формулою [7]:

$$N_n = \eta_n T N_{смп} / T_{осн}', \quad (2.2)$$

де $N_p = 3$ – кількість робітників на постах ЩТО. Підставляючи числові дані, отримаємо:

$$N_n = 0,92 \times 8 \times 3 / 0,36 = 61 \text{ ЩТО за зміну.}$$

Оскільки добова виробнича програма становить 61 ЩТО на добу, то необхідний однозмінний режим роботи робітників, які ремонтують і обслуговують.

Результати розрахунків наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Трудомісткість робіт ЩТО автомобіля КРАЗ-6511С4-500

Операції	$t_{осн}$ люд- хв	$T_{доп}$ люд- хв	$t_{осл}$ люд- хв	$T_{від}$ люд- хв	$t_{шт}$ люд-хв	Кількіс ть робітни ків на посту	$t_{п-з}$ люд- хв	$t_{штк}$ люд-хв
збиральні	3,02	0,09	0,11	0,15	3,37	1	1,00	3,4
мийні	1,94	0,06	0,07	0,10	2,17		1,00	2,2
контрольно- діагностичні	3,02	0,09	0,11	0,15	3,37	1	1,00	3,4
заправні	3,46	0,10	0,12	0,17	3,85		1,00	3,9
ремонтні	10,15	0,30	0,36	0,51	11,32	1	1,00	11,3
Усього	21,60	0,65	0,76	1,08	24,08	3	5,00	24,2

Технологічний процес ЩТО автомобіля КРАЗ-6511С4-500 оформляють на маршрутних картах за ДСТУ 3.1127:2014 і складають для неї карту ескізів.

2.5. Розрахунок площі дільниці

До технологічного обладнання відносять стаціонарні, пересувні і переносні стенди, верстати, всілякі прилади і пристосування, що займають самостійну площу на плануванні, необхідні для виконання робіт усіх видів робіт [6, 11].

До організаційного оснащення відносять виробничий інвентар (верстаки, стелажі, шафи, столи), що займає самостійну площу на плануванні [6, 10].

До технологічного оснащення відносять усілякий інструмент, пристосування, прилади, необхідні для робіт з діагностики, що не займають самостійної площі на плануванні [8].

Детально перелік рекомендованого обладнання подано в таблицях 2.4 і 2.5 [6, 1].

Таблиця 2.4 – Основне технологічне обладнання ділянки

№ п/п	Найменування	Тип або модель	Кіл-во	Розміри в плані, мм	Загальна площа, м ²	Споживана потужність, кВт
1	Машина для миття	-	1	6440×3270 ×4080	20,94	3,6
2	Насос	SOL W20	1	1500×1300 ×400	1,95	0,8
3	Моніторна мийна машина		1	переносна		0,7
4	Сушильна камера	СК-3	1	3800×2700 ×2500	10,26	0,4
5	Верстак.	-	1	1500×500× 800	0,75	
6	Стелаж для інструментів.	-	1	1500×1200 ×1600	1,8	
7	Бак для відходів.	-	1	500×500×4 00	0,1	
Всього					35,8	5,5

Таблиця 2.5 – Основне технологічне оснащення ділянки

№ п/п	Найменування	Модель або ДСТУ	Кількість
1	Насадки високого тиску	НВД-1-150	2
2	Турбонасадки	ТД-5	2
3	Турболазер	"Swift"	1

Виробничу площу об'єкта проектування визначають за такою формулою [2]:

$$F_y = F_o \cdot K_n \quad (2.3)$$

F_o – загальна площа обладнання (табл. 2.15)

K_n – коефіцієнт щільності розстановки (для ділянки мийки приймається рівним 3,5) [11].

Отже,

$$F_y = 35,8 \times 3,5 = 125,3 \text{ м}^2.$$

Компонування технологічного обладнання, вибір технологічного оснащення та розміщення робочих місць на об'єкті проектування повинні враховувати рекомендації "Типових проєктів організації праці на виробничих ділянках автотранспортних підприємств", а також вимоги "Будівельних норм і правил підприємств з обслуговування автомобілів". Компонування обладнання повинно задовольняти вимогам технологічного процесу та забезпечення виконання робіт з мінімальними витратами часу, енергії виконавців, при цьому не варто забувати про забезпечення безпеки виконання робіт і відповідної культури виробництва.

Площа ділянки 144 м², що дає змогу забезпечити комфортні умови проведення процесу зовнішнього миття агрегатів, які приймаються в ремонт.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ МИЙНОЇ УСТАНОВКИ

Удосконалення конструкції струменевої мийної установки є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності та екологічності процесів миття вантажних автомобілів. Основні аргументи для такого удосконалення включають:

- Підвищення ефективності миття. Сучасні вимоги до миття вантажних автомобілів передбачають не лише забезпечення чистоти, але й швидкість та якість процесу. Удосконалення конструкції струменевої мийної установки дозволить забезпечити більш ефективне видалення забруднень, оптимізувати використання миючих засобів та скоротити час миття на один автомобіль.

- Зниження споживання води та енергії. Інтеграція технологій рециркуляції води та використання енергоефективних насосів і систем нагріву може значно знизити витрати води і електроенергії. Це не тільки скорочує оперативні витрати, але й відповідає екологічним стандартам, зменшуючи вплив діяльності на довкілля.

- Покращення екологічних характеристик. Удосконалення конструкції має на меті зменшення кількості шкідливих викидів і стоків, що відбуваються в процесі миття. Впровадження систем очищення стічних вод і фільтрації може допомогти знизити кількість забруднюючих речовин, що потрапляють у навколишнє середовище.

- Підвищення безпеки та комфорту праці: Новітні технології можуть забезпечити більш безпечні та комфортні умови для персоналу. Удосконалення систем автоматизації знижує необхідність безпосереднього контакту персоналу з миючими речовинами та механізмами, зменшуючи ризик травматизму та покращуючи загальні умови праці.

- Адаптація до змінюваних вимог ринку: Вимоги до мийних установок швидко змінюються з огляду на нові стандарти в галузі екології та технічного обслуговування автотранспорту. Реалізація інновацій у конструкції дозволяє підприємству швидше адаптуватися до нововведень та зберігати конкурентоспроможність на ринку.

Таким чином, удосконалення конструкції струменевої мийної установки відповідає актуальним потребам ринку, забезпечує економічну вигоду, покращує екологічні показники та підвищує безпеку та ефективність робочих процесів.

Струменеві мийні установки використовують високий тиск води для видалення забруднень з поверхні вантажних автомобілів. Ці установки зазвичай мають такі компоненти:

Насоси високого тиску: забезпечують достатній тиск для ефективного миття;

Форсунки: розподіляють воду рівномірно, забезпечуючи глибоке проникнення в забруднені поверхні;

Системи подачі миючого розчину: дозволяють інтегрувати хімічні речовини для підвищення ефективності миття;

Системи рециркуляції води: знижують загальне споживання води.

Хоча струменеві мийні установки і є потужним інструментом у галузі миття транспорту, існуючі конструкції можуть бути значно удосконалені для підвищення їхньої економічності, ефективності та екологічності. Нові технологічні рішення та інновації можуть вирішити ці проблеми, забезпечуючи більш сталий та ефективний процес миття.

Мийний агрегат включає в себе мийну раму 1 (див. Рис 3.1), по краях якої розміщені форсунки 2. Ця рама кріпиться до пересувного візка 4 за допомогою з'єднувальної рами 3, який курсує по шляхових рейках 5, закріплених на опорній рамі 6. Рух візка приводиться в дію електродвигуном 7 через редуктор 8 та ланцюгову передачу 9. Циркуляція миючої рідини відбувається завдяки насосу,

розташованому в приміщенні для очисних засобів, який подає рідину через трубопроводи і гофрований шланг 10.

У монтажну раму інтегровано 24 форсунки конічної форми, які оптимізують процес очищення.

Процес мийки автомобіля виконується наступним чином: автомобіль 12 заїжджає на підйомник 11 і закріплюється так, щоб опинитись під мийною рамою 1, яка повинна бути спочатку у центральному положенні. Далі активізується механізм візка і насосна установка починає подачу мийного розчину через гофрований шланг 10 в мийну раму 1. Керування переміщеннями візка з одного краю на інший відбувається автоматично, зупинка візка у центральній частині рами 6 регулюється за допомогою реле часу.

Перед тим, як вода потрапляє в мийний агрегат, вона прогрівається за допомогою газової колонки. Робочий тиск установки встановлено на рівні 0,326 МПа, продуктивність насоса складає 24,3 літри на хвилину, а загальна тривалість мийного циклу становить 10 хвилин.

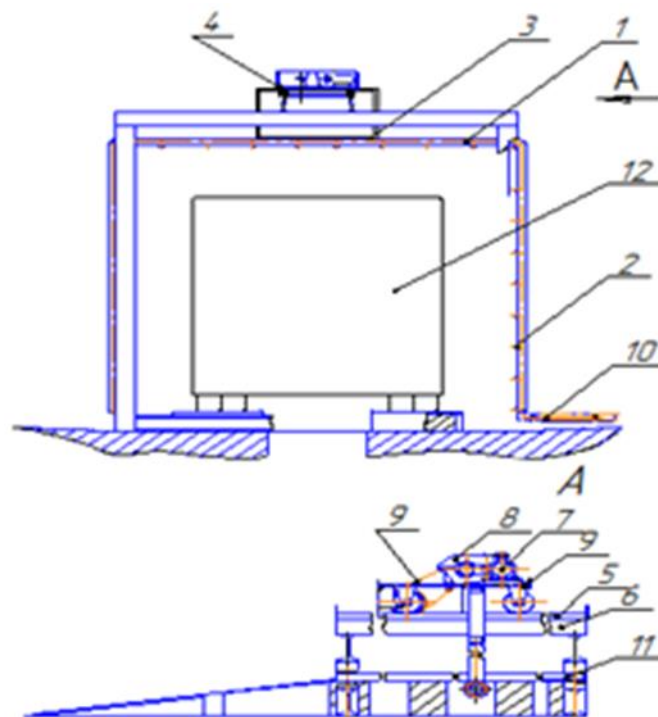


Рис. 3.1. Удосконалена установка для миття вантажних автомобілів.

Проаналізуємо стійкість компонента мийної системи — двотаврової балки, яка служить основою для рейси та мобільної частини обладнання.

Балка виготовлена зі сталі з допустимим напруженням 235 МПа, довжина балки 4 метри, розподілене навантаження складає 3000 Н/м (включаючи власну вагу балки), висота балки (h) 200 мм, ширина полиць (b) 100 мм, товщина стінки (t) 6 мм, товщина полиць 10 мм.

Момент інерції (I):

$$I=(1/12)\times b\times h^3-1/12\times(b-2t)\times(h-2t)^3 \quad (3.1)$$

де b – ширина полиць, h – висота балки, t – товщина стінки.

Максимальний вигинальний момент (M):

Для простої підтримуваної балки з рівномірним навантаженням:

$$M=(q\times L^2)/8 \quad (3.2)$$

Напруження в балці (σ):

$$\sigma=(M\times y_{\max})/I \quad (3.3)$$

де y_{\max} – відстань від нейтральної осі до крайнього волокна (половина висоти балки).

Перевірка на міцність:

$$\sigma_{\max}\leq\sigma_{\text{доп}}$$

Використовуючи Python проводимо точне обчислення значень.

Результати розрахунку:

1. Момент інерції (I): $2,779\times 10^{-5} \text{ м}^4$

2. Максимальний вигинальний момент (M): 6000 Н×м.
3. Напруження в балці (σ): $21,59 \times 10^6$ Па (21,59 МПа).

Перевірка на міцність:

Допустиме напруження для сталі встановлено на рівні 235 МПа. Розрахункове напруження складає 21,59 МПа, що значно нижче допустимого. Отже, конструкція балки є **безпечною** з великим запасом міцності.

Ці результати вказують на те, що балка має достатню міцність для витримання заданого навантаження та може ефективно використовуватись у конструкції мийної установки без ризику деформації чи руйнування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту на тему "Проектування дільниці миття вантажних автомобілів з удосконаленням струменевої мийної установки" було досягнуто основної мети – розроблено проект дільниці, яка забезпечує ефективне миття вантажних автомобілів з мінімальним впливом на довкілля та оптимізацією витрат ресурсів. Проект включає в себе інноваційні рішення, які сприяють значному підвищенню продуктивності та екологічності миття транспортних засобів.

В результаті технічного проектування було вибрано оптимальне обладнання та розроблені ефективні схеми розташування інфраструктури, що дозволяє максимально використовувати доступний простір та ресурси. Удосконалені струменеві мийні установки забезпечують високу якість очищення з мінімальним споживанням води та енергії.

Важливим аспектом проекту є впровадження систем рециркуляції води та застосування екологічно безпечних миючих засобів, що сприяє зниженню навантаження на довкілля. Ці заходи не тільки зменшують витрату водних ресурсів, але й допомагають знизити викид шкідливих речовин.

Проект демонструє високу економічну ефективність через зниження оперативних витрат на миття. Автоматизація процесів та зменшення залежності від традиційних енергетичних ресурсів сприяють скороченню витрат на обслуговування та ремонт обладнання.

Проект сприяє покращенню умов праці операторів мийних установок за рахунок зниження рівня шуму, покращення систем вентиляції та мінімізації контакту з хімічними речовинами.

Проект має значний потенціал для масштабування та вдосконалення. Зокрема, можливе впровадження додаткових систем очистки та відновлення миючих розчинів, використання альтернативних джерел енергії, а також

розширення функціоналу системи управління для інтеграції з іншими логістичними та сервісними системами підприємства.

У сукупності ці результати свідчать про те, що дипломний проект не тільки досягає поставлених цілей, але й вносить важливий вклад у розвиток технологій миття вантажних автомобілів, сприяючи підвищенню їх екологічності та економічності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іваненко В. П. Технологія обслуговування вантажних автомобілів: навчальний посібник. Київ : КНУТД, 2018. 156 с.
2. Білоусов Ф. О. Сучасні системи очищення стічних вод на автомийках. Львів : Світ, 2019. 134 с.
3. Грищенко В. І. Екологічні аспекти утилізації відходів на підприємствах автосервісу. Харків : ХНУ, 2017. 192 с.
4. Демченко Я. П. Проектування мийних установок для вантажного транспорту. Одеса: ОНАХТ, 2016. 210 с.
5. Зеленська Т. Г. Оптимізація водоспоживання в промислових установках. Київ: Укрводресурси, 2018. 178 с.
6. Карпенко Н. І. Енергозбереження у системах водопостачання і водовідведення. Київ: Екотехнологія, 2017. 164 с.
7. Литвиненко Л. О. Системи очищення води для промислових підприємств. Дніпро: ДНУ, 2019. 202 с.
8. Мороз О. Б. Інноваційні технології в машинобудуванні. Київ : Академперіодика, 2020. 188 с.
9. Павленко І. В. Автоматизація технологічних процесів на автомийних станціях. Харків: Фактор, 2016. 172 с.
10. Сердюк О. М. Методи підвищення ефективності роботи мийних установок. Львів: Львівська політехніка, 2020. 198 с.
11. Таран І. А. Основи проектування автомийних комплексів. Чернігів: ЧНТУ, 2017. 146 с.
12. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
13. Ушаков Д. О. Технічне обслуговування вантажних автомобілів: екологічні аспекти. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 158 с.

14. Шевченко Т. К. Екологічний менеджмент на підприємствах автосервісу. Київ : Наукова думка, 2017. 174 с.
15. Ярема Р. В. Модернізація обладнання для миття транспортних засобів. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 212 с.
16. Юхимчук В. А. Водоочисні технології в автомобільних комплексах. Львів: Сполом, 2019. 190 с.
17. Новітні методи водопідготовки та водовідведення на промислових об'єктах. Львів: Галицька видавнича спілка, 2018. 208 с.
18. Оптимізація використання ресурсів на автомобільних комплексах. За ред. П. В. Гребенюк. Вінниця: ВНТУ, 2017. 176 с.
19. Стандартизація та сертифікація в автомобільній індустрії в Україні. За ред. Л. М. Пирогова. Київ: УкрСЕПРО, 2019. 165 с.