

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ДОРІГ**

Виконав: студент ІІ курсу групи Ат-23сп

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Денис ПРЯДКА

(ім'я та прізвище)

Керівник: Дмитро РУБАН

(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ 2023

Прядка Д.А. Обґрунтування комплекту технологічного обладнання автомобіля для прибирання доріг. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2023. 50 с.

Табл. 6; рис. 11; бібліогр. джерел 16.

У кваліфікаційній роботі проведено огляд підмітально-прибиральних машин наведена їх класифікація.

Здійснений вибір принципової схеми машини, проведено розрахунок основних параметрів робочого обладнання, розрахунок зусиль гідروциліндрів технологічного обладнання, а також обґрунтовано набір технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Під час дослідження ефективності роботи підмітально-прибиральної машини отримана залежність ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини.

Отримані залежності ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини, залежність потужності двигуна від місткості бункера, взаємозв'язок між масою машини і потужності її двигуна, маси машини від місткості бункера..

У розділі охорона праці наведені шкідливі та небезпечні фактори під час експлуатації підмітально-прибиральної машини, а також правила пожежної безпеки у транспортному засобі та біля нього.

Під час розрахунку економічної ефективності ми визначили витрати на проведення науково-дослідних робіт, науково-технічну ефективність науково-дослідних робіт, зробив таблички з результатами дослідження науково-технічної ефективності, заробітної плати виробничого персоналу та кошторис витрат на проведення дослідних робіт.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Класифікація підмітально-прибиральних машин	7
1.2. Щіточний пристрій підмітально-прибиральних машин	10
Висновки до розділу	12
РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1. Вибір принципової схеми машини	13
2.2. Розрахунок основних параметрів обладнання підмітально-прибиральної машини	15
2.3. Розрахунок зусиль гідроциліндрів	20
Висновок до розділу.....	22
РОЗДІЛ 3	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДМІТАЛЬНО-ПРИБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ	23
3.1. Результати дослідження ефективності роботи підмітально-прибиральної машини.....	23
Висновок до розділу.....	26
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ	28
4.1. Призначення та стан транспортного засобу ...	28
4.2. Шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації	28
4.3. Пожежна безпека.....	30
4.4. Вимоги безпеки при обслуговуванні підмітально-прибиральної машини	33
4.5. Висновок до розділу	35
РОЗДІЛ 5	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	36
5.1. Розрахунок витрат на проведення науково-дослідних робіт	36
5.2. Науково-технічна ефективність НДР.....	45
Висновок до розділу.....	46
ВИСНОВКИ.....	47
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	49

ВСТУП

Якісний розвиток міського господарства вимагає подальшого скорочення вартості, трудомісткості, термінів робіт, підвищення ефективності капіталовкладень та продуктивності праці. Вирішення цих задач забезпечується удосконаленням технології і організації робіт, впровадженням нових методів виробництва, підвищенням ефективності використання існуючого машинного парку обслуговуючих машин, створенням і впровадженням нової, більш досконалої і ефективної комунальної техніки та обладнання, механізації, комплексної механізації і автоматизації важких та трудомістких технологічних процесів, поліпшенням умов праці. Машини і механізми використовуються на всіх етапах сучасного комунального.

Впровадженням машин і механізмів у виробництво вирішувалася задача заміни трудомістких ручних операцій машинними, то в наш час механізацією комунальних послуг вирішуються проблеми більш високого рівня: в галузі підвищення ефективності машинного комунального забезпечення – створення комплексів машин, які забезпечують найбільш високий вихід комунального обслуговування за мінімальних витрат на нього; в соціальній галузі – забезпечення комфортних і безпечних умов обслуговуючого персоналу, широке впровадження автоматичних систем управління з метою полегшення праці людини оператора і підвищення якості комунальних робіт.

Метою кваліфікаційної кваліфікаційної роботи є обґрунтування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Класифікація підмітально-прибиральних машин

Прибиральні машини призначені для видалення забруднень з твердих покриттів міських територій, магістралей і доріг, а також для збору і транспортування побутових відходів.

Сучасні підмітально-прибиральні машини, класифікація яких наведена на рис. 1.1 [1], повинні забезпечувати очищення від пилу повітряного середовища в робочій зоні автодороги. В якості базових машин, на яку монтують підмітально-прибиральне обладнання, використовуються автомобілі малої і середньої вантажопідйомності, самохідні спец шасі, колісні трактори та одновісні або двовісні причепа.

Найбільш поширені в даний час машини щіткового і комбінованого типів. Що ж стосується машин вакуумно-пневматичного, тобто, безщіткового типу, то відомо порівняно мало конструкцій таких машин, що застосовуються в основному при обслуговуванні аеродромів.

Машини щіткового і комбінованого типів в свою чергу розрізняють за способом знепилювання процесів підмітання. Очищення повітряного середовища при підмітанні поділяють на: вологу, здійснювану шляхом дрібнодисперсного розбризкування води під тиском 0,2-0,3 МПа через форсунки перед підмітальними щітками; пневматичну, поєднану з вакуумною системою збору кошторис, і термовологісний, реалізовану шляхом подачі водяної пари в зони інтенсивного пилоутворення. Норма витрати води при вологому видаленні забруднень складає 0,02-0,025 кг / м² поверхні дороги, так як при збільшенні витрати відбувається прилипання кошторис до щітки і дорожньому покриттю, а також різке зниження якості процесу збирання.

Механічні підмітально-прибиральні машини здатні працювати при негативних температурах зовнішнього середовища, але без змочування оброблюваної поверхні, що не виключає утворення пильного хмари в зоні їх

роботи. Вакуумно-підмітальні машини призначені для експлуатації при позитивних температурах зовнішнього середовища, але при наявності вакуумного підсмоктування в закритій зоні роботи лоткові щіток, що забезпечує Безпилової прибирання оброблюваної поверхні без її змочування, можуть застосовуватися при температурі до мінус 25°C.

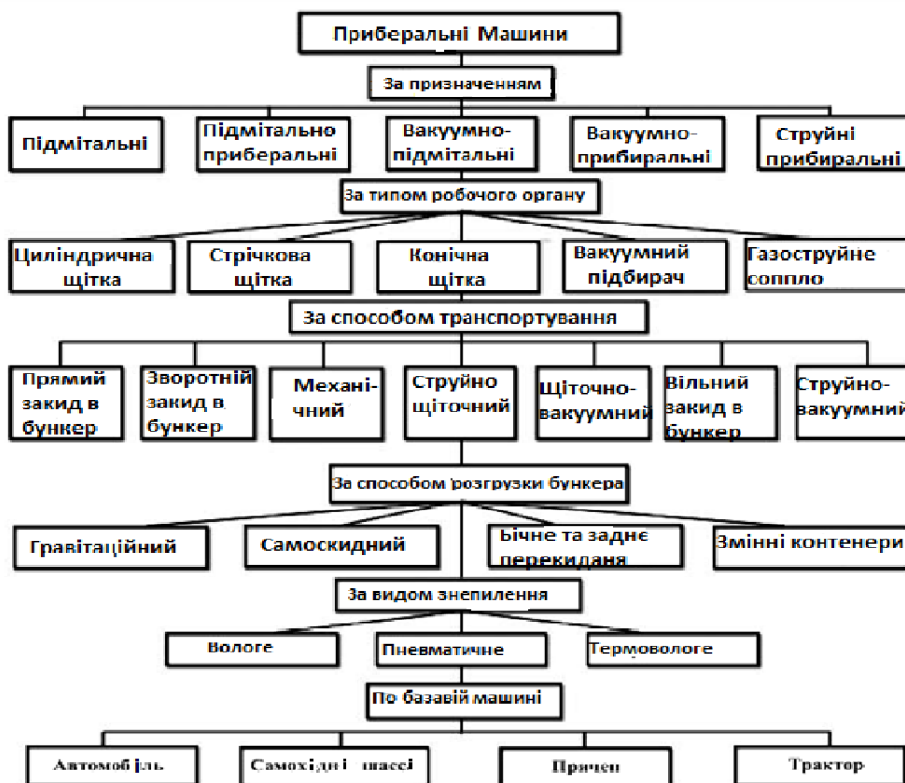
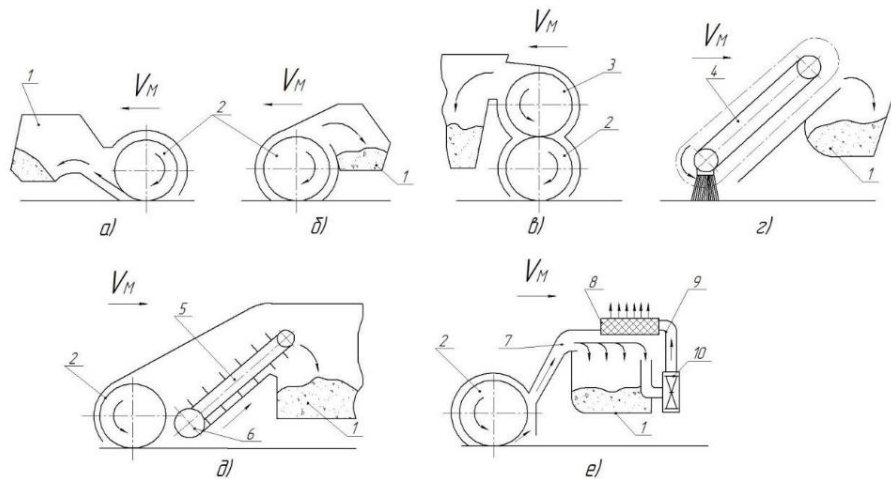


Рисунок 1.1 – Класифікація підмітально-прибиральних машин

Підмітально-прибиральні машини, що забезпечують механічне переміщення кошторис в сторону від напрямку їх руху без його добірки циліндричною щіткою, використовуються переважно для підмітання замських доріг і для прибирання снігу в зимовий період. А машини, які здійснюють добірку і механічне транспортування кошторис, не забезпечують достатнього виключення пилоутворення в робочій зоні підмітання [3].



а) пряме закидання сміття; б) зі зворотнім закиданням сміття; в) зі закиданням сміття з лопатевим накидачем; г) зі закиданням сміття стрічковою щіткою; д) зі стрічково-скребковим транспортером; е) зі щітково-вакуумним підбирачем; 1 – бункер; 2 – циліндрична щітка, 3 – лопатевий нагнітач; 5 – скребковий транспортер; 6 – шнек; 7 – всмоктувальний трубопровід; 8 – фільтр; 9 – напірний трубопровід; 10 – вакуумний вентилятор.

Рисунок 1.2 – Схеми робочого обладнання підмітально-прибиральних машин.

Способи розвантаження підмітально-прибиральних машин: гравітаційний, коли кошторисів висипається з бункера під дією власної ваги при відкриванні люка або засувки; самоскидний – поворотом бункера або контейнера; примусовий – ежектування вбік або назад за допомогою рухомої стінки-поршня з механічним або гідравлічним приводом. При невеликій місткості бункера (до 2 ... 3 м³) доцільна розвантаження кошторис безпосередньо на ділянці, яку обслуговує. Тому деякі машини обладнують змінними стандартними контейнерами, а також механізмами вивантаження кошторис в контейнери або приймальний бункер сміттєвоза.

Існує ряд принципів роботи підмітально-прибиральних машин.

Принцип совкового підмітання.

При використанні цього принципу бруд направляється безпосередньо в бункер, розташований перед підмітальні валом. Перевага такого методу: мінімальні витрати зусиль; простота в обігу; мале Завихрена пилю.

Принцип перекидання сміття.

В цьому випадку сміття, захоплюваний обертовим з великою швидкістю підмітальні валом, перекидається їм в розташований позаду валу бункер. Великі предмети, наприклад, жерстяні банки з-під напоїв, можуть без проблем замітає через широко розкривається заслінку для крупного сміття.

Технологія фільтрації.

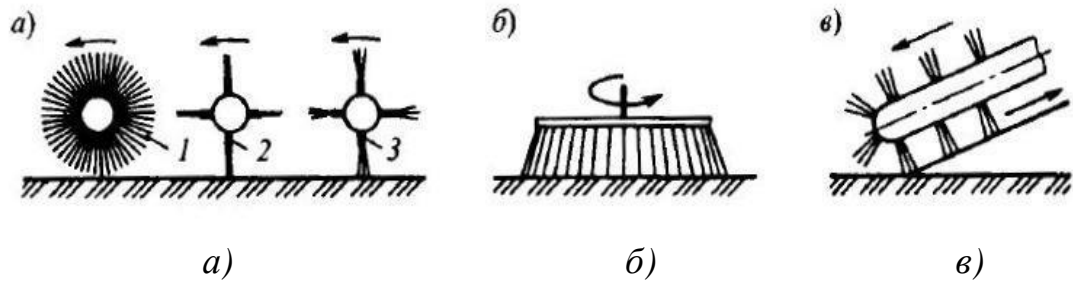
Техніка фільтрації і система очищення, що використовуються в усіх пропонованих підмітально-всмоктувальних машинах, ґрунтується на патенти. Використання запатентованих технічних рішень дає: простоту заміни фільтра; недороге технічне обслуговування; тривалі інтервали безперервної роботи, пов'язані з використанням ефективних систем очищення фільтра; затримку високоякісним матеріалом, що фільтрує 99,9% бруду.

1.2 Щіточний пристрій підмітально-прибиральних машин

Щіткові пристрої ПУМ складаються з щітки, рами щітки, підвіски і приводного механізму.

Щітки поділяються на головні (підбиральної), призначені для обробки більшої частини оброблюваної смуги і відкидання кошторис в приймач, і допоміжні (лоткові), призначені для очищення краю смуги (лотка біля дороги) і закидання кошторис під головну щітку.

За формою щітки підмітальних машин підрозділяються на циліндричні, стрічкові і конічні (рис.). Циліндрична щітка складається з сердечника, ворсу (набивання щітки) і деталей кріплення ворсу на осерді. Розташування ворсу може бути суцільним, волотистим або пучковим. У більшості циліндричних щіток у міру зносу ворсу зменшується і діаметр, але зустрічаються також щітки з механізмом регулювання діаметра на величину зносу. Для ворсу застосовують сталеву (круглу і плоску) дріт, піассаву (пальмове волокно), розщеплений бамбук і синтетичні волокна – хлорин, капрон, поліуретан. Сталевий дріт повинен мати підвищену зносостійкість.



a – циліндрична; *б* – конічна (лоткова); *в* – стрічкова; 1 – суцільна навивка ворсу; 2 – ворс мітлою; 3 – ворс пучком.

Рисунок 1.3 – Типи щіток.

Циліндрична щітка при роботі здійснює два руху – обертається навколо своєї поздовжньої осі і рухається поступально. Обертання щітки проводиться проти її поступального переміщення по поверхні, що очищається.

Щоб забезпечити ефект підмітання, щітку навантажують. При цьому ворс щітки в зоні контакту з поверхнею, що очищується деформується. Відрив частинок забруднень від поверхні, що очищається відбувається за рахунок сил пружності ворсу, яких докладають до частинкам забруднення. Сили пружності ворсу забезпечують також викид відірваних від поверхні, що очищається частинок на деяку відстань від щітки. Напрямок та дальність відкидання частинок регулюються частотою обертання щітки і кутом її повороту відносно поздовжньої осі машини.

Стрічкові щітки в якості головних застосовують дуже рідко. Збирають їх з плоских щіток на двох нескінченних втулкових ланцюгах або зубчастих трапецеїдальних прогумованих ременях, перекинутих через провідні і напрямні зірочки. Зіткнення ворсу з дорогою у цій щітки відбувається на значній довжині поверхні в залежності від розташування напрямних зірочок і пристроїв.

Конічні щітки виконують у вигляді усіченого конуса. Вона включає несучий диск з приводним валом і ворс, закріплений по периметру диска. Їх встановлюють на машині так, щоб ними проводилася очищення краю смуги. Завдяки встановленню щітки з нахилом осі конуса видаляється з покриття кошторисів закидається під головну щітку.

Конструктивні особливості конічних щіток на відміну від циліндричних дозволяють їм працювати в умовах обмеженого простору, наприклад при очищенні різного роду «кишень», в безпосередній близькості від перешкод – бордюрного каменю, стін, будинків і т.д.

Висновок до розділу

Розвиток міського господарства вимагає подальшого скорочення вартості, трудомісткості, термінів робіт, підвищення ефективності капіталовкладень та продуктивності праці. Вирішення цих задач забезпечується удосконаленням технології і організації робіт, впровадженням нових методів виробництва, підвищенням ефективності використання існуючого машинного парку обслуговуючих машин, створенням і впровадженням нової, більш досконалої і ефективної комунальної техніки та обладнання, механізації, комплексної механізації і автоматизації важких та трудомістких технологічних процесів, поліпшенням умов праці.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Об'єктом дослідження є процес обґрунтування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Предметом дослідження є набір технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

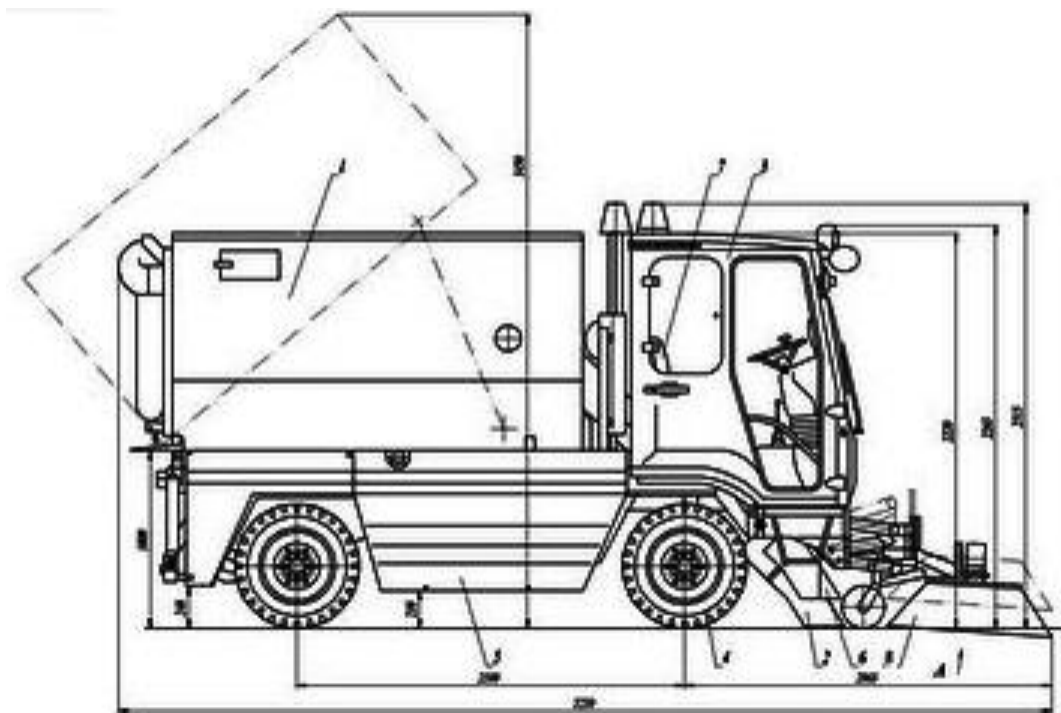
РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір принципової схеми машини

Вакуумна підмітально-прибиральна машина призначена для механізованого літнього прибирання дворів, тротуарів і інших вузьких місць від сміття, пилу і бруду. Машина виконує підмітання забруднень території, пневматичне транспортування сміття у бункер-сміттєзбірник і його механізоване розвантаження способом гідроциліндрів а в ківші гідроциліндрів або великовантажний контейнер. Машина призначена для експлуатації в умовах помірного клімату з температурою довкілля від +10°C до +40°C.

Як прототип вибираємо Johnston (Джонстон) CN 101



1 – рама, 2 – робоче обладнання, 3 – пневмоколісний рушій, 4 робоче місце оператора, 5 – важелі керування.

Рисунок 2.1 – Основні параметри підмітально-прибиральної машини

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика.

Бункер	1.0 м ³ , повністю з нержавіючої сталі 4003(4 мм)
Паливний бак	55 л
Бак для чистої води	225 л
Рециркуляція	100 л
Двигун	Deutz D2011 L03i, безпосереднього вприскування, 3 циліндри, дизель, 2.33 л, масляного охолодження, Stage 3A
Потужність	31 кВт(42 л/с) при 2300 об/хв
Макс. Крутий момент	137 Н·м при 1700 об/хв
Діаметр щіток	700 мм / змінювана
Швидкість обертання щітки	до 120 об/хв
Ширина гідроциліндра	600 мм
Ширина підмітання	1500 – 2200 мм
Продуктивність	28,800 м ² /година (теоретична)
Висота	1350 мм
Ширина розвантаження	990 мм
Споряджена маса	1800 кг
Повна маса	2400 кг
Навантаження	600 кг
Максимальна швидкість	25 км/год
Висота гідроциліндра підйому	до 20% при повному завантаженні
Робоча температура	-20 ⁰ С до +50 ⁰ С
Максимальна вологість	90%
Трансмсія	Гідростатична із замкнутим контуром
Управління двигуном	Механічне, вибір переднього/заднього ходу за допомогою важеля на колонці управління
Електрика	12У з акумулятором на 60 А
Підвіска	Передня – спіральні пружини з гідравлічними амортизаторами, задня – двоконусні гумові пружини
Рульове управління	Поворот усіх 4х коліс, діаметр кола розвороту 3900 мм
Розмірність шин	165/70 R13C(передні і задні)
Гальма	Передні: гідростатична трансмісія; задні: гідравлічні барабанні з паркувальним гальмом
Шум	У кабіні: 72-74 dB(A), Зовнішній : Max Lwa 103 dB(A)
Вентилятор	Вентилятор центрифужного типу високого тиску змонтований на бункері і забезпечує потужне всмоктування. Наводиться

	гідромотором, динамічно збалансований, зі зносостійкими лопотями, що самоочищаються
Всмоктувальна шахта	На колесах. Спеціальне причіпне з'єднання дозволяє переїжджати об'єкти без ушкоджень. При виборі руху назад шахта автоматично піднімається для запобігання ушкодженням.
Обігрівач	повітряний фільтр, трирівневий вентилятор, кондиціонер в якості опції
Оглядовість	трирядна система двірників лобового скла, інтервал + 2 стадії, робочі фари, заднє підсвічування, сигнальний маячок, що опускається, з кутом обертання 360 град, що підігріваються лобове скло і бічні дзеркала.
Сидіння	одне сидіння, що повністю настроюється водійське пневмосидіння з тканинною оббивкою і регульованою спинною підтримкою.
Управління	ергономічний дизайн і водійський комфорт, кнопки розташовані залежно від призначення, на підлокітнику розташовані усе управління підмітанням, водяні крани в кабіні
Вібрація	кабіна із звукоізоляцією, сталева рама змонтована на гідравлічних антивібраційних кріпленнях, рівні вібрації відповідають вимогам директиви 89/392/ЕЕС, стандарту ISO 2631-1 і EN ISO 5349-1.

2.2 Розрахунок основних параметрів обладнання підмітально-прибиральної машини

Так як потрібно розробити підмітально-прибиральну машину для прибирання міських доріг, дворових територій і складів, то необхідно вибрати робочий орган найбільш підходящий для такого виду робіт.

Таким робочим органом є щітка з бункером, призначена для прибирання територій в літній період, також може бути використана для очищення паркінгів, навантажувальних платформ і складів. Бункер служить для збору пилу, піску, бруду і дрібного сміття. Конструкція щітки

складається з двох частин. При підйомі передньої частини, в якій розташована щітка, бункер залишається відкритим і може бути звільнений від сміття. Ця процедура не вимагає зовнішньої допомоги, бункер має конструкцію, схожу зі звичайним ковшем, який піднімається і перекидається для скидання вмісту. Для того, щоб виключити запиленості під час прибирання дороги, може бути використана система зволоження (гідроциліндр), яка включає в себе бак для води (об'ємом 200 л), водяний насос (7л / год) і рампу з форсунками по ширині щітки.

Потужність $N_{щ}$, необхідна для приводу циліндричної підмітальної щітки, визначається сумою складових:

$$N_{щ} = N_{тр} + N_{деф}, \quad (2.1.)$$

де $N_{тр}$ – потужність, що витрачається на подолання сил тертя ворсу про зовнішніх поверхнях; $N_{деф}$ – потужність, що витрачається на деформування ворсу.

Потужність $N_{тр}$ (кВт), що витрачається на подолання ворсу по зовнішніх поверхнях з урахуванням ККД приводної трансмісії, визначається з виразу:

$$N_{тр} = \frac{Tf_v}{1000} \left(\frac{v_{щ}}{\eta_1} + \frac{v_m}{\eta} \right), \quad (2.2)$$

де T – вертикальна реакція, що діє з боку покриття на ворс щітки, Н; f_v – коефіцієнт тертя ворсу про дорожнє покриття (для синтетичного ворсу $f_v = 0,4$); $v_{щ}$ – швидкість кінців ворсинок щітки, м/с; v_m – швидкість переміщення машини, $v_m = 1,38$ м/с; η_1 – ККД передачі від двигуна до щітки ($\eta_1 = 0,8$); η – ККД ходової трансмісії машини ($\eta = 0,9$).

$$v_{щ} = \omega \cdot r_{щ}, \quad (2.3.)$$

де ω – кутова швидкість обертання щітки, з-1.

Для ефективної роботи щітки необхідно дотримуватися співвідношення $\omega r_{щ} = (2 \dots 1,2) v_m$.

Коефіцієнт 2 застосовується для незношених щітки; коефіцієнт 1,2 – для зношеної.

$$\omega r_{\text{щ}} = 2 \cdot 1,38 = 2,76 \rightarrow \omega = 10 \text{ с}^{-1}.$$

$$v_{\text{щ}} = 2,76 \text{ м/с}.$$

Вертикальна реакція T наближено визначається з використанням відомих значень вільної довжини ворсини S і довжини деформованої ворсини $(S-\Delta S)$.

Вертикальна реакція поверхні, що діє на ворс щітки визначається:

$$T = T' \cdot i_{\text{в}} \cdot \beta; \quad (2.4.)$$

де T' – вертикальна реакція, що діє на кожну ворсинки:

$$T' = E \cdot J \cdot \alpha^2, \quad (2.5.)$$

де EJ – жорсткість ворсу, Нм^2 ; E – модуль пружності ворсу (для синтетичного ворсу $E = 7,1 \div 8 \cdot 10^3 \text{ Мпа} = (7,1 \div 8) 10^9 \text{ Н / м}^2$) [3]; J – момент інерції поперечного перерізу прутка щодо осі, перпендикулярної площини обертання; (Для прутка круглого перетину); $J = 0,25\pi r_{\text{в}}^4 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,0012^4 = 1,63 \text{ мм}^4$; α – силовий параметр, м^{-1} ;

$$S = \frac{J_s}{\alpha\sqrt{2}},$$

$$S - \Delta S = y = \frac{J_y}{\alpha\sqrt{2}}, \quad (2.6)$$

$$y = S - \Delta S = 0,4 - 0,015 = 0,385 \text{ м}.$$

де ΔS – деформація ворсу ($\Delta S = 0,015 \text{ м}$); J_s, J_y – інтеграли, що є функцією коефіцієнта K , який характеризує особливості деформації ворсини.

Інтеграли коефіцієнта K визначають за формулами [4]:

$$J_s = -1,515K^2 - 2,465K + 0,707, J_y = -2,16K^2 - 2,623K + 0,687.$$

Використовуючи відомі значення y і S , коефіцієнт K визначається з рівняння:

$$(2,16S - 1,515y)K^2 - (2,623S - 2,465y)K + (0,707y - 0,687S) = 0;$$

$$(2,16 \cdot 0,4 - 1,515 \cdot 0,385)K^2 - (2,623 \cdot 0,4 - 2,465 \cdot 0,385)K +$$

$$+(0,707 \cdot 0,385 - 0,687 \cdot 0,4) = 0;$$

$$0,28K^2 - 0,1002K - 0,0026 = 0;$$

$$D = (-0,1002)^2 - 4 \cdot 0,28 \cdot (-0,0026) = 0,0130;$$

$$K_1 = \frac{0,1002 + \sqrt{0,0130}}{2 \cdot 0,28} = 0,383;$$

$$K_2 = \frac{0,1002 - \sqrt{0,0130}}{2 \cdot 0,28} = -0,025.$$

Використовуючи знайдені значення K_1 і K_2 , знайдемо значення інтегралів.

$$J_s = -1,515 \cdot 0,383^2 - 2,465 \cdot 0,383 + 0,707 = -0,22223 - 0,944 + 0,707 = -0,46;$$

$$J_y = -2,16 \cdot 0,383^2 - 2,623 \cdot 0,383 + 0,687 = -0,317 - 1,006 + 0,687 = -0,636;$$

$$J_s = -1,515 \cdot (-0,025)^2 - 2,465 \cdot (-0,025) + 0,707 = -0,00095 + 0,0616 + 0,707 = 0,768; J_y = -2,16 \cdot (-0,025)^2 - 2,623 \cdot (-0,025) + 0,687 = -0,00135 + 0,0656 + 0,687 = 0,751.$$

Негативні значення інтегралів не використовуємо, оскільки шуканий силовий параметр не може бути негативним. Використовуючи знайдені значення, визначимо силовий параметр.

$$S = \frac{J_s}{\alpha \cdot \sqrt{2}} \rightarrow \alpha = \frac{J_s}{S \sqrt{2}} = \frac{0,768}{0,4 \cdot 1,4} = 1,37 \text{ м}^{-1} \quad (2.7.)$$

Визначивши силовий параметр, знайдемо вертикальну реакцію, що діє на кожен ворсинки.

$$T' = E \cdot J \cdot \alpha^2 = 8 \cdot 10^9 \cdot 1,63 \cdot 10^{-12} \cdot 1,37 = 17,86 \cdot 10^{-3} \text{ Н};$$

$$T = T' \cdot i_B \cdot \beta = 17,86 \cdot 10^{-3} \cdot 1453,7 \cdot 3,6 = 93,5 \text{ Н};$$

$$N_{\text{тр}} = \frac{93,5 \cdot 0,4}{1000} \left(\frac{2,76}{0,8} + \frac{1,38}{0,9} \right) = 0,186 \text{ кВт}.$$

Потужність, що витрачається на деформацію ворсу щітки, визначається наступним чином:

$$N_{\text{деф}} = \frac{M_{\text{д}}\omega}{1000\eta_1}, \quad (2.8)$$

де $M_{\text{д}}$ – момент, що забезпечує деформацію ворсу, Н · м;

$$M_{\text{д}} = T(5 \cdot \Delta S + f \cdot y) = 93,5(5 \cdot 0,015 + 0,4 \cdot 0,385) = 21,4 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$N_{\text{деф}} = \frac{21,4 \cdot 10}{1000 \cdot 0,8} = 0,267$$

Тоді потужність приводу щітки:

$$N_{\text{щ}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{деф}} = 0,186 + 0,267 = 0,453 \text{ кВт}.$$

Розрізняють теоретичну, технічну та експлуатаційну продуктивність підмітально-прибирального обладнання.

Теоретична продуктивність – найбільша, і визначають її розрахунковим способом для усереднених умов. Теоретична продуктивність (в м³ / год) для підмітально-прибирального обладнання м³/год [5]:

$$\Pi = 3600 \cdot B_{\text{п}} \cdot v_{\text{м}} = 3600 \cdot 1,73 \cdot 1,38 = 85,9 \text{ м}^3/\text{г},$$

де $B_{\text{п}}$ – ширина підмітання, м ($B_{\text{п}} = 1,73$ м); $v_{\text{м}}$ – робоча швидкість машини, м/с.

Експлуатаційна продуктивність підмітально-прибиральної машини знаходиться за формулою [5]:

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{T(B_{\text{п}} - a) \cdot l_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{т}}}{\left(\frac{l_{\text{пр}}}{1000v_{\text{м}}} + t_{\text{п}}\right)n}$$

де T – час роботи за зміну з урахуванням технічного обслуговування і підготовки машини до роботи, $T = 6,82$ г [5]; a – ширина перекриття сліду, м ($a = 0,20$ м); $l_{\text{пр}}$ – довжина проходу, м ($l_{\text{пр}} = 5005$ м [5]); n – число проходів по одному сліду ($n = 3-4$); $v_{\text{м}}$ – робоча швидкість машини, м / с; $K_{\text{в}} = 0,75$ – коефіцієнт використання машини за часом; $K_{\text{т}} = 0,70$ – коефіцієнт переходу від технічної продуктивності до експлуатаційної; $t_{\text{п}}$ – витрати часу на перехід до сусіднього сліду, г.

$$t_{\text{п}} = \frac{l_{\text{пр}}}{1000v_{\text{об.х.}}} + t_{\text{разв}}$$

де $v_{\text{об.х.}}$ – швидкість зворотного ходу, км / год ($v_{\text{об.х.}} = 3$ км / год); $t_{\text{разв}} = 0,005$ год – час розвороту, г.

$$t_{\text{п}} = \frac{500}{1000 \cdot 3} + 0,005 = 0,17 \text{ч};$$

$$P_3 = \frac{6,82(1,73 - 0,2) \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 0,7}{\left(\frac{500}{1000 \cdot 1,38} + 0,17\right) 4} = 1285,95 \frac{\text{м}^3}{\text{см}}$$

Визначимо технічну продуктивність підмітально-прибиральної машини:

$$P_{\text{т}} = P \cdot k_y, \quad (2.9)$$

де k_y – коефіцієнт, що враховує умови роботи, ($k_y = 0,85 \div 0,90$) [5].

$$P_{\text{т}} = 85,9 \cdot 0,9 = 77,3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Рівняння тягово-динамічного балансу підмітально-прибиральної машини запишемо у вигляді:

$$T_{\text{сц}} \geq T \geq W, \quad (2.10)$$

де $T_{\text{сц}}$ – сила тяги по зчепленню рушія машини з дорогою; T – сила тяги приводу ходового обладнання машини; W – опір руху машини.

Сила тяги по зчепленню рушія машини з дорогою визначається залежністю:

$$T_{\text{сц}} = G'_M \cdot \varphi_{\text{сц}}, \quad (2.12)$$

де G_M – зчипний вагу машини, Н; $\varphi_{\text{сц}}$ – коефіцієнт зчеплення з дорогою (для асфальту задовільного стану $\varphi_{\text{сц}} = 0,7 \div 0,75$ [3]).

$$G'_M = 0,65 \cdot G_M,$$

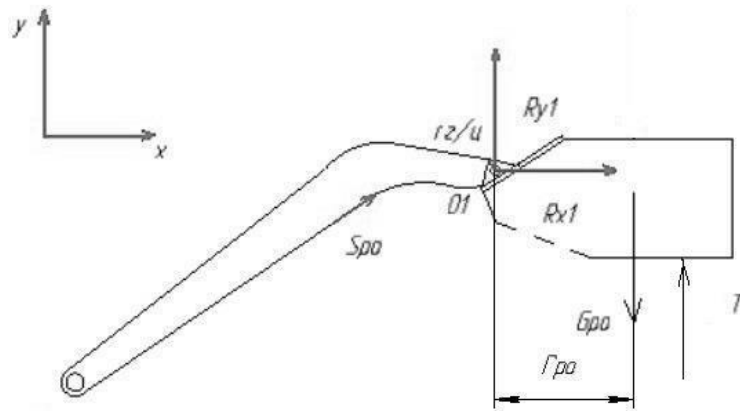
$$G_M = G_{\text{п}} + G_{\text{р.о.}} = (2821 + 500) \cdot 10 = 33210 \text{ Н};$$

$$G'_M = 0,65 \cdot G_M = 0,65 \cdot 33210 = 21586,5 \text{ Н};$$

$$T_{\text{сц}} = 21586,5 \cdot 0,7 = 15110,55 \text{ Н}.$$

2.3 Розрахунок зусиль гідроциліндрів

Розглянемо рівновагу системи щітка з бункером – стріла, необхідно знайти зусилля гідроциліндра бункера. Для цього складемо рівняння моментів всіх сил щодо шарніра О1 (рис. 2.2). Дані для розрахунку:



$T = 93,5 \text{ Н}$ – сумарна вертикальна навантаження, яке діє на щітку; $G_{p.o.} = 5000 \text{ Н} = 5,0 \text{ кН}$ – сила тяжіння робочого обладнання; $S_{p.o.}$ – зусилля гідроциліндра робочого обладнання; $r_{p.o.} = 0,7 \text{ м}$ – плече дії сили робочого обладнання; $r_{гц} = 0,3 \text{ м}$ – плече дії зусилля гідроциліндра.

Рисунок 2.2 – Схема сил для системи щітка з бункером – стріла

$$M_{O1} = \frac{1}{2} G_{p.o.} \cdot r_{p.o.} + S_{p.o.} \cdot r_{гц} = 0 \rightarrow$$

$$S_{p.o.} = \frac{\frac{1}{2} G_{p.o.} \cdot r_{p.o.}}{r_{гц}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 0,7}{0,3} = 5,83 \text{ кН}$$

Для знаходження зусилля гідроциліндра підняття стріли складемо рівняння моментів відносно точки O_2 (рис. 2.3).

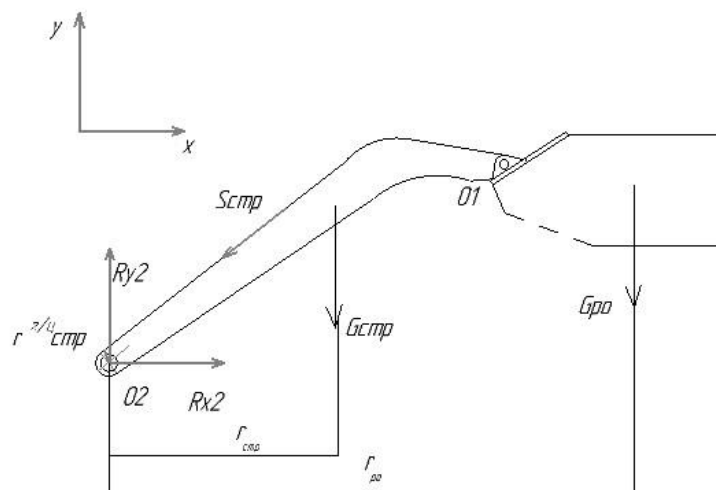


Рисунок 2.3 – Схема сил для знаходження зусилля гідроциліндра стріли
Вихідні дані для розрахунку:

$G_{стр} = 3000 \text{ Н} = 3,0 \text{ кН}$ – сила тяжіння стріли; $S_{стр}$ – зусилля гідроциліндра стріли; $r_{стр} = 1 \text{ м}$ – плече дії сили тяжіння стріли; $l_{стр} = 2,45 \text{ м}$ –

довжина стріли; $r_{\text{п.о.}} = l_{\text{стр}} + 0,7 = 2,45 + 0,7 = 3,15$ м – плече дії сили тяжіння робочого обладнання; $r_{\frac{\text{стр}}{\text{ц}}} = 0,2$ м – плече дії зусилля гідроциліндра.

$$M_{02} = G_{\text{стр}} \cdot r_{\text{стр}} + \frac{1}{2} G_{\text{п.о.}} \cdot r_{\text{п.о.}} + S_{\text{стр}} \cdot r_{\frac{\text{стр}}{\text{ц}}} = 0 \rightarrow$$

$$S_{\text{стр}} = \frac{G_{\text{стр}} \cdot r_{\text{стр}} + \frac{1}{2} G_{\text{п.о.}} \cdot r_{\text{п.о.}}}{r_{\frac{\text{стр}}{\text{ц}}}} = \frac{3,0 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 3,15}{0,2} = 54,37 \text{ кН}$$

Висновок до розділу

У технологічному розділі кваліфікаційної роботи наведені схеми підмітально-прибиральної машини наведені їх технічні характеристики. Проведено розрахунок потужності приводу циліндричної щітки, визначено продуктивність машини, здійснено тяговий розрахунок, а також розрахунок зусилля в гідроциліндрах

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДМІТАЛЬНО-ПРИБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

3.1 Результати дослідження ефективності роботи підмітально-прибиральної машини

В результаті обробки літературних джерел визначені значущі коефіцієнти регресійної моделі, підтверджена її адекватність і отримано рівняння регресії, що визначає залежність ефективності прибирання від досліджуваних чинників:

$$\mathcal{E}(V_1, V_2) = 69,124 - 8,227 \cdot V_1 + 13,509 \cdot V_2 - 1,028 \cdot V_2^2$$

де V_1 – поступальна швидкість машини, м/с; V_2 – лінійна швидкість щітки, м/с.

На рис. 3.1 представлена залежність ефективності прибирання від робочих швидкостей V_1 і V_2 підмітально-прибиральної машини.

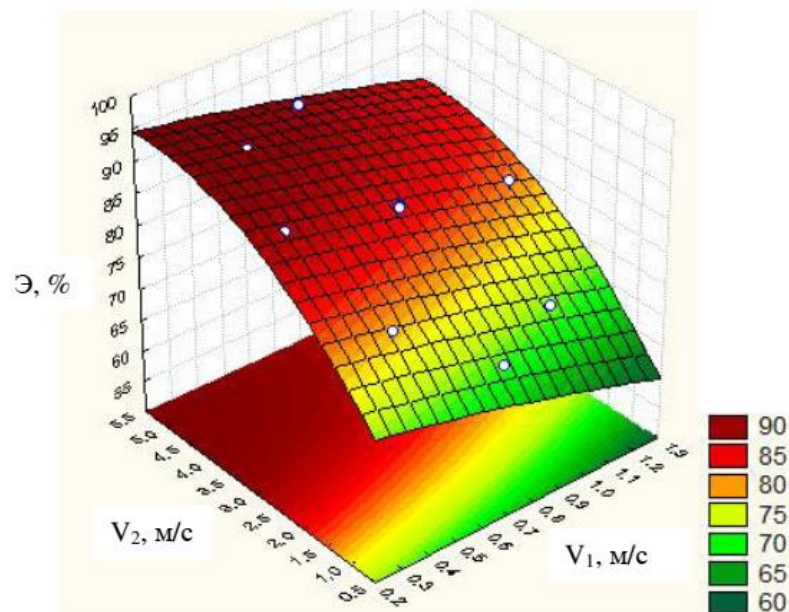


Рисунок 3.1 – Залежність ефективності прибирання(\mathcal{E}) від лінійної швидкості V_2 щітки і поступальної швидкості машини V_1

Коефіцієнт детермінації для цієї поверхні відгуку складає: $R_2=0,988$, що говорить про високу якість регресійної моделі.

Як впливає з графіку поверхні, при збільшенні лінійної швидкості щітки V_2 і постійній швидкості машини V_1 , ефективність прибирання лінійно зростає. Це обумовлено тим, що щітка при роботі, обертаючись з більшою швидкістю, на одній і тій же ділянці здійснює більшу кількість оборотів, що призводить до ретельнішого очищення. А при збільшенні швидкості v_1 і постійній швидкості V_2 відбувається зниження ефективності, оскільки час обробки кожної ділянки поверхні скорочується.

Отже, проаналізувавши отриманий графік, можна зробити наступний висновок: ефективність прибирання при підвищенні поступальної швидкості машини (V_1) знижується. При підвищенні лінійної швидкості щітки (V_2) значно збільшується ефективність прибирання. Тобто, вирішальне значення для підвищення якості прибирання має збільшення робочої швидкості щітки. При цьому, для збільшення продуктивності, слід підвищувати швидкість поступального переміщення машини. Таким чином, дотримуючись балансу потужності двигуна, вибираючи раціональні режими роботи, досягається максимально ефективна експлуатація підмітально-прибиральної машини.

Розрахунок потужності приводу циліндричної щітки (кВт) за формулою:

$$P_u = \frac{T_u \cdot f_v \cdot (R_u - h \cdot \omega^2 \cdot K_{зан})}{1000 \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

де T_u – сумарне значення вертикальної реакції циліндричної щітки (Н); f_v – коефіцієнт тертя ворсу щітки об дорожнє покриття; R_u – радіус обертання циліндричної щітки (м); h – деформація ворсу (м); ω – кутова швидкість обертання щітки (рад/с); $K_{зан}$ – коефіцієнт запасу потужності для подолання інерційних сил в несталому режимі обертання; τ – коефіцієнт корисної дії приводу циліндричної щітки.

Сумарне значення вертикальної реакції циліндричної щітки, (Н) 3000, Коефіцієнт тертя ворсу щітки 0,34, радіус обертання циліндричної щітки 0,23 м., Деформація ворсу, (м) 0,01, Кутова швидкість обертання щітки,

(рад/с) 25, коефіцієнт запасу потужності циліндричної і конічної щіток рівний 1,1. Коефіцієнт корисної дії приводу циліндричної щітки 0,7.

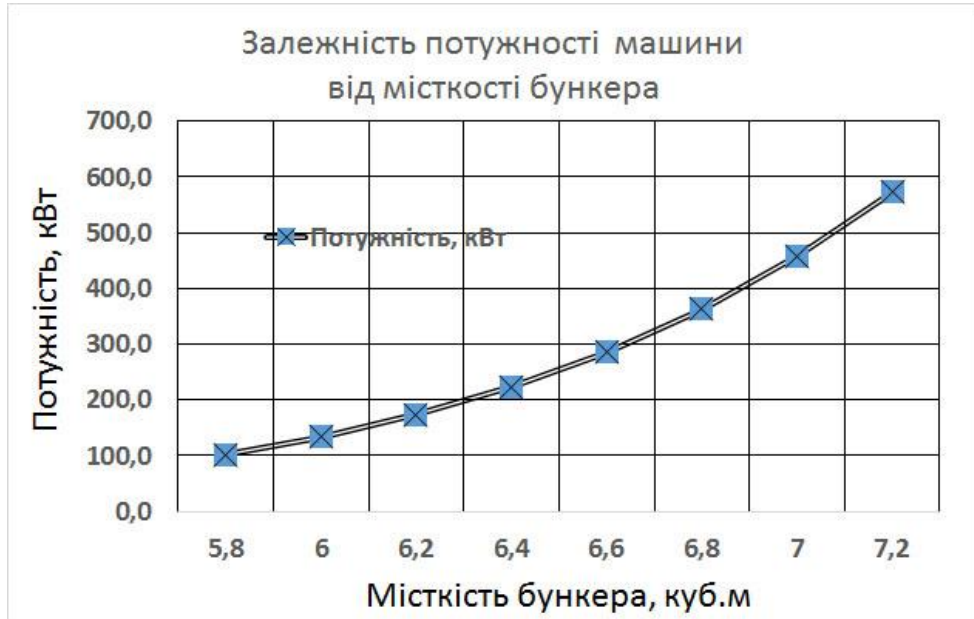


Рисунок 3.2 – Залежність потужності двигуна від місткості бункера машини



Рисунок 3.3 – Залежність маси машини від місткості її бункера



Рисунок 3.4 – Взаємозв'язок між масою машини і потужністю її двигуна



Рисунок 3.5 – Залежність місткості її бункера і робочою шириною технологічного обладнання для обробки поверхні.

Висновок до розділу

Під час дослідження ефективності роботи підмітально-прибиральної машини отримана залежність ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини.

Встановлено, що ефективність прибирання при підвищеній поступальної швидкості машини знижується. При підвищенні лінійної

швидкості щітки значно збільшується ефективність прибирання. Таким чином, якість прибирання залежить від збільшення робочої швидкості щітки. Для збільшення продуктивності, доцільно підвищувати швидкість поступального переміщення машини.

Таким чином, дотримуючись балансу потужності двигуна, вибираючи раціональні режими роботи, досягається максимально ефективна експлуатація підмітально-прибиральної машини.

В даному розділі кваліфікаційної роботи отримані залежності ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини, залежність потужності двигуна від місткості бункера, взаємозв'язок між масою машини і потужності її двигуна, маси машини від місткості бункера.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Призначення та стан транспортного засобу

Підмітально-прибиральні машини призначені для видалення забруднень з твердих покриттів міських територій, магістралей і доріг, а також для збирання і транспортування кошторис.

Сучасні підмітально-прибиральні машини, повинні забезпечувати очищення від пилу повітряного середовища в робочій зоні автодороги. В якості базових машин, на яку монтують підмітально-прибиральне обладнання, використовуються автомобілі малої і середньої вантажопідйомності, самохідні спеціальні шасі, колісні трактори та одновісні або двовісні причепа.

4.2 Шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації.

У процесі роботи на Працівника можуть впливати такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини, механізми, їх рухомі частини, вантажі, що перевозяться;
- обертові елементи рухової установки та трансмісії;
- підвищена загазованість та запиленість повітря робочої зони;
- Підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищені рівні шуму та вібрації на робочому місці водія;
- підвищена чи знижена вологість повітря у робочій зоні;
- пряма та відбита блискітність, недостатня освітленість;
- токсичні дії етилованого бензину, парів електроліту;
- опіковий вплив електроліту акумуляторної батареї, кислот та лугів при приготуванні та роботі з електролітом;
- висока напруга в ланцюзі запалювання карбюраторних двигунів та систем приводу електричних транспортних засобів;

- Висока температура рідини в системі охолодження двигуна;
- підвищений тиск у шинах коліс у поєднанні з несправністю замкового пристрою обода колеса;
- пожежонебезпека внаслідок несправності у системі живлення двигуна;
- Вплив борошняного пилу;
- фізичні та нервово-психічні навантаження;
- Підвищена рухливість повітря;
- пошкодження при ДТП, вибуху та/або пожежі;
- Недостатня освітленість робочого місця.

Рівні концентрації та інші параметри небезпечних та шкідливих виробничих факторів та трудового процесу, що виникають при роботі, не повинні перевищувати допустимих значень, передбачених у державних стандартах та санітарно-гігієнічних нормах.

Вимоги до територій та виробничих майданчиків:

Відповідальність за утримання та облаштування доріг, проїздів, переїздів, майданчиків, проходів тощо. на території організації повинна бути покладена на заступника керівника організації з соціальних та побутових питань та на архітектора (доглядача) або на особу, яка виконує в організації функції архітектора.

Територія організації повинна бути огорожена, мати обладнані в'їзди та виїзди, водовідведення та водостоки, вільні площі території мають бути озелененими, а призначені для руху та стоянки транспортних засобів майданчики, дороги, проїзди, пішохідні доріжки (тротуари), майданчики для складування або тимчасового зберігання вантажів та ін мати тверде рівне покриття (асфальтове, бетонне, бруківка, клінкерне і т.п.).

У нічний час територія організації по периметру, дороги, тротуари, в'їзди, виїзди, проїзди, переїзди мають бути освітлені.

4.3 Пожежна безпека

Основна причина займання є витік палива. Навіть кілька крапель бензину, що потрапили на гарячий блок циліндрів або на компоненти системи охолодження, можуть стати причиною появи полум'я. Для загорання автомобіля буде потрібно лише кілька хвилин тому від водія буде потрібно блискавична реакція. Перед початком руху необхідно переконатися, що в автомобілі відсутній запах бензину. При його наявності слід відкрити капот, не заглушуючи двигуна – це дозволить побачити неозброєним оком струмись палива і запобігти загорянню.

Ще одна причина - коротке замикання електропроводів, яке викликає загорання автомобіля. Пошкодження ізоляції веде до виникнення пробіїв електричного заряду, які супроводжуються нагріванням дротів. Якщо ж проблему не усунути досить швидко, в місці надриву утворюється отвір, що і стає причиною замикання.

За пожежну безпеку автомобіля відповідає водій автомобіля.

Автомобіль необхідно укомплектувати вогнегасником, буксирним тросом, медичною аптечкою, сигнальним жилетом, набором інструментів, домкратом тощо. Як укомплектовувати аптечки для транспортних засобів, визначає ДСТУ 3961-2000 «Аптечка медична автомобільна. Загальні вимоги».

Вибір вогнегасника для вантажного автомобіля загального, спеціалізованого та спеціального призначення залежить від повної маси транспортного засобу:

- не більше ніж 3,5 т — порошковий вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини не менше ніж 3 кг (ВП-3);
- 3,5—12 т — порошковий вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини не менше ніж 5 кг (ВП-5);
- понад 12 т — порошковий вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини не менше ніж 9 кг (ВП-9).

Щоб запобігти пожежі, заборонено:

- курити в автомобілі;
- ремонтувати паливну систему, коли працює двигун, увімкнене запалювання;
 - залишати у салоні автомобіля або на двигуні забруднені оливою чи паливом використані обтиральні матеріали;
 - підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна;
 - курити і користуватися відкритим вогнем під час визначення наявності палива у баку, а також під час заправлення автомобіля із додаткових ємностей;
 - допускати, щоб на двигуні або його картері скупчувалися бруд, пальне, масло;
 - користуватися відкритим вогнем під час перевірки рівня електроліту в акумуляторній батареї та усунення несправностей механізмів;
 - зберігати і перевозити бензин та інші легкозаймісті рідини; «прикурювати» свій або сторонній автомобіль;
 - залишати відкритими горловини паливних баків;
 - заряджати акумуляторну батарею у непристосованих для цього місцях;
 - мити або протирати бензином деталі чи агрегати, а також руки й одяг; зберігати в автомобілі паливо (бензин, дизельне паливо), за винятком палива в баку автомобіля;
 - заправляти автомобіль рідким (газоподібним) паливом, а також зливати паливо з бака і випускати газ.

Склад автомобільної аптечки на 2022 рік в Україні представлений у двох наборах – № 1 та № 2. Кожен з них призначений для легкових та вантажних авто, що перевозять до 9 осіб та числом пасажирів понад 9 відповідно. Перелік компонентів автоаптечок в обох випадках буде ідентичним, з різницею у кількості кожного медичного засобу. Весь вміст

автомобільної аптечки ділиться на два комплекти – для зупинки кровотеч та надання першої допомоги у разі травмування. Стандартний перелік можна самостійно доповнити лікарськими препаратами, серед яких цитрамон та анальгін як знеболювальні засоби, таблетки та серцеві краплі, протизапальні та антисептичні медикаменти.

Автомобільна аптечка - обов'язковий набір №1. Такий комплект призначений для зупинки кровотеч. Основні складники:

- звичайні та еластичні бинти;
- стерильні та нестерильні бинти;
- гумовий джгут Есмарха;
- парамедичні ножиці;
- стерильні серветки;
- кровозупинні серветки;
- серветки з хлоргексидином;
- стерильний пакет; кулькова ручка та блокнот.

Автомобільна аптечка - обов'язковий набір №2. Застосовується для першої допомоги за наявності травм, та складається з:

- перев'язувальну тканинну косинку;
- термопокривало;
- одноразовий клапан для штучного дихання;
- гелеву пов'язку від опіків;
- анатомічний пінцет;
- англійські шпильки;
- марлеві стерильні серветки;
- нестерильні марлеві бинти;
- нестерильну вату;
- бактерицидний та рулонний лейкопластир.

Для огляду автомобіля в темний час доби потрібно користуватися переносним електричним світильником напругою не вище ніж 12 В із запобіжною сіткою або електричним ліхтарем з автономним живленням.

Заправляти автомобіль паливом необхідно тоді, коли не працює двигун. Заправляти автомобіль етилованим бензином потрібно з бензоколонки зі шлангом, забезпеченим роздавальним пістолетом. Заборонено заправляти автомобіль за допомогою відер, лійок тощо, а також відпускати бензин у пластикову тару (каністри). Заправник і працівник під час заправки мають перебувати з навітряного боку автомобіля.

Якщо паливо потрапило на частини автомобіля, його необхідно витерти сухим ганчір'ям до пуску двигуна автомобіля.

У разі проливання палива на землю його необхідно засипати піском до пуску двигуна автомобіля.

Якщо сталося займання палива біля транспортного засобу, гасити його потрібно порошковим вогнегасником. Починайте з проливу і послідовно переходьте знизу вгору на джерело виливання пального. Можна застосовувати, окрім порошкового, інші вогнегасники — наприклад, вуглекислотні, аерозольні.

На заправному пункті витримувати дистанцію 3 м до автомобіля, який заправляють попереду.

На заправному пункті заборонено:

- курити і користуватися відкритим вогнем;
- проводити ремонтні та регулювальні роботи;
- заправляти автомобіль паливом, коли працює двигун;
- заливати (та перевозити) бензин у неметалеву тару;
- допускати, щоб переливалося та розливалося паливо;
- перебувати у салоні пасажирів.

4.4 Вимоги безпеки при обслуговуванні підмітально-прибиральної машини

1. Допуск до експлуатації спецмашин та їх рух на аеродромі здійснюються відповідно до вимог чинного законодавства.

2. До експлуатації допускаються лише технічно справні машини, укомплектовані засобами пожежогасіння і медичною аптечкою.

Спецмашини, що виїжджають на льотну смугу і рульову доріжку, повинні бути обладнані габаритними і проблісковими вогнями, засобами внутрішньоаеропортового зв'язку і буксирувальними пристроями.

Спецмашини для обслуговування ПС повинні бути обладнані засобами радіозв'язку і укомплектовані упорними колодками, а вантажо-розвантажувальні машини, трапи і вантажні автомобілі додатково повинні бути обладнані амортизаційними пристроями.

3. Під час перебування на пероні усі транспортні засоби і колісне устаткування повинні бути відповідним способом поставлені на гальма і, за необхідності, закріплені колодками для запобігання довільному руху під час впливу реактивного струменя вихлопних газів і потоку повітря від гвинта.

4. Перед експлуатацією підмітально-прибиральних машин необхідно перевірити:

- наявність оливи в гідросистемі та відсутність її підтікання;
- наявність води у водяних баках;
- підйом і опускання лоткових щіток, задньої щітки і транспортера зі шнеками;
- робочу трансмісію машини;
- натяг ланцюга транспортера і задньої щітки;
- кріплення водяного насоса і трубопроводів;
- роботу коробки відбору потужності.

5. Під час експлуатації підмітально-прибиральної машини не дозволяється:

- виконувати будь-які роботи на піддомкращеній машині без установки спеціальних упорів;
- очищати та регулювати скребковий ланцюг, шнек і щітки при працюючому двигуні;

- очищати ворс щіток, шнек, транспортер та інші механізми без рукавиць і при працюючому двигуні;
- проводити змащування, кріплення деталей при працюючому двигуні.

Висновок до розділу

У даному розділі кваліфікаційної роботи описані шкідливі та небезпечні фактори при експлуатації підмітально-прибиральної машини, а також правила пожежної безпеки у транспортному засобі та біля нього. Наведені вимоги безпеки під час обслуговування підмітально-прибиральної машини.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідних робіт

Мета організаційно-економічної частини – розгляд питань організації й планування наукових досліджень, економічна оцінка ефективності розроблених рекомендацій з аналізом техніко-економічних показників.

Організаційно-економічна частина має три розділи, які охоплюють найважливіші етапи наукових досліджень:

1. Техніко-економічна характеристика бази наукових досліджень.
2. Організація і планування наукових досліджень.
3. Техніко-економічні розрахунки наукових досліджень.

Вихідними даними для виконання організаційно-економічної частини є:

- завдання, видане кафедрами автомобілебудування та менеджменту і міжнародного підприємництва;
- довідники типових технологічних процесів; довідкова література з конструювання в машинобудуванні, тощо.

Наукові дослідження з набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини складається з двох етапів: підготовки і проведення досліджень.

За вихідними даними розробляються питання організації і планування НД із комплексу робіт із застосуванням методів сіткового планування. Всі роботи, що здійснюються при НД, мають відповідну протяжність і витрати, які визначають майбутній характер наукових досліджень. В зв'язку з тим виникає необхідність складання сіткового графіка виконання робіт.

Обсяг робіт розраховується в цілому по НД. Сітковий графік будується по окремих етапах.

Зміст робіт за етапами і видами НД визначається, виходячи з переліку робіт і етапів з врахуванням специфіки дослідження процесів виводу повітря з салону автобуса, і на основі рекомендацій нормативної

трудомісткості проведення робіт по НД в рамках дипломного проектування в нормо-годинах на одиницю відповідних робіт.

На підставі даних наведених в табл. 5.1. здійснюється розрахунок тривалості етапів /робіт/, результати якого заносяться в табл. 5.2. Розрахунок НД і ДКР нами здійснюється від пошукових робіт до виготовлення взірця.

Планування і управління в системах СПУ здійснюється за допомогою сіткового графіка. Сітковий графік – графічне зображення комплексу робіт, взаємозв'язків між ними, послідовності їх виконання.

На підставі попередньо отриманих даних будується сітковий графік, в якому кружечками зображуються події, які з'єднуються стрілками – роботами. В сітковому графіку повинна бути одна початкова й одна або декілька кінцевих подій. Подія – це результат однієї або декількох робіт, вона вказує на початок або кінець робіт. Процес виконання роботи характеризується часом і має початок і кінець.

Всі роботи і події кодуються числами натурального ряду, причому події кодуються однією цифрою, а робота – двома, перша цифра-номер початкової події, друга – номер кінцевої події.

Робота графічно позначається суцільною стрілкою.

Над стрілкою цифрою проставляється тривалість роботи в днях. Затримка і фіктивні роботи зображуються пунктирною лінією.

Будь-яка послідовність робіт, яка з'єднує початкову і кінцеву подію, називається шляхом L. Шлях, який має найбільшу тривалість, називається критичним шляхом, зображується жирною стрілкою.

Кількість виконавців за видами робіт визначається методом логічного і обґрунтованого підбору, який би не призвів до значного збільшення чисельності працівників. Роботи, які лежать на критичному шляху, резервів часу не мають. Незбереження строків виконання будь-якої роботи на критичному шляху призводить до зриву загальної тривалості виконання робіт. Роботи, які не лежать на критичному шляху, мають резерви часу.

У розрахунок часових параметрів входять визначення критичного шляху, ранніх і пізніх строків здійснення події, резервів часу подій і робіт.

Критичним шляхом є шлях, тривалість якого становить найбільшу кількість днів ($L_{кр}$). Всі інші шляхи за своєю тривалістю менші. Різниця між тривалістю критичного шляху і будь-якого іншого шляху і називається резервом часу шляху і позначається ΔL_{ij} :

Строки здійснення подій характеризуються найбільш можливим раннім Tr_j і допустимим пізнім Tn_j їх здійсненням.

Розрахунок етапів і змісту робіт сіткового графіка зведені в табл. 4.1.

Таблиця 5.1 – Перелік етапів і зміст робіт під часи дослідження процесів набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини

№ з/п	Етап	№ роботи	Зміст роботи
1	2	3	4
Наукові дослідження			
І	Оцінка і аналіз процесів набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини	1	Аналіз досліджень і проектування компонування процесів набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		2	Інформаційний науково-технічний пошук досліджень і проектування компонування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		3	Виявлення проблем при дослідженні і проектуванні в компонуванні набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		4	Аналіз виробництва в компонуванні набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		5	Інформаційний науково-технічний пошук з виробництва в компонуванні набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		6	Виявлення проблем при виробництві в компонуванні набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		7	Аналіз експлуатації автобуса з різним компонуванням набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		8	Інформаційний науково-технічний пошук з експлуатації з різним компонуванням набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
		9	Виявлення проблем при експлуатації з різним компонуванням набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини
			Консультація і узгодження плану досліджень з керівником проекту

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4
2	Технічне проектування	1	Виконання схематичних креслень загального вигляду місць замірів Складення калькуляції робіт за темою Складення і узгодження технічного завдання на дослідження процесів виводу повітря з салону автобуса
		2	Розробка умов замірів
		3	Розробка маршрутів, на яких будуть здійснюватися заміри
		4	Затвердження і доробка маршруту «Погана дорога»
		5	Затвердження і доробка маршруту «Добра дорога»
		6	Затвердження і доробка маршруту «Звичайна дорога»
		7	Затвердження і доробка маршруту «Барток»
3.	Проектування дослідження	1	Розробка методології екстремальних виробничих умов
		2	Вибір виконавців
		3	Уточнення розрахунків технічних і технологічних параметрів
4.	Проведення досліджень	1.	Проведення замірів у виробничих умовах і при допомозі комп'ютерної програми
		2.	Визначення мінімальних, максимальних і ефективних значень показників, заміряних на різних маршрутах в пустому автобусі
		3	Визначення мінімальних, максимальних і ефективних значень показників, заміряних на різних маршрутах в завантаженому автобусі
		4	Визначення рівнозначних амплітуд, розрахованих на основі показників заміряних на різних маршрутах руху автобуса
		5.	Дослідження крайніх значень показників, заміряних в навантаженому автобусі при долатті штучно створених перепонів
		6	Визначення крайніх значень показників, які замірені при торможенні і поворотах
		7	Попередня оцінка ефективності вибору конструкції пасивної безпеки пасажирських сидінь автобуса
5	Виготовлення дослідного зразка	1	Розробка технологічної документації
		2	Складення подетальної специфікації з врахуванням розмірів і кріплень
		3	Нормалізований і технічний контроль креслень
		4	Складення таблиць використаних деталей, які раніше застосовувались
		5	Конструкторська підготовка технологічної документації
		6	Складення матеріальної заявки. Розрахунок норм витрат
		7	Виготовлення
		8	Виконання доводочних і налагоджувальних робіт

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4
6	Заводські стендові випробовування	1	Цикл стендових випробовувань
		2	Обробка результатів випробовування
7	Передача у виробництво	1	Коректування робочих креслень і технічної документації
		2	Проведення заміни деталей і демонтаж
Технологічна підготовка			
8	Розробка технологічного процесу	1	Розробка технологічного ланцюга за кресленнями
		2	Аналіз і перевірка деталей на технологічність
		3	Аналіз правильності класів точності
		4	Розробка технології виготовлення заготовок
		5	Розробка технології термічної обробки
		6	Розробка технології механічної обробки
		7	Складення міжцехового технологічного маршруту
		8	Складення технологічних карт (розцеховка)
		9	Розрахунок нормативів праці і заробітної плати
9	Конструювання оснастки і нестандартних засобів механізації і автоматизації	1	Розробка креслень
		2	Складення подетальної специфікації
		3	Затвердження креслень, зняття кальок, синьок
10	Виготовлення оснастки і нестандартних засобів механізації і автоматизації	1	Вибір обладнання
		2	Розробка технологічної карти виготовлення оснастки
		3	Виготовлення оснастки
11	Вивірння і налагодження розробленої технології . Зиготовлення зразкової парти деталей	1	Перевірка придатності оснастки, окремих збірних одиниць
		2	Контрольне виготовлення
		3	Контрольний збір і розробка
		4	Перевірка по ТУ і ДОСТах
12	Доробка і впровадження технології у виробництво	1	Внесення корективів у документацію
		2	Впровадження
		3	Написання звіту з оцінки і аналізу компонування процесів виводу повітря з салону автобуса(текст записки магістерської роботи).

Аналітичний розрахунок сіткового графіка проводиться за формулами і безпосередньо зв'язаний з визначенням розрахункових параметрів сітки.

Довжина будь-якого шляху $t(L)$ визначається як сума тривалості робіт, що складають даний шлях:

$$t(L) = \sum t_{yk}$$

t_{yk} - тривалість k -ої роботи;

k – кількість робіт, що входять в даний шлях.

$$T_{0-2-5-8-13-16-20-21-23-25-26-27} = 10+6+10+6+6+5+12+5+6+5+3+5=79$$

$$t_{0-1-2-5-8-13-16-20-23-25-26-27} = 10+7+10+6+6+5+12+7+5+3+5=76$$

$$t_{0-1-2-5-9-13-17-22-23-25-26-27} = 10+7+10+3+2+6+6+3+5+3+5=60$$

$$t_{0-1-3-6-10-14-18-24-25-26-27} = 10+10+7+2+6+10+6+1+3+5=60$$

$$t_{0-1-3-6-11-14-18-24-25-26-27} = 10+10+7+6+5+10+6+1+3+5=63$$

$$t_{0-1-4-7-12-15-19-26-27} = 10+2+7+10+10+6+4+5=48,$$

Тривалість критичного шляху $T_{кр}$ визначається як сума тривалості робіт, що лежать на максимальному шляху між вихідною і кінцевою подією.

$$T_{кр} = t[L(J-C)_{\max}]. \quad (5.1)$$

Отже, довжина критичного шляху $T_{кр} = 79$ дні.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок параметрів сіткового графіку

Код роботи $i-j$	T_{pj}	T_{nj}	R_j	T_{pnij}	T_{poij}	T_{pnij}	T_{noij}	R_{nij}	R_{oij}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	10	10	0	0	10	10	0	0	0
1-2	17	17	0	10	17	17	10	0	0
1-3	20	39	19	10	20	39	29	19	0
1-4	14	40	26	10	14	40	36	26	0
2-5	27	27	0	17	27	27	17	0	0
3-6	27	45	19	20	27	46	39	19	0
4-7	21	44	23	14	21	44	37	23	0
5-8	33	33	0	27	33	33	37	10	10
5-9	30	37	7	27	30	37	34	7	0
6-10	29	51	22	27	29	51	49	22	0
6-11	33	52	19	27	33	52	46	19	0
7-12	31	57	26	21	31	57	47	26	0
8-13	39	39	0	33	39	39	33	0	0
9-13	39	39	0	30	32	39	37	7	7
10-14	38	57	19	29	35	57	51	22	3
11-14	38	57	19	33	38	57	52	19	0
12-15	41	67	26	31	41	67	57	26	0

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13-16	44	44	0	39	44	44	39	0	4
13-17	45	60	15	39	45	60	54	15	0
14 – 18	48	67	19	38	48	67	57	19	0
15-19	47	73	26	41	47	73	67	26	0
16 – 20	58	58	0	44	58	58	44	0	0
17-22	51	66	15	45	51	63	57	15	0
18 -24	54	73	19	48	54	66	60	19	0
19-26	77	77	0	47	51	74	70	20	20
20-21	63	63	0	58	63	63	58	0	0
20-23	69	69	0	58	65	69	62	4	4
21-23	69	69	0	51	69	69	63	12	12
22 – 23	69	69	0	54	54	69	66	12	12
23 – 25	74	74	0	69	74	73	69	0	0
24 – 25	74	74	0	54	55	74	73	19	19
25-26	77	77	0	74	77	77	74	0	0
26 – 27	82	82	0	77	82	82	77	0	0

Розрахунок витрат на розробку та впровадження проектного рішення.

Витрати на розробку та впровадження проектного рішення (К) становлять

$$K = K_1 + K_2, \text{ грн.};$$

д: K_1 – витрати на розробку проектного рішення; K_2 – витрати на впровадження.

Витрати на розробку проектного рішення (K_1) вимагають витрат на:

1. Оплату праці розробників;
2. Відрахування ЕСВ (V_{ϕ});
3. Куповані вироби (Π_a);
4. Придбання спец.обладнання для експерименту ($Об_c$)
5. Накладні витрати (Н)
6. Інші витрати (I_B),

$$K_1 = 3 + V_{\phi} + \Pi_a + Об_c + Н + I_B$$

Для проведення розрахунків заробітної плати необхідно визначити спеціальність розробників, які беруть участь у процесі проектування, чисельність спеціалістів,

Кошторис витрат на НДР та ДКР включає в себе такі статті витрат:

- 1) оренда обладнання;
- 2) оренда службових приміщень;
- 3) фонд заробітної плати;
- 4) основні матеріали;
- 5) витрати на енергію та воду;
- 6) Відрахування в ЕСВ (22%)
- 7) витрати на відрядження.
- 8) накладні витрати;

Виходячи з того, що кошторис витрат на НДР та ДКР включає вище вказані пункти, підрахуємо їх, враховуючи дану ситуацію, а саме:

тривалість робіт при дослідженні процесів виводу повітря з салону автобуса складатиме 82 днів по 8 годин, тобто 656 годин в цілому;

вартість оренди приміщення в місяць дорівнює 3000 гривень, оренди комп'ютера, включаючи його програмне забезпечення, дорівнює 1000 гривень;

вартість використання інформації в інтернаті становить 60 гривень за годину, кількість годин користування складатиме 56 годин;

при виконанні даного об'єму робіт заняті наступні виконавці: інженер-дослідник (магістр) , його керівник і консультант з наукової частини (керівник магістерської роботи), лаборант,інженер-механік,то для них денна ставка заробітної плати відповідно становитиме 231,3грн. ,966,7 грн.,104,2 грн.225 грн. (при 8-ми годинному робочому дні);

витрати на енергію складуть за 656 годин 2 кВт по1,68 гривні за 1 кВт. Розрахунки заробітної плати наведемо в таблиці 3.3.

Розрахунок заробітної плати. В статтю включається заробітна плата всіх категорій працівників, які безпосередньо зайняті в процесі проведення всіх етапів НДДКР. Розмір заробітної плати розраховується на основі трудомісткості відповідних робіт у людино-днях і середньоденній заробітній платі кожної категорії виробничого персоналу.

Вихідні дані й результати розрахунку заробітної плати наведені в табл.

5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок заробітної плати виробничого персоналу

№ п/п	Посади працівників	Денна ставка в грн..	Трудомісткість роботи (в людино-дні}	Сума зарплати у грн..
1	інженер-дослідник (дипломник)	231,3	82	18966,6
2	лаборант	104,2	10	1042
3	інженер-механік	225	12	2700
4	керівник	966,7	4	3866,8
5	консультант	625	1	62,6
	Разом			26638

Розрахований у такий спосіб фонд включає основну й додаткову зарплату, тому що премії даним працівникам виплачуються з фондів преміювання.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення НДР та ДКР

№ п/п	Стаття витрат	Вартість в гривнях
1	Оренда обладнання (комп'ютер)	176
2	Оренда службових приміщень	7500,0
3	Фонд заробітної плати (ФЗП)	266378
4	Основні матеріали (в даному випадку це папір, ручки, олівці, ватман для креслення, його видрук, тощо)	100,0
5	Витрати на енергію	2204
6	Відрахування в фонд єдиного соціального внеску	58601
7	Витрати на відрядження (в даному випадку це витрати на користування Інтернетом)	3360
8	Накладні витрати (45% від п.3)	11987
	Всього	57825

Згідно проведених розрахунків витрати на НД та ДК робіт при дослідженні процесів виводу повітря з салону автобуса і виготовлення взірця з його випробуванням складуть 57825,0гривень.

5.2 Науково-технічна ефективність НДР

В зв'язку з тим, що з всього комплексу НД і ДК робіт нами виконувалися тільки пошукові роботи і важко визначити подальші терміни і об'єми робіт ми додатково визначили науковий ефект наших робіт. Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, дуже складна, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелика. Оскільки дана магістерська робота є саме такою роботою, то необхідно визначити науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний прогрес оцінюється коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($A_{н-т}$) за допомогою формули:

$$A_{н-т} = (\sum A_3 \times A_{ij}) / (\sum A_3 \times A_{ijmax})$$

де A_3 – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності; A_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами i -му фактору; A_{ijmax} – максимально можливе значення балу; i – порядковий номер фактору; j – відповідна характеристика i -го фактора.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків науково-технічної ефективності

№	Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок				A_3
			Експертні оцінки			A_{ij}	
			1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Новизна очікуваних або одержаних результатів	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	2	3	3	2,5	0,25
2	Глибина наукового опрацювання	Виконані теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	4	3	4	3,7	0,16
3	Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості теоретичних задач	6	4	4	4,7	0,09

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Перспективність використання результатів	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень	4	4	3	3,7	0,25
5	Масштаб можливої реалізації результатів	Строк впровадження до 6 років	3	3	3	3	0,15
6	Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розглянутий аналіз	5	4	4	4,3	0,10

Висновок до розділу

Під час розрахунку економічної ефективності ми визначили витрати на проведення НДР, науково-технічну ефективність НДР, зробив таблички з результатами дослідження науково-технічної ефективності, заробітної плати виробничого персоналу та кошторис витрат на проведення ДР та ДКР.

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Об'єкт дослідження – процес обґрунтування набору технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Предмет дослідження – набір технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Методи досліджень проведені на наукових підходах теорії експлуатаційних властивостей спеціальних автомобілів з урахуванням технологічного обладнання встановленому на ньому.

Відповідно до поставленої мети, у кваліфікаційній роботі проведено огляд підмітально-прибиральних машин наведена їх класифікація.

Здійснений вибір принципової схеми машини, проведено розрахунок основних параметрів робочого обладнання, розрахунок зусиль гідроциліндрів технологічного обладнання, а також обґрунтовано набір технологічного обладнання підмітально-прибиральної машини.

Під час дослідження ефективності роботи підмітально-прибиральної машини отримана залежність ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини.

Встановлено, що ефективність прибирання при підвищеній поступальної швидкості машини знижується. При підвищенні лінійної швидкості щітки значно збільшується ефективність прибирання. Таким чином, якість прибирання залежить від збільшення робочої швидкості щітки. Для збільшення продуктивності, доцільно підвищувати швидкість поступального переміщення машини.

Таким чином, дотримуючись балансу потужності двигуна, вибираючи раціональні режими роботи, досягається максимально ефективна експлуатація підмітально-прибиральної машини.

Отримані залежності ефективності прибирання від лінійної швидкості щітки і поступальної швидкості машини, залежність потужності двигуна від

місткості бункера, взаємозв'язок між масою машини і потужності її двигуна, маси машини від місткості бункера..

У розділі охорона праці наведені шкідливі та небезпечні фактори під час експлуатації підмітально-прибиральної машини, а також правила пожежної безпеки у транспортному засобі та біля нього.

Під час розрахунку економічної ефективності ми визначили витрати на проведення НДР, науково-технічну ефективність НДР, зробив таблички з результатами дослідження науково-технічної ефективності, заробітної плати виробничого персоналу та кошторис витрат на проведення ДР та ДКР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баладінський В.Л. Будівельна техніка: підручник / В.Л. Баладінський, І.І Назаренко, О.Г. Онищенко. КиївПолтава: КНУБА-ПНТУ, 2002. 463 с., іл.
2. Русан І.В. Механізми і устаткування транспортуючих машин: Навчальний посібник. / І.В. Русан, О.М. Гаркавенко, О.Ю. Вольтерс. К.: КНУБА, 2007. 240 с.
3. Приймаченко О.В. Утримання вулично-дорожньої мережі міста: навч. посіб. К.: КНУБА, 2014. 100 с.
4. Линник І.Е. Утримання і ремонт міських вулиць та доріг: навч. посіб. / І.Е. Линник. – Харків: ХДАМГ, 2001. 127 с.
5. Фурманенко О.С. Прибирання та санітарне очищення населених місць / О.С. Фурманенко, І.С. Петухова, М.С. Мурза. К.: Будівельник, 1991. 144 с.
6. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. К.: Мінбудархітектури України, 1993. 110 с.
7. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники тракторів і автомобілів: Практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2018. 173 с. Депоновано в Державній науково-технічній бібліотеці України 28.03.2018, №101 РІД/Ук 2018 (з оприлюдненням). Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gntb.gov.ua>].
8. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники автомобілів: Практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2019. 171 с. Депоновано в Державній науково-технічній бібліотеці України 20.03.2019, №136 – РІД(н)/Ук – 2019 (з оприлюдненням). – Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gntb.gov.ua>].
9. Мартин, Євген Володимирович, and В. І. Небелюк. "Організація діяльності добровільної пожежної охорони відповідно до ергономічних вимог." (2016).

10. Економіка підприємства: Навчальний посібник. / Ред. Л. М. Гаєвська. Ірпінь 2001. 145 с.
11. Економіка підприємства: Підручник. / За ред. С. Ф. Покропивного. К.: КНЕУ, 2000. 528 с.
12. Гаркавенко С.С. Маркетинг: Підручник для студ. екон. спец. вищ. навч. закл. - 4-е. вид., доп. К.: Лібра, 2006. 717 с.
13. Олег СУКАЧ, Олег МИРОНЮК, Віктор ШЕВЧУК. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
14. Пістун І.П., Березовецький А.П., Городецький І.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Львів: «Тріада плюс», 2009. 320 с.
15. Сахно В. П. Експлуатаційні властивості автомобілів / В. П. Сахно. К.: Видавництво «КВІЦ», 2006. 174 с.
16. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В. та ін. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене. К.: Арістей, 2006. 296 с.