

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему **«Удосконалення навісної лопати трактора для очищення
дорожнього покриття»**

Виконав: студент II курсу групи Маш-
22сп

Спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

(шифр і назва)

Назар ОНИШКІВ

(Ім'я та прізвище)

Керівник:

Сергій БАРАНОВИЧ

(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Онишківу Назару Романовичу

1. Тема роботи: **“Удосконалення навісної лопати трактора для очищення дорожнього покриття”**

Керівник роботи: Баранович Сергій Миколайович, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 23.06.2023 року

3. Вихідні дані: довідкова література, каталоги, методики розробки технологічних процесів виконання дорожніх робіт і очищення дорожнього покриття, типові технологічні операції з застосуванням навісних лопат, інструкції з охорони праці та захисту довкілля, методики визначення економічної ефективності впровадження нової технології у виробництво.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

Вступ.

1. Аналіз конструкцій навісних лопат тракторів і автомобілів.

2. Конструкторська розробка лопати навісної.

3. Охорона праці.

4. Економічна ефективність від вдосконалення лопати навісної.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Огляд технологічних операцій з застосуванням навісних лопат - 1-ий аркуш.
2. Трактор з навісною лопатою - 2-ий аркуш.
3. Загальний вигляд навісної лопати - 3-ий аркуш.
4. Робочі креслення вузлів і деталей лопати навісної – 4 -ий арк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,4	Баранович С.М. к.т.н., в.о. доц. кафедри машинобудування			
3	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційої роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про вико- нання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз конструкцій навісних лопат тракторів і автомобілів».</i>	<i>23.01.23-17.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Конструкторська розробка лопати навісної».</i>	<i>20.02.23-17.03.23</i>	
3.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці».</i>	<i>20.03.23-05.05.26</i>	
4.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність від вдосконалення лопати навісної».</i>	<i>29.05.23-02.06.23</i>	
5.	<i>Завершення оформлення графічного матеріалу роботи.</i>	<i>05.06.23-16.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому.</i>	<i>19.06.23-23.06.23</i>	

Студент _____ Назар ОНИШКІВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Сергій БАРАНОВИЧ
(підпис)

Удосконалення навісної лопати трактора для очищення дорожнього покриття.

Онишків Назар Романович – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

Кваліфікаційна робота: 49 с. текст. част., 5 рис., 3 табл., 21 джерело, 5 арк. формату А1.

Приведено аналіз машин для формування, ремонту і прибирання дорожнього полотна, формування укосів, ремонтних робіт, обґрунтовано актуальність теми, мету і завдання проекту. На основі проаналізованих даних спроектовано робоче обладнання з жорстким робочим органом та гідравлічним приводом для формування укосів і прибирання доріг на базі трактора. Проведено розрахунки основних елементів розробленого пристрою, розраховано необхідне зусилля в гідрообладнанні.

В розділі охорона праці проведено аналіз формування та виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу прибирання дорожнього полотна, формування укосів, ремонтних робіт, за допомогою бульдозера на базі трактора.

В економічній частині приведений розрахунок економічного ефекту даного проекту, а також розрахований термін окупності капітальних вкладень. Розраховано техніко-економічні показники впровадження проекту в виробництво, зокрема рентабельність, термін окупності.

ЗМІСТ

	ст.
Вступ	
1. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ	10
1.1. Робочий цикл бульдозера	10
1.2. Вибір кута врізання лопати	12
1.3. Операції набору призми волочіння	13
1.4. Відсипання, розподіл і укладання ґрунту	15
1.5. Аналіз машин для виконання земляних робіт	17
1.6. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	22
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	23
2.1. Розрахунок основних параметрів відвалу	23
2.2. Розрахунок тягових характеристик бульдозера	25
2.3. Опис гідросистеми бульдозера	29
2.4. Підбір і перевірка гідравлічного циліндра бульдозера	28
2.5. Розрахунок гідро циліндра на міцність	32
2.6. Розрахунок шарнірного з'єднання	33
2.7. Розрахунок зварного з'єднання	33
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	36

3.1.	Організація роботи служби з охорони праці	36
3.2.	Розробка травмо-небезпечних та аварійних ситуацій	37
3.3.	Техніка безпеки при роботі на бульдозері	38
3.4.	Розрахунок стійкості бульдозера до перекидання	39
4	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	43
4.1.	Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на експлуатацію бульдозера з вдосконаленим відвалом	43
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	47
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	48

Вступ

Технічний рівень дороги обумовлює зручність та ефективність руху, а також собівартості перевезень.

Прибирання доріг це технологічний процес дуже трудомісткий, що вимагає переміщення великих об'ємів ґрунту, матеріалів і виконання великого виконання робіт щодо їх перевезення .

Існують декілька форм організацій прибирання доріг що використовують відповідний парк техніки. В усіх теперішніх дорожньо-ремонтних організацій існуючі автогрейдери і бульдозери, скрепери та інші види дорожньої техніки не забезпечують необхідної продуктивності та якості прибирання. Тому технічний прогрес, особливості проведення господарських робіт в складних умовах сьогодення передбачають створення новітніх взірців дорожньої техніки із високим техніко економічних показників.

Зараз близько 95% проведення земляних робіт і робіт по прибиранню в будівництві доріг проводиться способом механічним. Під час виконання таких робіт використовується широка номенклатура різних по призначенню, конструкції і принципу роботи машин, які розділяються на такі машини: землерийно-транспортні машини; для підготовчих ґрунтових робіт; екскаватори; машини бурильні; для без траншейної прокладки комунікацій; для гідромеханічного розроблення ґрунту; для ущільнення розпушеного ґрунту; для прибирання дорожнього покриття.

Машини, які здійснюють розробку і згрібання ґрунтів можуть працювати за трьома основними способами: механічним, під час якого ґрунт відділяється від масиву пасивними і приводними (активними) ріжучими органами (ножами, зубами, шкрябаннями, клинами, різцями, фрезами і т. п.); гідромеханічним або комбінованим

В теперішніх умовах актуальним і одним із логічних рішень підвищення ефективності експлуатації машино-тракторного парку є його модернізація

обладнання. Тому нашою метою є модернізація обладнання дорожньої техніки для будівництва та ремонту дорожнього полотна на базі трактора.

Для цього необхідно проаналізувати технологію проведення земляних робіт під час прибирання будівництва та ремонту доріг, особливості їх експлуатації, вивчити конструкції робочого обладнання дорожньої техніки, на підставі результатів аналізу даного питання запропонувати модернізацію робочого обладнання.

1.ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОДІТ

1.1. Робочий цикл бульдозера

Робочий цикл бульдозера складається з копання ґрунту під час робочого ходу з і його переміщенням, зупинки для зміни напрямку руху, зворотного (холостого) ходу в початкове положення і зупинки для перемикавання руху на передній хід. Іноді в робочий цикл включається маневрування, яке необхідне, якщо потрібний наступний робочий хід почати з іншого місця.

Робочий хід є найбільш складним елементом робочого циклу. При робочому ході здійснюють врізання лопати в ґрунт, набір об'єму ґрунту (призми волочіння) перед відвалом, його переміщення на певну відстань з безперервним підрізуванням ґрунту для компенсації втрат ґрунту в бічні валики і розподіл або укладання ґрунту в необхідному місці.

Процес врізання відвала у ґрунт та набір призми волочіння (рис. 1.1) в залежності від виду ґрунту, стану рівності та ухилу поверхні і інших умов виконують за трьома найбільш поширеними схемами.

На рівній поверхні різко заглиблюють відвал на максимально можливу глибину врізання та поступово його піднімають через зростання призми волочіння (рис. 1.1, *а*).

Під час роботи з достатньо великим ухилом, коли маса машини відповідає врізанню та копанню і набирання призми волочіння можуть здійснюватися з майже постійною глибиною різання (рис. 1.1, *б*).

Практично із-за нерівностей поверхні ґрунту, на якій проводять роботи бульдозерні, і неточності управління відвалом, пов'язаною з наявністю ланок еластичних у підвісці коліс або гусениць трактора, врізання в ґрунт і набір призми волочіння проводять по ступінчастій схемі (рис. 1.1, *в*) з частим підніманням і повторним його врізанням.

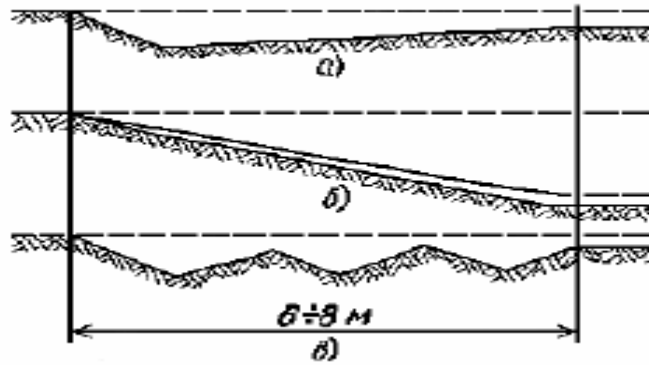


Рисунок. 2.1. Врізання відвала в ґрунт з набором призми волочіння:
a – з поступовим заглиблення відвала; *б* – з постійною глибиною різання;
в – із ступінчастим врізанням відвала.

Найдоцільніше виконувати цю операцію, як і всі бульдозерні роботи, під ухилом. На відстанях 6...8 м (рідкісні 10 м) набирають максимальний об'єм ґрунту впереді відвалу. Тоді швидкість руху бульдозера під час врізання і наборі вказаних причин не повинна бути більшою за 2,5...3,5 км/год. Збільшення швидкості вищезгаданих меж призводить до зайвої стомлюваності оператора і не сприяє високій продуктивності. За менших нерівностей які залишається після проходу бульдозера, легше виконувати подальші проїзди. Тому під час набору призми волочіння, а також під час подальшого її переміщення прагнуть залишати що найменше нерівності на поверхні покриття. Управління відвалом можна істотно полегшити шляхом використання відносно простих способів. Коли передня частина трактора у процесі встановлення призми волочіння або вона починає підніматися вгору, тоді опускають відвал. Коли передня частина трактора поченає опускається, піднімають відвал і в тому, і в другому випадках піднімати або опускати відвал необхідно лише так, щоб відбулася компенсація переміщення переду трактора.

Лопата володіє самозаглиблюючою властивістю, відповідно після заглиблення відвалу виникають сили опору, намагаючись його заглибити далі. Тому найбільшою за частотою операцією по управлінню відвалом є підйом

його. За канатно-блокового управління для швидкого підйому відвала канат підтримують у навантаженому стані. У всіх випадках при управлінні еластичні ланки підвіски завжди порушують точність управління лопатою через деформацію під час врізання лопати і пружної дії підвіски під час заглибленні.

1.2. Вибір кута врізання лопати

Кут врізання лопати вибирають відповідно до ґрунтових умов. Тому збільшення кута врізання в порівнянні з оптимальним, рівним 55° , знижує самозаглиблюючи дію відвала, і полегшує врізання в тверду поверхню і роботу під час «плаваючого» положення лопати, але зменшує робочу швидкість, підвищує енергоємність процесу і витрату палива. Зниження кута врізання сприяє підвищенню самозаглиблюючій дії, гірше врізання в твердий ґрунт і роботи у «плаваючому» положенні лопати, но знижує енергоємність копання і тим самим знижується витрати палива. У першому випадку відвал більше залипає, чим в другому.

При роботі на кускових і сипких матеріалах рекомендується зменшувати кути врізання, але на легких, в'язких – збільшувати. В більшості випадків робота з кутом різання 55° дає кращі результати. Процес врізання в твердому ґрунті полегшують шляхом застосування гідравлічного механізму перекосу відвала. Механізм дозволяє також коректувати прямолінійність руху при набиранні або переміщенні ґрунту, вивільняючи від цих операцій механізми повороту базової машини.

Переміщення шару ґрунту перед відвалом екскаватора без додаткового врізання практично можливе лише за таких сприятливих умов:

- наявність у траншеї стінок або валків ґрунту, які заважають відходу ґрунту із призми волочіння в сторони від відвала екскаватора;
- рівній і твердій поверхні, яка дозволяє відвалу екскаватора в положенні «плаваючому» не врізатися у ґрунт;
- відсутності підйомів ґрунту;

- рівномірному завантаженню відвалу по довжині, що дає можливість без поворотів працювати.

У таких умовах під час переміщення ґрунту можна використовувати більші швидкості руху для врізання і набору ґрунту. Вказані умови зустрічаються порівняно нечасто, тому операцію переміщення найчастіше виконують із швидкістю 2,5...3,5км/год.

1.3. Операції набору призми волочіння

За відсутності вказаних вище умов і роботі на поверхні об'єм ґрунту перед відвалом екскаватора пропорційний глибині врізання. Через це переміщення ґрунту виконують з додатковим безперервним різанням ґрунту, але призму волочіння можна набирати і на незначні відстані. Без додаткового підрізування ґрунту призма волочіння, що набирається втрачається на ділянці 6...8 м.

Операції набору і переміщення – найбільш важкі з погляду управління машиною. За годину роботи машиністові бульдозера доводиться до 1000...1500 разів управляти відвалом при гідроправлінні і до 800...1100 разів – при канатно-блоковому управлінні. Майже всі ці операції по управлінню відвалом припадають на набір і переміщення ґрунту.

Існує декілька способів, сприяючих підвищенню продуктивності і зменшенню стомлюваності машиніста при переміщенні ґрунту (рис. 1.2). Першою є робота бульдозера по одному сліду (рис. 1.2, *а*), коли бульдозер проходить декілька разів по одному і тому самому місцю. Що утворюються під час одного–двох перших проходів, бічні валики під час подальших проходів перешкоджаючи відходу ґрунту із відвала чим збільшують об'єм ґрунту у призмі волочіння.

Ще існує ефективніший другий спосіб – робота в траншеї (рис. 1.2, *б*). За такого способу малі відстані між стінками траншеї та лопатою бульдозера обмежують відхід ґрунту у сторони і забезпечують його накопичення перед

відвалом. Переважна більшість робіт з землею (до 70%) бульдозери здійснюють траншейним способом.

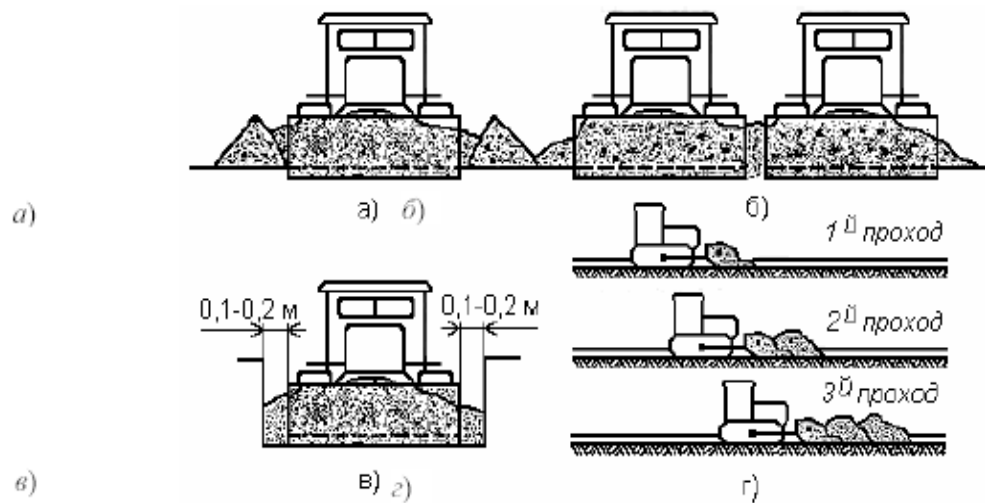


Рисунок 2.2- Переміщення призми волочіння:

а – по одному сліду; *б* – в траншеї; *в* – двома паралельно рухомими бульдозерами; *г* – з двома і трьома призмами волочіння.

Використовується також спарена робота бульдозерів (рис.1.2, *в*), за якої два-три бульдозери роблять робочий хід поряд із невеликою дистанцією між їх лопатами. У такому випадку потрапляння ґрунту в бічні валки між лопатами майже виключаються.

Ефективний спосіб переміщення потрійної та подвійної призми волочіння на частини робочого ходу (рис. 1.2, *г*). В цьому випадку призму волочіння, набрану під час першого проходу, не зміщують до кінця, а лишають на середині робочого ходу. Набрану під час другого проходу призму переміщують до того ж місця; бульдозер, переміщує подвійну призму волочіння. Так само повторюється під час третього проходу, після цього ґрунт переміщують до місця укладання.

Різновид такого способу – це робота через вал, яка здійснюється при русі під нахилом і особливо при необхідності переміщення ґрунту під крутий укос. В цьому випадку ґрунт під час кожного проходу не переміщують відразу під

укос. Першу утворену призму волочіння розміщують на певній відстані від обриву, але всі наступні (до 3–4) розміщують впритул до неї. Зрізаний ґрунт, переміщений в кожен наступний прохід, переміщують через валок ґрунту від попереднього проходу бульдозера.

Великий валок ґрунту, який утворюється, просто зіштовхують під укiс проходом останнім. Цей спiсiб забезпечує безпеку роботи, оскiльки пiд час цього не потрібно, пiдходу бульдозера близько до краю укосу або ухилу.

Великого ефекту можна досягнути використанням подовжувачiв, закрилок i розширювачiв. Закрилки застосовують пiд час роботи на легких, сухих ґрунтах легких сланцiв, вапнякiв. Їх не можна використовувати на дуже вогких ґрунтах, тому що вони сприяють налипанню вiдвала i отже, зниженню продуктивностi на 5...15 %.

Подовжувачi використовують при перемiщеннi по одному слiду таких корисних копалин, як кам'яне i буре вугiлля з низькою щiльностю. Застосування подовжувачiв на ґрунтах не дає ефекту, оскiльки стiйкiсть бульдозера при прямолiнiйному русi i керованiсть лопатою iстотно погiршуються. Розширювачi з нерухомим жорстким прикрiпленням до вiдвала при роботi в легких ґрунтових умовах пiдвищують продуктивнiсть на 20...35 %. Недоцiльно застосовувати розширювачi на важких, навiть розпушених скельних породах i материалах. Ножi розширювачiв розташовують на 50 ... 100 мм вище за рiжучу кромку лопати. Управлiння вiдвалом при роботi на нерiвнiй поверхнi або на важких породах утруднено, оскiльки кiнцi розширювачiв зачiпають за ґрунт. Гiдрокерування розширювачами, що можна встановити з кабiни машини встановлювати пiд деяким кутом його до вiдвалу, i також у неробоче положення (за умови коли вони поверненi назад та майже не виходять за габаритнi розмiри лопати), дають ефект в будь-яких умовах, виключаючи роботу на важких скельних розпушених породах кар'єрiв.

1.4. Вiдсипання, розподiл i укладання ґрунту

Відсіпання, розподіл і вкладання ґрунту на завершені робочого ходу бульдозера проводять під час руху. В залежності від призначення ґрунту використовують різні способи. Дуже часто пошарове відсіпання ґрунту застосовують із розрівнюванням його переднім або заднім ходом (рис. 1.3, а і б). У таких випадках потім ґрунт ущільнюють. Шар відсіпання складає 0,20 ... 0,25м. Пошарове відсіпання під час перших проходів може супроводжуватися з одночасним вирівнюванням поверхні ґрунту з тим, що зрізає горби із засипкою западин на поверхні (рис.1.3, в).

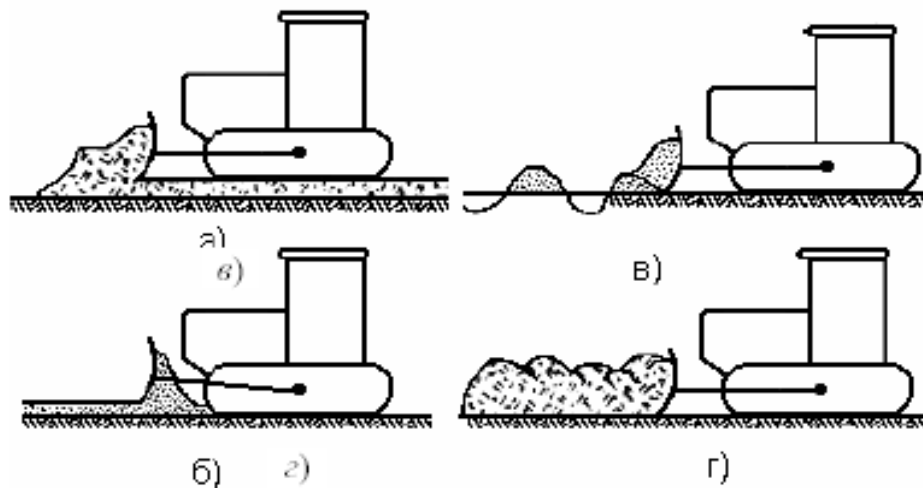


Рисунок. 1.3 Розподіл і укладання ґрунту:

а – пошарове відсіпання з розрівнюванням переднім ходом; *б* – пошарове відсіпання з розрівнюванням заднім ходом; *у* – відсіпання з одночасним плануванням; *г* – укладання валами в притиск.

При переміщенні ґрунту в кавальєр або в насип з подальшим ущільненням трамбуючи ми машинами ґрунт можна укладати з притиском призми волочіння до раніше укладеного ґрунту (рис. 2.3, г).

Зупинки і перемикання на передній і задній хід (після зворотного та робочого ходів) застосовують для одночасного встановлення відвала в потрібне

положення, тобто для його опускання або підйому. За механічної трансмісії перемикання передачі вимагає 3-4 с, за гідромеханічної і електричної – 1-2 с. За умови поєднання операції час зупини складе 4-6 с у першому випадку і 2-3 с – у другому.

Зворотній (холостий) хід виконують з можливо більшою швидкістю, забезпечуваною підвіскою коліс або гусениць базової машини. Із-за нерівностей поверхні ґрунту, всяких перешкод руху (наприклад валиків ґрунту, стінок траншеї,) швидкість ходу назад найчастіше знаходиться у межах 5-8 км/год.

Оскільки рух на великих швидкостях переднім і заднім ходом є утруднено, розвороти на завершенні робочого ходу для руху в зворотньому напрямку переднім ходом недоцільні навіть під час достатньо великих відстаней переміщень. Час, який витрачається на повороти, не окуповуються за рахунок підвищення швидкості заднього ходу. Тому задній хід в більшості випадків виконують на передачі зворотнього ходу.

За вище описаною схемою працюють бульдозери, із неповоротним, і з поворотним (під час прямої установки) відвалом. Бульдозери із поворотним відвалом, близько 70-80% часу експлуатуються з прямою установкою відвала. Особливості в роботі цих бульдозерів спостерігаються тільки при роботі косо встановленим відвалом. Продуктивність бульдозерів визначається об'ємом переміщеного ґрунту і часом робочого циклу. Чим більший об'єм переміщеного ґрунту, чим вище за швидкість робочого і зворотного ходів і менше час зупинок, тим вище продуктивність.

1.5. Аналіз машин для виконання земляних робіт

Технічний прогрес і що сприяє зростанню продуктивності праці у будівництві та прибиранні доріг значно залежать від рівня механізації операцій певного виробництва. На даний час ведеться робота із таких основних напрямків: розроблення парку машин, які забезпечують підвищення

продуктивності та потужності (через впровадження новітніх двигунів і гідравлічного обладнання збільшеного тиску); збільшення частки виробництва (через використання одного виконавчого органу в десятках потрібних операцій на будівельному майданчику); збільшення виробництва спеціальної техніки, яка забезпечує швидкісне будівництво; підвищує технічний рівень і ефективність використання машин та оснащення системами автоматизації управління даних машин із використанням мікропроцесорної техніки, виготовлення нових взірців будівельних маніпуляторів та автоматизованих пристроїв, які забезпечують підвищення безпеки та якості певних робіт, зменшення енерговитрат, покращення економічних показників та зменшення кількості обслуговуючого персоналу.

Земляні роботи - одні із самих масових процесів у будівництві та прибиранні доріг. Для будівництва 1 м^3 промислової або громадянської споруди приходить здійснювати біля $1,5^3 \dots 2,0^3$ чи $0,5^3$ земляних робіт. Ціна земляних робіт становить 10 ... 15% загальної вартості робіт. В процесі будівництва необхідно проводити різні земляні роботи: копання котлованів, виямок, траншей, виготовлення насипів, підсипання дорожнього полотна, траншей, посипання поверхні, зворотнє засипання котлованів і траншей, ущільнення ґрунтів.

Для механізації виконання земляних робіт і робіт по прибиранню крім бульдозерів, екскаваторів скреперів, розпушувачів, грейдерів використовуються спеціальні машини. Такі машини застосовуються для планування дорожнього полотна, зведення насипів, укосів, а також для переміщення ґрунту на певні відстані. Вони бувають спеціалізовані та універсальні самохідні. Останні представляють собою частіше всього колісну або гусеничну машину, яка оснащена одним або декількома змінними робочими органами.

Основною конструктивною ознакою будь-якої машини є наявність трьох основних елементів: виконавчого механізму (робочого обладнання), передаточного механізму (трансмисії) та двигуна (силової установки). Двигун,

передаточний механізм та засоби керування складають привід машини. Найбільш часто у будівельних та дорожніх машинах використовують механічний і гідравлічний приводи.

Застосовують бульдозери для розробки пошарової та переміщення ґрунтів I..IV-ї категорії, і заздалегідь розпушених мерзлих і скельних ґрунтів. Із їх допомогою проводять планування майданчиків будівельних, насипання буртів ґрунтів, розробку виїмок і котлованів, нарізку на узгір'ях терас, розрівнювання ґрунтів, які відсипається іншими машинами, викопування траншей під комунікації та фундаменти, засипання ям, траншей, ровів, котлованів і пазух фундаменту в будівель, очищення територій від снігу, чагарників, пнів, каменів, дрібних дерев та сміття будівельного та інше. Часте застосування бульдозерів під час будівництва визначається простотою їхньої конструкції, економічністю і надійністю під час експлуатації, високою продуктивністю, універсальністю і мобільністю.

Бульдозери (рис. 1.4) є навісним устаткуванням на базі гусеничного або пневмоколісного трактора (тягач двовісний колісний), який складається з відвала 1 з ножами, штовхає пристрій, що має вигляд брусів 6 або рами 7 та гідросистему управління відвалом. Новітні бульдозери є конструктивно подібними машинами на базі трактора і навісне устаткування які є широко уніфіковані. Основний параметр бульдозерів це — тяговий клас, який визначається базовим трактором (тягачем).[15]

Технічна характеристика трактора МТЗ-80

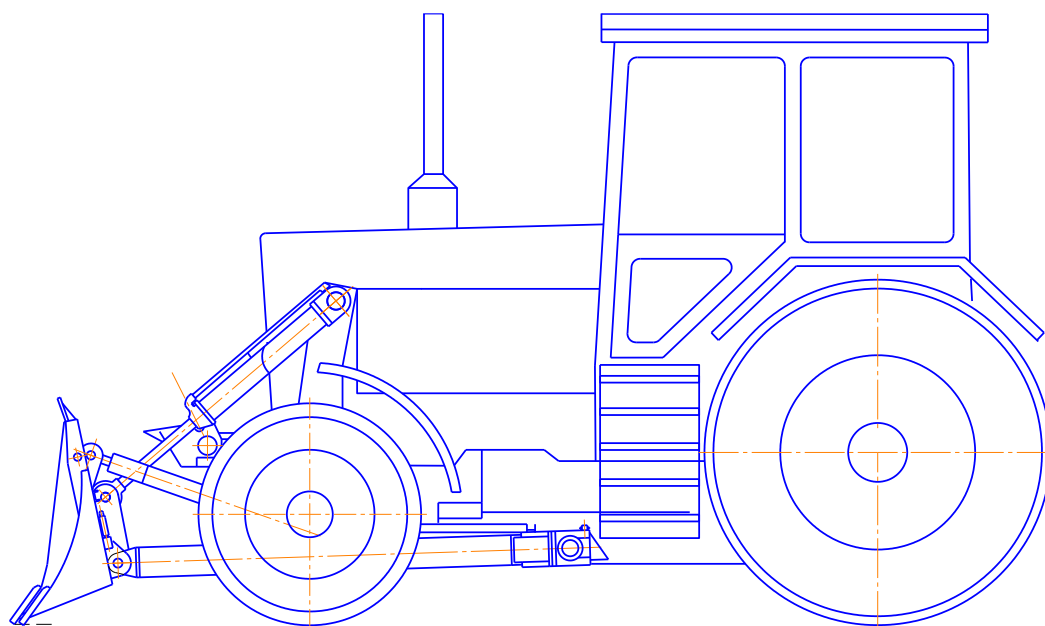


Рисунок. 1.4. Трактор МТЗ-80

Трактор МТЗ-80 призначений для роботи в агрегаті з будівельними, дорожніми, сільськогосподарськими знаряддями. Широко використовується для робіт на будівництві і ремонті доріг.

Завод виробник - Мінський тракторний завод, початок виробництва - 1964 рік.

Номінальне тягове зусилля, кН	14
Маса трактора конструктивна, кг	3160
Число передач:	
.. вперед	9
..назад	2
Діапазон швидкостей, км/год:	
вперед	2,5 - 33,38
назад	5,26 - 8,97
Колія, мм	1400 - 2100
База, мм	2370
Дорожній проясвіт, мм	470
Тиск в шинах коліс, МПа	0,08 – 0,25
Марка двигуна	Д-240

Тип двигуна згорання (у поршні)	4-циліндровий, чотиритактний з неподіленою камерою
Номінальна потужність при 2200 об/хв,	55,16кВт
Запас крутного моменту, %, не менше	10
Питома витрата палива двигуна,	251,6 г/кВт
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	125
Ємкість паливного бака, л	130
Пуск двигуна	пусковим двигуном

Класифікують бульдозери за призначенням, тяговому класу та типу пристрою ходового базової машини, типу системи управління відвалом і конструкції робочого органу. За призначенням бульдозери розрізняють за призначенням загального, використовувані для проведення основних видів транспортноземлерийних та допоміжних робіт в будь-яких ґрунтових та кліматичних умовах, та спеціальні, вживані для виконання робіт цільових в специфічних технологічних або ґрунтових умовах. До останніх відносять штовкачі бульдозери, підземні та підводні бульдозери. В залежності від тягового класу (номінального тягового зусилля) машин базових бульдозери поділяють на малогабаритні (до 0,9 клас), легкі (1,4...4 класів), середні (6...15 класів), важкі (25...35 класів) і надважкі (понад 35 класу). За типом ходової частини бульдозери поділяються на пневмоколісні та гусеничні. За конструкцією робочого органу бульдозери розрізняють з неповоротним відвалом, постійно розташованим перпендикулярно поздовжній осі базової машини, та із поворотним відвалом, що може встановлюватися перпендикулярно або під кут до 53° в обидві сторони до поздовжньої осі машини. За системою управління відвалом розрізняють бульдозери з механічним (канатно-блоковим) і гідравлічним управлінням. За канатно-блокової системи управління здійснюється зубчато-фрикційною лебідкою через тросовий поліспаст, опускання відбувається під дією сили тяжіння, що

діє на відвал. За гідравлічної системи управління опускання і підйому відвала здійснюються одним або двома гідравлічними циліндрами двосторонньої дії.

Використання спеціалізованих машин для прибирання і ремонту доріг, як зазначалось вище, тягне за собою додаткові фінансові витрати та залучення допоміжної обслуговуючої техніки. Крім того, теперішнє застосування техніки потребує маневрової, малогабаритної та потужної техніки. Проте нинішній стан держави не дозволяє виготовляти абсолютно нову техніку та робоче обладнання до неї. В зв'язку з тим багато машинобудівних заводів здійснюють модернізацію вже існуючих машин.

Тому, для підвищення ефективності використання універсальних самохідних машин нами запроваджена модернізація робочого обладнання на базі бульдозера МТЗ-80.

1.6. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Сучасний економічний стан підприємств та держави в цілому не дає можливість виробляти та придбати нову ефективну дорожню техніку і робоче обладнання до неї. Тому на базі трактора МТЗ-80 для підвищення ефективності його роботи, пропонується модернізація неповоротної лопати (відвалу). В результаті цього відвал з двох сторін обладнаний додатковими рухомими елементами (закрилками). Завдяки даному технічному рішенню бульдозер може виконувати не лише основну свою операцію (горну ти землю), але і одночасно або окремо прибирати частину тротуару, прибирання якої зазвичай здійснюється вручну. Це здійснюється шляхом піднімання-опускання закрилків за допомогою гідравлічного приводу вздовж не рухомої частини на відвалі що уможливорює зекономити кількість одиниць техніки, паливо-мастильних матеріалів та трудовий ресурс. Таке технічне рішення може використовуватись як під час прибирання дорожнього полотна так і під час проведення сезонно-ремонтних робіт на ньому.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок основних параметрів відвалу

Виконавчим органом бульдозера є відвал. Потрібна величина тягового зусилля і продуктивність залежать від вибору геометричних параметрів відвала. Геометричні параметрами відвалів показано на (рис. 2.1). Це кут різання β , кут перекидання θ_0 , кут нахилу відвала ϵ , кут установки козирка θ_k , висота відвала $H_{от}$, задній кут γ , радіус кривизни відвала r , висота козирка H_k , ширина відвала B_{OT} , величина прямої частини відвальної поверхні a . [15]

Висоту відвалу визначаємо залежно від розрахункової номінальної сили тягача (трактора) $P_{Т.Н}$ і умов ґрунтових, для яких підходить проєктований бульдозер. Її знаходимо для бульдозера із неповоротним відвалом за формулою:

$$H_{от} = 500\sqrt[3]{P_{Т.Н} - 5P_{Т.Н}}; \quad (2.1)$$

Величину висоти козирка H_k по вертикалі приймають 0,1...0,25 від загальної висоти відвала.

Головні параметри профілів відвалів бульдозерів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Параметри відвалів

Параметр	Відвал	
	неповоротний	Поворотний (універсальний)
Кут різання β , град	50...60	50...60
Кут нахилу відвала ϵ , град	75	75
Кут перекидання θ_0 , град	70...75	60...75
Кут установки козирка θ_k , град	90...100	90...100
Задній кут γ , град	10...15	10...15
Радіус циліндрової поверхні відвала r , мм	-	0,8...0,9

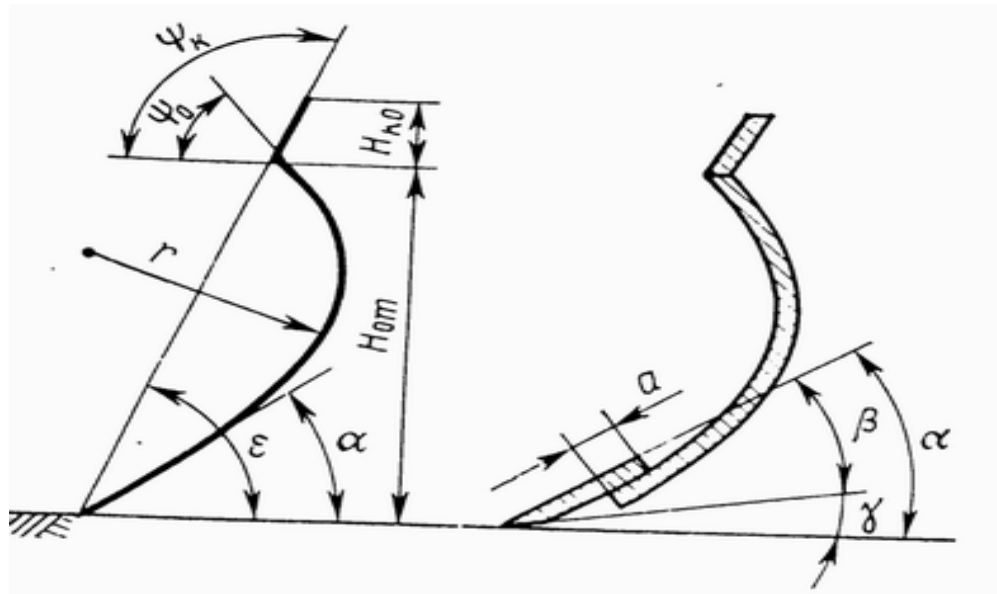


Рисунок. 2.1 Основні параметри лопати бульдозера.

Від кута нахилу відвала в значній мірі потім залежить форма призми волочіння. За малого кута нахилу ґрунт має здатність пересипатися через відвал, за великого - погіршуються умови підйому ґрунту по відвалу, збільшується енергоємність його розробки.

Кут різання β , кут загострення α і задній кут γ зв'язані між собою залежністю $\beta = \alpha + \gamma$, що необхідно враховувати при призначенні цих кутів і меж їх зміни.

Кут різання β робить великий вплив на енергомісткість процесу різання — за його зменшення значно знижується сила опору різанню. Кут загострення визначає характер розподілу питомого тиску ножа на ґрунт по мірі спрацювання його ріжучої кромки. За малого значення цього кута швидко тупиться ріжуча кромка ножа.

Задній кут γ дає сильну залежить конструкції тильної сторони відвала, елементи якої (зокрема, коробка жорсткості) не повинні доторкатися до поверхні ґрунту, який розробляється. Значення кута ψ_0 має бути такою, щоб ґрунт не мав можливості пересипався через відвал, таке може відбуватися за завищеного кута.

Радіус кривизни криволінійної поверхні r , має забезпечувати перевалювання перед відвалом ґрунту, щоб зменшити втрати ґрунту через верх відвалу і зменшити енергоємність розробки ґрунту. Козирок, який характеризується висотою H_k та кутом його установки ψ_k , запобігає пересипанню сипких та сухих ґрунтів через верх відвалу.

Загальну ширину неповоротного відвала вибирають в 2,8...3,0 рази більшою від його висоти. А ширина поворотного відвала на 30...35% більша неповоротного. Однак ширина відвала повинна бути більшою за ширину базової машини більше ніж на 100 мм для реалізації і можливості її руху у траншеї.

Результати розрахунку і підбору параметрів зводимо в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 Основні параметри відвала

Параметри	Чисельне значення
Висота відвала H_o , мм	950
Висота козирка H_k , мм	100
Ширина відвала $B_{от}$, мм	3240
Кут різання β , град	55
Кут нахилу відвала ϵ , град	60,90
Кут установки козирка ψ_k , град	95
Кут перекидання ψ_o , град	75
Задній кут γ , град	15
Радіус циліндрової поверхні відвала r , мм	∞

2.2. Розрахунок тягових характеристик бульдозера.

Сили для забезпечення подолання опору копання ґрунту необхідно визначати за найбільш важких умов експлуатації бульдозера, коли він під час

копання і переміщення ґрунту рухається по підйомі, а призма волочіння зрізаного ґрунту досягає максимальної величини значення. За таких умов необхідне тягове зусилля затрачається на необхідність подолання наступних опорів: переміщенню призми волочіння, ґрунту різанню, тертя ножа відвала по ґрунту, а також під час руху його по відвалу.

Опір що виникає в кінці копання, сумуюча сил опору P включає силу $P_{кон}$ опору копанню та $R_{неп}$ переміщенню машини вцілому:[1]

$$P = P_{кон} + R_{неп} \quad (2.1)$$

Сила опору копанню ґрунту бульдозером визначається за формулою:

$$P_{кон} = P_{рез} + P_{np} + P_{mp1} + P_{mp2} \quad (2.2)$$

Сила опору ґрунту різанню визначається за формулою:

$$P_{рез} = k_{рез} B_{ом} h, \quad (2.3)$$

де $k_{рез}$ — питомий опір різанню, $кН / м^2$

$$k_{рез} = 27000 \text{ кН} / м^2; \quad (2.4)$$

$B_{ом}$ - ширина лопати, м;

$$B_{i\delta} = 3,24i; \quad (2.5)$$

h - максимальне заглиблення відвала, м;

$$h = 0,032m. \quad (2.6)$$

$$P_{рез} = 27000 \cdot 3,24 \cdot 0,032 = 2799,36H = 2,8кН..$$

Сила опору від переміщення призми волочіння визначається за формулою::

$$P_{np} = G_{np} \mu_2 = q_{np} g \rho_{\Gamma} (\mu_2 \cos \beta + \sin \beta) \quad (2.7)$$

де - ρ_{Γ} - щільність ґрунту, $кг/м^2$

q_{np} - об'єм призми волочіння, $м^3$.

$$q_{np} = F_{np} B_{ом} / k_{np} = 0,27 \cdot 3,24 / 1 = 0,88, \quad (2.8)$$

де - k_{np} - коефіцієнт призми (таблиця.2.1);

F_{np} - площа поперечного перетину призми, m^2

$$F_{np} = \frac{(H_{om} - h)^2}{2tg\delta} = \frac{(0,95 - 0,032)^2}{2 \cdot tg40^0} = 0,27,, \quad (2.9)$$

де - δ - кут природного укосу ґрунту, град.

$$\delta = 40 \text{град.}$$

Таблиця 2.1. Щільність ґрунту

Ґрунт	щільність ґрунту $\rho_r, \text{кг} / \text{м}^3$	k_{np}
Пісок	1600-1700	1,0-1,2
Суглинок	1600-1800	1,2-1,4
Ґлина	1700-1800	1,2-1,3

Тоді маємо

$$P_{np} = \frac{(H_{om} - h)^2}{2tg\delta \cdot k_{np}} \cdot B_{om} \cdot g \cdot \rho_r \cdot (\mu_2 \cdot \cos \beta + \sin \beta),$$

$$P_{np} = \frac{(0,95 - 0,032)^2}{2 \cdot tg40^0 \cdot 1,2} \cdot 4,17 \cdot 9,81 \cdot 1700 \cdot (0,75 \cdot \cos 40^0 + \sin 40^0) = 3973H = 3,97kH$$

Сила опору від тертя ножа по ґрунту $P_{мп1}$ рівна

$$P_{мп1} = (G_0 + P_n) \mu_1; \quad (2.11)$$

де - G_0 - вага робочого устаткування, kH

$$G_0 = 27,5kH$$

μ_1 - коефіцієнт тертя ґрунту об сталь:

$$\mu_1 = 0,73.$$

P_n - вертикальна складова від сили різання ґрунту, направлена вгору, kH .

$$P_n = k'xB_{om}, \quad (2.12)$$

де - k' - коефіцієнт здатності ґрунту,

$$k' = 50 \div 60kH / m^2. \quad (2.13)$$

x - ширина нижнього майданчика що треться об ґрунт;

$$x = 1,0 \div 1,5 \text{ см} .$$

$$P_{\text{н}} = 60 \cdot 0,015 \cdot 3,24 = 2,92 \text{ кН} , .$$

Тоді

$$P_{\text{мп1}} = (27,5 + 2,9) \cdot 0,73 = 22,2 \text{ кН} , .$$

Сила опору від тертя ґрунту при русі його вгору по відвалу:

$$P_{\text{мп2}} = G_{\text{нр}} \mu_1 \cos^2 \alpha . \quad (2.14)$$

$$P_{\text{мп2}} = 0,88 \cdot 9,81 \cdot 1700 \cdot 0,73 \cdot \cos^2 55 = 10,6 \text{ кН} , .$$

Загальний опір копанню

$$P_{\text{кон}} = 2,8 + 3,97 + 22,2 + 10,6 = 39,57 \text{ кН} , .$$

Сила опору від переміщення бульдозера

$$R_{\text{неп}} = G_{\sigma} (f \pm i) ; \quad (2.15)$$

де - G_{σ} - вага бульдозера, кН;

$$G_{\sigma} = (11100 + 2800) \cdot 9,81 = 136,4 \text{ кН} , .$$

f – коеф. опору руху бульдозера по ґрунту;

$$f = 0,1 .$$

i - ухил шляху;

$$i = \text{tg} 10^{\circ} = 0,176 ;$$

$$R_{\text{неп}} = 136,4 \cdot (0,1 + 0,176) = 37,6 \text{ кН} , .$$

Сумарний опір при роботі бульдозера

$$P = 39,57 + 37,6 = 77,17 \text{ кН} \quad (2.16)$$

Для роботи бульдозера необхідно щоб виконувалася умова:

$$P_m \geq P ; \quad (2.17)$$

де - P_m - сила тяги трактора, кН.

Виходячи з цього умови знайдемо необхідну потужність двигуна трактора:

$$P = \frac{P \cdot v}{\eta} \text{ кВт} ; \quad (2.18)$$

де - v - швидкість пересування бульдозера на першій передачі, м/с;

$$v=2,5\text{км/год}=0,69\text{м/с.}$$

з- ККД трансмісії бульдозера;

$$z=0.8$$

Тоді

$$P = \frac{77,17 \cdot 0,69}{0,9} = 59,1\text{кВт},$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна

$$k = \frac{P}{P_0} \cdot 100\% ; \quad (2.19)$$

де - P_0 - потужність двигуна базової машини, кВт.

$$P_0 = 79.5\text{кВт},.$$

Тоді, коефіцієнт використання потужності рівний

$$k = \frac{78.5}{79.5} \cdot 100\% = 98.7\% .$$

Тобто трактора підібраний оптимально, оскільки працює з повною віддачею потужності, що є економічно ефективним.

2.3. Опис гідросистеми бульдозера

Привід усіх рухів на бульдозері, за винятком приводу гідронасоса, гідравлічний.

Максимальний робочий тиск у гідросистемі $p=25\pm 1,6$ МПа ($250\pm 16\text{кгс/см}^2$).

Гідросистема включає:

- бак робочої рідини Б;
- гідронасоси НА, НШ1,НШ2 з приводом від двигуна внутрішнього згорання моделі Д240 або Д240Л;
- контрольну і розподільну апаратуру;

- апаратуру фільтрації робочої рідини;
- систему сервокерування;
- трубопроводи і приєднувальні елементи;
- систему охолодження робочої рідини.

Бак робочої рідини, насосна установка, розподільна і клапанна апаратура. Всі виконавчі механізми знаходяться безпосередньо біля робочих органів, що приводяться ними в рух.

Джерелом руху в гідроприводі робочих рухів бульдозера служить здвоєний аксіальний – поршневий насос 4НА. З метою економічного використання потужності двигуна в насосах цієї моделі застосований спеціальний механізм – регулятор потужності, автоматично змінюючий кут нахилу поворотних корпусів.

Область тисків, в якій працює регулятор потужності 12...25МПа (120...250 кгс/см²). При тиску 12Мпа (120 кгс/см²) подач кожного насоса складає $Q=120$ дм³/хв. У міру зростання тиску вона знижується, доходючи при $25 \pm 1,6$ МПа (250 ± 16 кгс/см²) до $Q = 60$ дм³/хв.

2.4. Підбір і перевірка гідравлічного циліндра бульдозера

Завданням дипломного проекту передбачається підібрати та перевірити гідро циліндр двохсторонньої дії для приводу системи автоматичного опускання та підймання закрилка. Корпус гідро циліндра пропонується шарнірно з'єднати з кронштейном, котрий закріплюється на відвалі а шток з'єднується з закрилком.

Під час вибору гідро циліндра потрібно передбачити його довжину, загальний хід штока, а відповідно положення кронштейнів та гідравлічного циліндра. У робочому положенні, тобто коли закрилки опущені, шток гідро циліндра повинен відхиляти закрилки на потрібний кут і утримувати їх у

такому положенні. За умови, кили закрilки підняті, шток гідроциліндра повинен повністю зайти в корпус гідро циліндра підняти і утримувати їх. Приймаємо конструктивно довжину кронштейнів кріплення гідро циліндра, а також визначаємо віддаль між отворами кронштейнів при транспортному положенні зчіпного пристрою, що відповідає довжині ходу штока гідро циліндра, плюс його (гідро циліндра) довжина.

Прийmemo конструктивно відстань між кронштейнами на плиті $L_k=300$ мм і врахуємо, що він повинен повертатись на кути 45 градусів. Визначимо хід штока за формулою.

$$L_{uu} = L_k \cdot \sin 45, \quad (2.20)$$

$$L_{uu} = 300 \cdot 0,71 = 213 \text{ мм}$$

За ходом штока підбираємо гідро циліндр, який виготовляється серійно, за рекомендаціями ГОСТ 105-208-76.

Вказаний гідро циліндр має наступні параметри: діаметр штока $d=20$ мм; робочий хід штока $L_{uu} = 250$ мм; діаметр поршня $d_{II} = 40$ мм.

За формулою емпіричною визначаємо втрати тиску оливи в рукавах високого тиску який забезпечує підвід оливи до гідро циліндра:

$$\Delta_p = 0,072 \frac{v}{d_2^2} \cdot l \quad (2.21)$$

де v - швидкість робочої рідини в рукавах високого тиску (згідно рекомендацій приймаємо $v = 0,5$ м/с;

l - довжина рукавів високого тиску оливи (приймаємо $l = 1000$ мм;

d_T - внутрішній діаметр рукавів високого тиску (приймаємо стандартний діаметр $D_2 = 10$ мм.)

Тоді за формулою (3,2)

$$\Delta_p = 0,072 \frac{0,5}{10^2} \cdot 1000 = 0,36 \text{ МПа}$$

Визначаємо розхід масла за 1 хв.

$$q = 0,785 \cdot d_{II} \cdot d_p, \quad (2.22)$$

де d_{II} - діаметр поршня гідро циліндра. В нашому випадку $d_{II} = 40$ мм;

v_p - режимна швидкість(згідно рекомендацій $v_p = 13$ мм/с).

Тоді за (3.3)

$$q = 0,785 \cdot 4 \cdot 13 = 40,8 \text{ л/хв.}$$

Даний розрахунок оливи забезпечує існуюча гідросистема

2.5. Розрахунок гідро циліндра на міцність

Розрахунок проводимо з умови міцності на розтяг за формулою

$$\sigma_\phi = \frac{(0,4 \cdot d^2 + 1,3 \cdot D^2) \cdot P_u}{(D^2 - d^2) \cdot [\sigma_p]} \quad (2.23)$$

де: r — радіус внутрішній циліндра, $d = 20$ мм;

R - радіус зовнішній циліндра, $D = 40$ мм;

p_u - умовний тиск оливи, який перевищує робочий тиск на 20%, тобто:

$$p_u = P \cdot 1,2. \quad (2.24)$$

P - тиск в гідро циліндрі трактора, $p = 16$ МПа.

$$p_u = 16 \cdot 1,2 = 19,2, \text{ МПа}$$

$[\sigma]$ - допустиме зусилля розтягу для матеріалу гідро циліндра.

Гідроциліндр виготовлено із сталі Ст 3, для неї $[\sigma_p] = 30$ МПа [26,27]

Тоді за (2.4)

$$\sigma_\phi = \frac{(0,4 \cdot 20^2 + 1,3 \cdot 40^2) \cdot 19,2}{(40^2 - 20^2) \cdot 30} = 1,19, \text{ МПа}$$

Тоді фактичний коеф. запасу міцності гідро циліндра визначаємо за формулою:

$$n_\phi = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_\phi}, \quad (2.25)$$

$$n_\phi = \frac{[30]}{1,19} = 25,2,$$

Отже, вибраний гідро циліндр забезпечить необхідну міцність.

2.6. Розрахунок шарнірного з'єднання

Гідроциліндр з'єднується із закрилком за допомогою шарнірного з'єднання. Зусилля, що діє на палець закрилка визначаємо за формулою [5].

$$N = p_p \cdot A, \quad (2.26)$$

де: p_p - робочий тиск масла, $p_p = 16,0$ М

A - площа штока гідро циліндра.

$$A = \pi \cdot r^2, \quad (2.27)$$

де r - радіус штока гідро циліндра, $r = 10$ мм.

Тоді за (3.8 і 3.7)

$$A = 3,14 \cdot 10^2 = 314 \text{ мм}^2$$

$$N = 16 \cdot 314 = 5024 \text{ Н}$$

Тоді міцність з'єднуючого пальця закрилка на зріз за формулою:

$$\tau_{zp} = \frac{N}{A_{zp}} \leq [\tau_z], \quad (2.28)$$

де A_{zp} - площа зрізу (пальця).

$$A_{zp} = \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (2.29)$$

де d - діаметр пальця закрилка в небезпечному перерізі (вибираємо конструктивно $d = 19$ мм), тоді

$$A_{zp} = 3,14 \cdot \frac{19^2}{4} = 283,3 \text{ мм}^2$$

$[\tau_z]$ - допустиме зусилля зрізу.

Матеріал пальця Сталь 45 для якого $[\tau_z] = 80$ МПа [17].

Тоді за (2.9)

$$\tau_{zp} = \frac{5024}{283,3} = 17,7 \text{ МПа}$$

$$17,7 < 80.$$

Отже, умови міцності задовольняються.

2.7. Розрахунок зварного з'єднання

Проведемо розрахунок зварного з'єднання кронштейна шарніра закрилка на міцність. Розрахунок ведемо від навантаження земляної маси на закрилок.

Виходячи із питомого опору і площі розрахункового зусилля яке діє на кронштейн становитиме

$$P = g \cdot A \quad (2,30)$$

де: g - питомий опір гранту $g=27000 \text{ Н/мм}^2$

A -опорна площа (ширина крила) $A=0.8 \text{ м}$

$$P = 27000 \cdot 0.8 = 21600$$

Прийmemo матеріал кронштейна Ст. 2 для якої допустимі напруження зрізу $[G_{зр}]=140 \text{ Н/мм}^2$ [7].

$$[\tau] = 0.6 \cdot [G_{\zeta\delta}] \quad (2.31)$$

$$[\tau] = 0.6 \cdot 140 = 84 \text{ Н/мм}^2$$

Допустимі напруження зрізу у зварному шві становитиме $[\tau]=84$.

З умови міцності,

$$\tau_{зр} = \frac{P}{0.7 K l} \leq [\tau_{зр}] \quad (2.32)$$

де: K - катет шва, мм;

l – довжина шва, мм.

Визначаємо розрахункову довжину зварного шва ;

$$l = \frac{P}{0.7 K [\tau_{\zeta\delta}]} \quad (2.33)$$

Зварювання здійснюється в ручну електродом Э 42 $d = 4 \text{ мм}$ і катет шва приймаємо рівним 4 мм.

$$l = \frac{21600}{0.7 \cdot 4 \cdot 84} = 91 \text{ мм}$$

Отже довжина шва становитиме $l=91 \text{ мм}$.

Конструктивно , для забезпечення гарантованої міцності зварного з'єднання приймаємо довжину зварного з'єднання. $l=320$ мм.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{21600}{0,7 \cdot 84 \cdot 91} = 40,8 \leq 84 \text{ МПа}$$

Отже, умови міцності задовольняються.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Організація роботи служби з охорони праці

Охорона праці - це система законодавчих актів соціально-економічних організаційних і гігієнічних та лікувально профілактичних засобів і заходів спрямованих на створення безпечних умов збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Відповідно до цілей, служба охорони праці вирішує завдання: [17]

а) забезпечення безпеки праці на робочих місцях у виробничих структурах;

б) забезпечення працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;

в) професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;

г) вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих;

д) професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці представлена інженером з охорони праці, як одна з основних виробничо-технічних служб. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації господарства.

Служба охорони праці в залежності від чисельності працюючих може функціонувати як самостійний структурний підрозділ або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом.

Проводять наступні види інструктажів: вступний, первинний на робочому місці, періодичний, позаплановий.

Вступний проводять з усіма особами, яких приймають на роботу належно від освіти, посади, а також з тими, які прибули на виробниче навчання або практику, і реєструють у журналі.

Первинний проводять з усіма працівниками, яких прийняли на роботу або переведено з інших виробничих дільниць. Періодичний проводять в залежності

від категорії роботи. Позаплановий – при зміні правил, змінах у технологічних процесах.

3.2 Розробка травмо-небезпечних та аварійних ситуацій

Таблиця 3.1

Вид робіт, виробничий підрозділ, робоче місце, виробниче обладнання, склад агрегату	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	небезпечна умова (НУ)	небезпечна дія (НД)	небезпечна ситуація (НС)		
1	2	3	4	5	6
Формування дорожнього насипу	Трактор необладнаний підношкою НУ Несправна муфта зчеплення НУ ₂	При сходженні з кабіни водій наступає на гусеницю і котки НД	Самовільний рух трактор НС ₁ . Падіння тракториста на полотно гусениці НС ₂ Наїзд трактора на тракторист НС ₃	Травма	Розробити конструкцію підніжки і обладнати ними трактори. Недопускати до роботи трактори з технічними несправностями
Модель процесу:	<pre> graph LR NU1 --> NS1 NU2 --> D NS1 --> NS D --> NS NS3 --> T </pre>				
Вирівнювання дорожнього насипу	Трактор необладнаний звуковим сигналом заднього ходу НУ	Трактор виконує маневр заднього ходу, не уважний працівник не помічає цього НД	Наїзд на людину НС	Травма або летальний наслідок	Обладнати коробку перемикачів автоматичним вмикачем звукового сигналу під час вмикання заднього ходу.
Модель процесу:	<pre> graph LR NU --> NS ND --> NS NS --> T </pre>				

1	2	3	4	5	6
Роботі по вирівнюванні площадки під дорожній насип..	Тракторист не пройшов медогляду НУ ₁ Працівник може бути хворий НУ ₂	Керування трактором під дією лікарських препаратів НД	Тракторист заснув за рульом НС	Аварія.	До роботи не допускати хворих працівників.
Модель процесу:	<pre> graph LR NU1[НУ₁] --> NS[НС] NU2[НУ₂] --> NS ND1[НД] --> NS NS --> Accident[Аварія] </pre>				

3.3. Техніка безпеки при роботі на бульдозері

Всі правила техніки безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт, включаючи роботи із застосуванням важкої техніки, детально регламентовані відповідними законодавчими актами, зокрема, зведенням будівельних норм і правил «Сніп», збіркою санітарних норм «Санпін» і іншими.

Коротко основні принципи техніки безпеки при роботі на бульдозері можна сформулювати таким чином.

1. До роботи на бульдозері допускаються тільки особи, що мають відповідну кваліфікацію.

2. Перед проведенням робіт із застосуванням бульдозера необхідно уточнити наявність кабелів зв'язку, підземних газопроводів або нафтопроводів, каналізаційних споруд, мін, що не розірвалися, і інших потенційно небезпечних об'єктів. Для цього доцільно перед початком робіт зробити топографічну зйомку ділянки зі всіма його наземними і підземними спорудами.

3. При здійсненні робіт забороняється рух бульдозера вгору при підйомі, якщо ухил більше двадцяти п'яти градусів, і при спуску, якщо ухил відповідно більше 35 градусів.

4. у разі несподіваного удару відвала об перешкоду необхідно негайно зупинити машину.

5. Під час виробництва робіт в нічний час ділянка повинна бути добре освітлена.

6. Існує множина правил, що стосуються дотримання при роботі на бульдозері необхідних санітарно-захисних зон. Наприклад, при одночасній роботі декількох машин слід тримати між ними дистанцію не менше п'яти метрів. А ось відстань від брівки зведеного насипу до бульдозера (вірніше, до однієї з його гусениць) необхідно дотримати у розмірі півметра, не менше.

Якщо на будівельному майданчику в комплексі з бульдозером працює також екскаватор, але робота бульдозера в радіусі його дії забороняється.

7. Ціла група правил стосується ремонту і експлуатації бульдозера: наприклад, забороняється проводити будь-які ремонтні роботи (мастило, регулювання і так далі) під час руху. Перед виробництвом будь-яких робіт бульдозер повинен бути зупинений, двигун вимкнений, а відвал опущений вниз на землю або спеціальні підкладки. Також забороняється міняти ножі на піднятому відвалі, якщо тільки він не спирається на надійні опори. І, звичайно, не можна залишати машину без нагляду з працюючим двигуном або з піднятим відвалом.

3.4. Розрахунок стійкості бульдозера до перекидання

Під час руху машинно-тракторного агрегату на підйом на нього діють наступні сили і реакції (рис 4,1): із центру тяжіння t . S прикладена рівнодійна сили тяжіння G , яка у даному випадку розкладається на дві складові – нормальну $G \cos \alpha$ та повздовжню $G \sin \alpha$; з боку опорної поверхні на рушії трактора діють реакції V_k і V_n , відповідно на задні та передні колеса; до ведучого колеса підведено момент M_k , який, діючи на плечі r_k , створює дотичну силу тяги P_k ; до лобової поверхні, у напрямку протилежному вектору швидкості V , прикладена сила опору повітря P_ω ; протилежно до напрямку руху

агрегату у точках прикладання нормальних реакцій опорної поверхні діють сили опору кочення P_{fk} і P_{fn} відповідно на ведучих і ведених колесах; до причіпного пристрою трактора на висоті h_{zk} прикладена сила тяги на гаку P_{zk} , спрямована вниз до опорної поверхні під кутом γ .

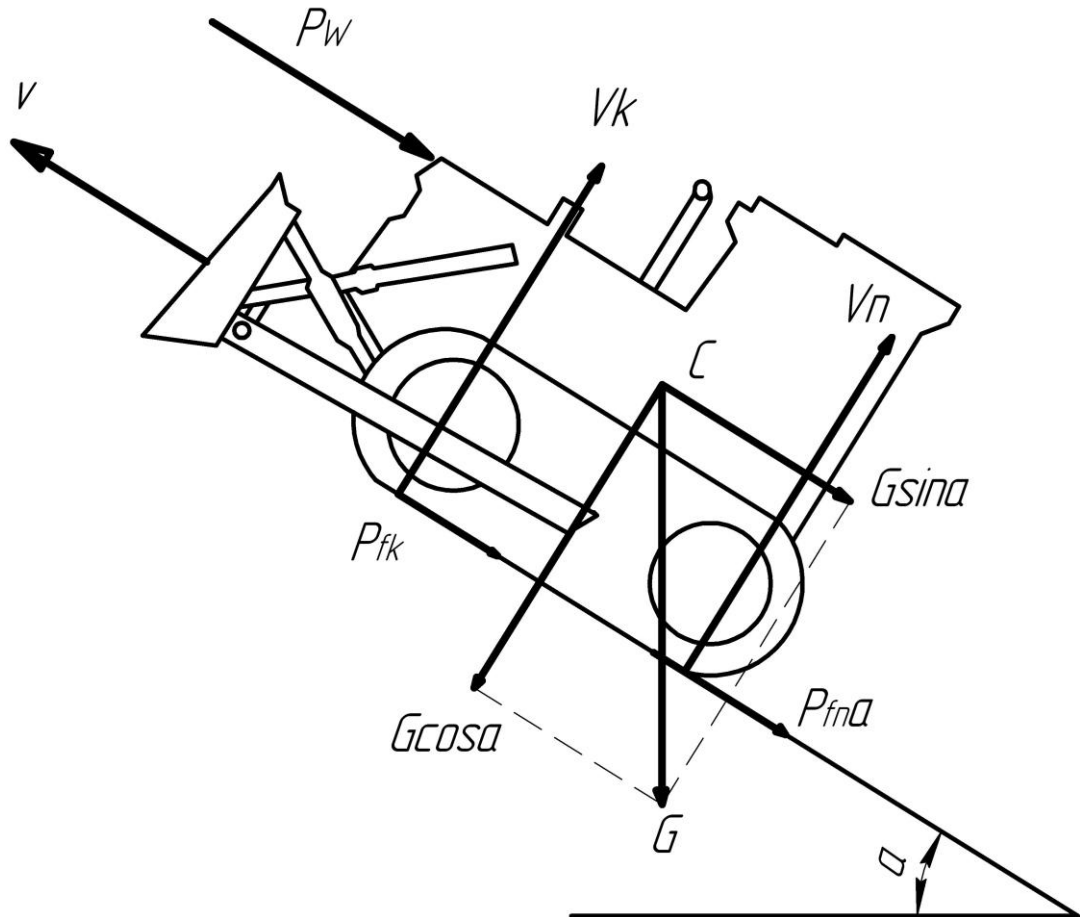


Рисунок. 3.1. Схема сил що діють на трактора на підйом

Розміщення центру тяжіння агрегату т. C у повздовжній площині характеризується двома координатами – висотною h_{um} і повздовжньою a . Значення цих координат задається технічною характеристикою трактора та, відповідно, згідно [6] $h_{um}=911 \text{ мм}=0,911 \text{ м}$, $a=799 \text{ мм}=0,799 \text{ м}$.

Значення граничного статичного кута підйому машинно-тракторного агрегату визначається кутом α , на якому агрегат стоятиме, не перекидаючись в низ. Для даної умови, запишемо рівняння рівноваги відносно можливої осі перекидання, що проходить через точку O_2 . Слід зауважити, що для статичного

стану значення сил P_{ω} і $P_{\Sigma K}$ рівні нулю. Рівняння рівноваги записується як рівняння суми моментів відносно точки O_2 :

$$\begin{aligned}\sum M_{O_2} &= 0; \\ G \cos \alpha \cdot a - G \sin \alpha \cdot h_{\text{цм}} &= 0.\end{aligned}\quad (3.1)$$

Розв'язавши рівняння відносно кута α , отримуємо:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{h_{\text{цм}}}.\quad (3.2)$$

Після підстановки значень отримуємо:

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \alpha &= \frac{0,799}{0,911} = \operatorname{tg} 0,877; \\ \alpha &\approx 41^{\circ} 40' .\end{aligned}$$

Значення динамічного кута підйому $\alpha_{\text{дин}}$, на якому агрегат може рухатись без перекидання назад згідно [13] становить 40...60 % від значення граничного статичного кута

$$\alpha_{\text{дин}} = (40 \dots 60) \alpha.\quad (3.3)$$

Таким чином, кут підйому опорної поверхні на яку трактор може підніматись становить:

$$\alpha_{\text{дин}} = (0,40 \dots 0,60) \cdot 41^{\circ} 40' = 16^{\circ} 41' \dots 24^{\circ} 55' .$$

Згідно технічної характеристики трактора [6] значення допустимого кута підйому під час його роботи із задньонавісними машинами становить 12...20°.

Для визначення граничної статичної стійкості на поперечному схилі використовуємо

У даному випадку на трактор діє результуюча сила тяжіння G та її складові нормальна $G \cos \alpha$ і повздовжня $G \sin \alpha$, бокові Z_l, Z_n і нормальні Y_l, Y_n реакції ґрунту. На поперечну бокову стійкість трактора мають вплив значення ширини колії $0,5B + 0,5B = B$ та ширина коліс b . У даному випадку ширина коліс збільшується за рахунок встановлення на задню вісь трактора опорних розширювачів. За результатами, отриманими у третьому розділі дипломного проекту приймаємо $b = 0,75$ м, а $B = 1,90$ м.

Граничний статичний кут β поперечної стійкості визначається за умови, згідно з якою перекидання трактора можливе тоді, коли нормальна реакція ґрунту Y_n на колесо, розташоване у верхній частині схилу, знизиться до нуля. Рівняння моментів відносно можливої осі O_I перекидання записується у вигляді

$$G \sin\beta \cdot h - 0,5B \cdot G \cos\beta = 0. \quad (3.4)$$

Із попереднього рівняння граничний статичний кут поперечного схилу визначається як $tg\beta$

$$tg\beta = \frac{0,5B}{h_{um}}. \quad (3.5)$$

Після підстановки значень у попереднє рівняння отримуємо:

$$tg\beta = \frac{0,5 \cdot 1,9}{0,911} = tg 1,043;$$

$$\alpha \approx 46^\circ 10'.$$

Значення динамічного кута поперечного схилу визначаємо за вираз

$$\alpha_{дин} = (0,40 \dots 0,60) \cdot 46^\circ 10' = 18^\circ 29' \dots 27^\circ 41' \quad (3.6)$$

Для трактора із стандартною ходовою частиною значення динамічного кута поперечного схилу згідно [6] становить 25° .

Таким чином, запропоноване конструктивне удосконалення не тільки не зменшило, але і підвищило повздовжню та поперечну стійкість трактора та машинно-тракторного агрегату на його базі.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1. Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на експлуатацію бульдозера з вдосконаленим відвалом

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю виконаної роботи дорівнюють:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ грн./год}, \quad (4.1)$$

де: C_1 – оплата праці, грн/ год.

C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/ год;

C_3 – відрахування на амортизацію бульдозера, грн. / год;

C_4 – відрахування на ремонт поточний і технічне обслуговування, грн/год;

Оплату праці визначаємо за формулою:

$$C_1 = \frac{m \cdot \Pi}{W_{зм}}, \text{ грн./ год} \quad (4.2)$$

де: m – кількість шоферів, які обслуговують бульдозер;

Π – оплата праці на норму виробітку, грн./м³;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність бульдозера, м³/год.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 5200}{5,2} = 1000 \text{ грн/ год};$$

$$C_1 = \frac{1 \cdot 5200}{6,24} = 833,3 \text{ грн/ год}.$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою:

$$C_2 = \Pi_k \cdot Q, \text{ грн./ год}. \quad (4.3)$$

де: Π_k – комплексна ціна одного кілограма палива, грн;

Ціна дизельного пального ($\Pi_0=43,5$ грн).

Q – витрата палива, кг/год.

Для порівняння розраховуємо вартість затрат ПММ для базового бульдозера і бульдозера з удосконаленим відвалом. В такому разі для базового бульдозера витрата пального буде однаковою. Для другого бульдозера витрата пального буде на 20 % більшою, в порівнянні з базовим.

$$C_{n1} = 43,5 \cdot 39 = 1696,5 \text{ грн/год.}$$

$$C_{n1} = 43,5 \cdot 46,8 = 2035,8 \text{ грн/год.}$$

Відрахування на амортизацію бульдозера визначаємо за формулою:

$$C_3 = \frac{B_a \cdot a_a}{100 \cdot W_z \cdot t_a}, \text{ грн/ год} \quad (4.4)$$

де: B_a – балансова вартість бульдозера, грн;

a_a – нормативні відрахування на амортизацію бульдозера, грн;

W_z – годинна продуктивність бульдозера, м³;

t_a – нормативне або фактичне завантаження бульдозера, год.

$$C_{a2} = \frac{573500 \cdot 16}{100 \cdot 5,2 \cdot 1000} = 17,6 \text{ грн/год,}$$

$$C_{a2} = \frac{580500 \cdot 16}{100 \cdot 6,24 \cdot 1000} = 14,7 \text{ грн/год.}$$

Відрахування на технічне обслуговування і поточний ремонт бульдозера визначаємо за формулою:

$$C_4 = \frac{B_a \cdot P_a}{100 \cdot W_z \cdot t_a}, \text{ грн./ год.} \quad (4.5)$$

де: P_a – нормативні відрахування на ТО і ремонт бульдозера, грн.;

$$C_{np1} = \frac{573500 \cdot 12}{100 \cdot 5,2 \cdot 1000} = 13,2 \text{ грн/год,}$$

$$C_{\text{нр1}} = \frac{580500 \cdot 12}{100 \cdot 6,24 \cdot 1000} = 10,7 \text{ грн./ год.}$$

$$C_1 = 1000 + 1696,5 + 17,6 + 13,2 = 206,5 \text{ грн./ год.}$$

$$C_2 = 833,3 + 2035,8 + 14,7 + 10,7 = 2894,5 \text{ грн./ год.}$$

Оскільки $C_1 \cdot 2 = 5454,6$ грн/год;

$$C_2 = 2894,5 \text{ грн/ год.}$$

Приведені затрати на бульдозер визначаємо за формулою:

$$P_z = C \cdot E \cdot K, \text{ грн/год} \quad (4.6)$$

де: E – нормативний коеф. ефективності капітальних вкладень, $E=0,15$;

K – величина капітальних вкладень, грн.

$$K = \frac{B_a}{W_z \cdot t_a}, \text{ грн/год.} \quad (4.7)$$

$$K_1 = \frac{573500}{5,2 \cdot 1000} = 110,3 \text{ грн/год;}$$

$$K_2 = \frac{580500}{6,4 \cdot 1000} = 90,7 \text{ грн/год;}$$

$$P_1 = 2727,3 \times 0,15 \times 110,3 = 45123,2 \text{ грн/ год;}$$

$$P_2 = 2894,5 \times 0,15 \times 90,7 = 39379,7 \text{ грн/ год.}$$

Економічний ефект від використання за термін нової машини становить:

$$E_u = (C_1 - C_2) \cdot t_a, \quad (4.8)$$

$$E_u = (5454,6 - 2894,5) \times 1000 = 2560100 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень, років:

$$T_{\text{ок}} = \frac{D_k}{E_u \cdot k}, \quad (4.9)$$

де D_k - додаткові капіталовкладення на виготовлення закрilка, $D_k=90000$ грн.;

k – коеф. частки доходу (E_p) який відображає, суму яка покриває витрати $k=0,05$.

$$T_{ок} = \frac{90000}{2560100 \cdot 0,05} = 0,70 \text{ року.}$$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Технологічні процеси проведення дорожньо будівельних і ремонтних робіт, виконується застарілою дорожньо будівельною технікою, у зв'язку з недостатнім фінансуванням. Будування дорожнього насипу і формування укосів проводиться кількома дорожньо-будівельними машинами які виконували лише одну операцію. Тому нами було проведено вдосконалення, відвалу бульдозера для формування укосів.

Виходячи із аналізу, важливою задачею є вдосконалення технології і поліпшення прибирання дорожнього полотна, технологічного процесу будівництва і ремонту доріг.

Проаналізувавши конструкцію відвала ми побачили, що можливо вдосконалити відвал, а зокрема встановити додаткові рухомі елементи, так звані (закрилки). Також ми побачили що це можливо без значних змін конструкції, а це свідчить про простоту вдосконаленої конструкції закрилка. Закрилки кріпляться до основного відвала за допомогою шарнірного з'єднання. Шарнір кріпляться до відвала і закрилка зварним за з'єднанням. Закрилки при необхідності можуть змінювати свою висоту розташування до тротуару за допомогою гідройлинів які з'єднані з відвалом рухомо.

Проаналізувавши рівень охорони праці під час роботи на бульдозері можна зробити висновок, що він є задовільний. Нами було проведено розрахунок стійкості бульдозера від перекидання.

При розгляді економічної ефективності ми визначили: значення величини капітальних вкладень; витрати на оплату праці; витрати на ПММ; занятрати на ремонт і ТО; прямі експлуатаційні витрати; річний економічний ефект. А також строк окупності удосконаленого відвала бульдозера. Порівнявши розрахункові значення ми бачимо, що запропонований пристрій має кращий економічний ефект.

Бібліографічний список

1. Бондарев В.С. та ін. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин.- К.: Вища школа, 2009.-734с.
2. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. – К.: Вища школа, 1993. – 288с.
3. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995. – 368 с.
4. Бутко Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. – 144 с.
5. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації : Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравела, 2012. – 200с.
6. Гряник Т.М. та ін. Охорона праці. – К.: Урожай, 1997. – 272 с.
7. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. – 236 с.
8. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. – К.: Вища школа, 1993.- 413 с.
9. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
10. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128.
11. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT)
12. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів : Новий світ-2000, 2006. – 252 с.
13. Каталог з експлуатації тракторів та обладнання.

14. Механізація переробних підприємств//Методичні рекомендації з курсового і дипломного проектування. – Львів.: Львівський державний аграрний університет, 1997. – 20 с.
15. Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. – Львів.: “Афіша”, 1999. – 256 с.
16. Коруняк П.С., Баранович С.М. Підйомно-транспортні машини. Лабораторний практикум- ЛНАУ, 2005.
17. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
18. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об’єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. – 109 с.
19. Стукалець І. Г., Швець О. П. Методичні рекомендації до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» для студентів факультету механіки та енергетики за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Львів : ЛНАУ, 2021. – 62 с.
20. Стукалець І. Г., Березовецький С. А., Баранович С. М. «Оформлення робочих креслеників складальних одиниць». Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни інженерна та комп’ютерна графіка. Львів : ЛНАУ – 2017 р. – 29 с.
21. Чернілевський Д.В., Павленко В.С., Любик М.В. Деталі машин. – К.: НМК130, 1992. – 360 с.