

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 транспортера машини для зрізування
асфальтного покриття»

Виконав: студент II курсу групи Маш-
22сп

Спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

(шифр і назва)

Андрій МИХАЙЛИК

(Ім'я та прізвище)

Керівник:
БАРАНОВИЧ
(Ім'я та прізвище)

Сергій

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
Михайлику Андрію Івановичу

1. Тема роботи: **“Удосконалення транспортера машини для зрізування асфальтного 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 ремонту дорожнього покриття, типові технологічні операції ремонту доріг, інструкції з охорони праці та захисту довкілля, методики визначення економічної ефективності впровадження удосконаленої машини у виробництво.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

Вступ.

1. Аналіз конструкції машини для зрізування асфальтного покриття.

2. Конструкторська розробка.

3. Охорона праці.

4. Економічна ефективність використання вдосконаленої машини для зрізування асфальтного покриття.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Загальний вигляд машини - 1-ий аркуш.
2. Загальний вигляд транспортера машини - 2-ий аркуш.
3. Пересипання подрібненого вантажу - 3-ий аркуш.
4. Загальний вигляд вдосконаленого елемента конструкції - 4-ий аркуш.
5. Робочі креслення вузлів і деталей транспортера – 5 -ий аркуш.

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 виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз конструкції машини для зрізування асфальтного покриття».</i>	23.01.23-17.02.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Конструкторська розробка».</i>	20.02.23-17.03.23	
3.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці».</i>	20.03.23-26.05.23	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність використання вдосконаленої машини для зрізування асфальтного покриття».</i>	29.05.23-02.06.23	
6.	<i>Завершення оформлення графічного матеріалу роботи.</i>	05.06.23-16.06.23	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому.</i>	19.06.23-23.06.23	

Студент _____ Андрій МИХАЙЛИК
(підпис)

Керівник роботи _____Сергій БАРАНОВИЧ
(підпис)

УДК 621.86/.87(075.32)

Удосконалення транспортера машини для зрізування асфальтного покриття.

Михайлик Андрій Іванович – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

Кваліфікаційна робота: 52 с. текст. част., 18 рис., 5 табл., 20 джерел, 5 арк. формату А1.

Приведено аналіз виконання ремонту дорожнього покриття, обґрунтовано актуальність теми, мету і завдання роботи.

На основі проаналізованих технологій та аналогів машини. Проведено вдосконалення машини для зрізування асфальтного покриття, зокрема розраховано необхідну потужність транспортування, кінематичні параметри пересипання вантажу і розрахунок окремих агрегатів машини.

Розроблено заходи для забезпечення життєдіяльності та охорони праці під час експлуатації машини.

Розраховано техніко-економічні показники впровадження проекту в виробництво, зокрема рентабельність, конкурентноспроможність даного проекту.

зміст

		ст.
	Вступ	
1.	Аналіз конструкції машини для зрізування асфальтного покриття	9
1.1.	Класифікація дорожньо-ремонтних робіт	9
1.2.	Асфальтобетонорізальна машина, опис прототипа	13
1.2.1	Модуль транспортний.	15
1.2.2.	Основні вузли, агрегати і системи машини.	16
1.2.3.	Рама машини	17
1.2.4.	Фреза машини	18
1.2.5.	Установка силова	19
1.2.6.	Гідравлічне обладнання	21
1.3.	Структура модуля транспортного	24
2.	Конструкторська розробка	25
2.1.	Обґрунтування та вибір аналога.	25
2.2.	Аналіз конструкції прототипа	25
2.3.	Облегшення і спрощення конструкції.	27
2.4.	Облегшення і спрощення конструкції	28
2.5.	Розрахунок швидкості транспортування і вибір гідродвигуна приводу транспортера	31
2.6.	Розрахунок транспортера машини на міцність	33
2.7.	Розрахунки вилки транспортера на міцність	37
3.	Охорона праці	40
3.1.	Аналіз умов та охорони праці під час експлуатації машини	40
3.2.	Вимоги безпеки до машини як учасника дорожнього руху	42
3.3.	Заходи пожежної безпеки	42
4	Економічна ефективність використання вдосконаленої машини для зрізування асфальтного покриття	44
4.1.	Розрахунок собівартості нової машини	44

4.2.	Розрахунок експлуатаційних витрат	45
4.3.	Визначення індекса конкурентоспроможності	48
4.4.	Визначення оптимальної ціни виробу	48
	ВИСНОВКИ ТА пропозиції.....	50
	Бібліографічний СПИСОК.....	51

ВСТУП

Стрижнем економічної політики України є створення сприятливих умов для розвитку усіх галузей промисловості, вдосконалення нормативної та правової бази, забезпечення стабільного зростання виробництва конкурентоспроможної продукції і реалізації її на світовому ринку.

Тільки останні 10 років появилася тенденція розвитку і росту промислового виробництва, особливо, в машинобудуванні.

Однією з причин суттєвого сповільнення переходу промисловості у ринкову сферу – великі втрати виробничих потужностей, висококваліфікованих спеціалістів та іміджу є невисока компетентність керівників підприємств, які на початку, роки 3 – 4, чекали на встановлення їм сприятливих умов, а в подальшому не змогли орієнтуватись у реальному ринковому середовищі, що представляє на сьогоднішній день найкращі взірці новітньої техніки. Якщо галузь електронної промисловості виглядає практично безнадійно, то галузь машинобудування має великі перспективи.

Перш за все ці перспективи визначаються високою компетентністю керівників на підприємствах як в інженерної галузі так і маркетингу. Також керівник повинен мати в напрацьовані канали нової інформації щодо досягнень техніки і технології, стан якості продукції конкурентів і цінової політики на відповідному ринку.

Інертність мислення керівників підприємств і управлінців вищого рівня привели до суттєвого завмирання великих промислових машинобудівних комплексів, незважаючи на їх кон'юнктурні можливості, а поряд із ними часто виникають нові високопродуктивні компактні підприємства, які працюють відповідно до вимог світового ринку. Мова йде про значно збільшені можливості, комплектування машин агрегатами або деталями провідних світових виробників. Такі підприємства перш за все створюють високопродуктивні інтелектуальні центри, що за оптимального управління фінансовою діяльністю дозволяє конкурувати на ринку України і виходити на експорт.

1. Аналіз конструкції машини для зрізування асфальтного покриття

1.1. Класифікація дорожньо-ремонтних робіт.

Вплив на дорогу транспорту та кліматичних чинників веде до руйнування її елементів і допоміжних споруд. Це спричиняє необхідність проведення ремонту доріг, метою яких є забезпечення безперервного руху транспорту цілий рік з встановленими швидкостями і навантаженнями, збереження дорожнього покриття і споруд протягом усього терміну служби, і також підвищення їх експлуатаційних якостей із врахуванням зростання інтенсивності руху.

Об'єми і види дорожньо-ремонтних робіт, а також терміни їх виконання обґрунтовуються перспективними і річними планами місцевих Рад і окремими господарствами і підприємствами.

Дорожно ремонтні роботи, відповідно до класифікації, підрозділяють на капітальний, середній і поточний ремонт.

Строки, види і об'єми робіт визначають на підставі характеристик міцності та експлуатаційних властивостей дорожнього покриття і дорожніх споруд, терміну їх експлуатації, складу руху та впливу природних факторів.

До складу робіт з утримання догiг входить постійний догляд за дорожнім полотном і всіма спорудами із метою забезпечення перебування їх в належному стані, для забезпечення безпечного руху. Тобто, очищення дорожнього полотна від бруду, пилу, снігу та льоду, ремонт дрібних поломок, обслуговування технічне та інвентаризація дорожніх споруд та інші роботи, які безперервно проводять протягом року.

Ремонт поточний включає системне виправлення невеликих поломок і пошкоджень. До нього відноситься закладення вибоїн, ям, просідань, колій, виправлення кромки, розсипання кам'яного шутору, дрібний ремонт споруд та огорожень шляху. Роботи поточного та загального ремонту планують за кілометровими показниками.

До **ремонт середнього** відносяться періодичні роботи з неповного відновлення верхнього шару дорожнього покриття, який зносився, оновлення і посилення елементів доріг, ремонт штучних споруд, земляного полотна, систем водовідведення з врахуванням відповідності сучасним вимогам руху. Ремонт середній виконують один раз у кілька років.

Ремонт капітальний – це комплексні періодичні роботи, які проводять у великому обсязі для повного оновлення та покращення експлуатаційних властивостей споруд і окремих ділянок дороги з врахуванням перспектив руху по ній. Під час капітального ремонту можлива зміна часткова дороги в плані та в поздовжньому профілі. Капітальний та середній ремонти виконують за проектами, дорожно-будівельні організації.

Реконструкція доріг, проводяться для покращення її технічних характеристик і підвищення категорії. Вони передбачають підйом і розширення земельного полотна та проїжджої частини, вирівнювання в плані, збільшення радіусів повороту, ремонт і переобладнання об'єктів дорожньої служби та ін.

Склад робіт залежить також від сезону року та визначається характером і величиною впливу на дороги не тільки транспорту, а також природних чинників. Весною значна кількість вологи приводить до перезволоження полотна земляного, що є основною причиною його пошкодження. Головне завдання під час весняного періоду – забезпечення повного і швидкого відведення талих вод, очищення дорожнього полотна від снігу і льоду. Боротьба з пучиноутворенням – одна з найголовніших операцій утримання доріг весною.

Висока температура повітря влітку і незначна кількість опадів сприяють утворенню пилу та інтенсивному стиранню дорожнього покриття. В цей період утримання доріг зводиться до підтримки її у чистоті, догляду за станом дороги та знепилюванню проїжджої частини.

У несприятливих умовах працює дорога восени, велика кількість опадів за низьких плюсових температур сприяє забрудненню проїжджої

частини. Роботи за утриманням дорожнього покриття восени полягає у очищенні його від бруду, боротьба з ковзкістю, водовідведення, підготовка до зимового періоду.

Умови експлуатації доріг взимку складніші, ніж у інші періоди року. У зимовий період незалежно від стану дороги можуть бути непроїзними через накопичення снігу та льоду, завдання в цей період року – снігозатримання і снігоочищення. Ці обидва заходи мають поєднуватися та доповнювати один одного.

Для затримання снігу біля доріг застосовують затримуючі пристрої різних конструкцій, огорожі, переносні щити та деревно-чагарникові насадження. Будова огорожі та відстань її від дороги буде залежати від кількості снігу, що до неї приноситься. Проте снігозатримання не може повністю забезпечити відкладення снігу на дорозі. Тому разом з снігозатриманням також застосовують очищення під час цього мають значення швидкість та своєчасність, тому що запізнення з прибиранням спричиняє ущільнення та змерзання снігу, а також утворення сніжних занесень.

Один з важливих заходів утримання доріг взимку – боротьба з ожеледецею, особливо на ділянках із затяжними ухилами, з проїжджої частини усувають лід або сніжно-крижану кірку, зсипають її матеріалами, які підвищують зчеплення коліс транспортного засобу з покриттям [24].

Для усунення льоду застосовують машини для сколювання і автогрейдери, які комплектуються зубчатим ножом. Для скрижанілих ділянок доріг проводять посипання піском, дрібним гравієм, кам'яною крошкою, шлаком, золою, хлористим натрієм і кальцієм та іншими матеріалами.

Стійкість земельного полотна залежить від його ущільнення, систем водовідведення та складу руху. Під впливом різних чинників у дорожньому полотні можуть утворитися ями, просідання, колії, обвали, розмиви, гребінка, які необхідно усувати.

Для утримання узбіч у справному стані закладають ями, вибоїни, надають полотну правильний ухил для стічних вод, укріплюють ґрунт включенням щебеня, гравію, висівом трав. Для зміцнення уклонів, виямок та насипів і кюветів на них висівають трави, укладають дерн, вимощують їх каменем та плитами бетонними. Канави та кювети, крім того, необхідно очищати періодично від різних предметів та наносів, які заважають нормальному руху води.

Основною метою ремонту і утримання ґрунтових доріг є вирівнювання земляного полотна та відведення поверхневих вод. Основні роботи за ремонтом та утриманням ґрунтових доріг: закладання колій, ям, вибоїн, очищення споруд для водовідведень, вирівнювання дорожнього покриття і надання їй необхідного профілю, підсипання ґрунту, внесення до ґрунту зміцнюючих добавок. Також, особливу увагу потрібно приділяти місцям перенесення тимчасових і постійних водотоків та понижень рельєфу.

Ремонт та утримання гравійних доріг мають спільне з роботами на ґрунтових дорогах. Також необхідна періодична профілізація поверхні, засипання ям, вибоїн і колій, знепилення та внесення ущільнюючих добавок у зовнішній шар покриття.

Щебневі покриття потребують систематичного догляду за дорожньою поверхнею, закладення вибоїн, намітання кам'яної крошки, проломів, відновлення шару спрацювання, підвищення міцності покриття потовщенням та обробки твердими матеріалами поверхні дорожнього покриття.

Основні деформації на ділянках мостів – колії, просідання, проломи, поперечні хвилі, руйнування бордюрного ряду, спучення окремих ділянок. У склад прибирання покриття входить очищення їх від бруду, пилу і відведення води з його поверхні. В процесі середнього та поточного ремонтів виправляють крайки проїжджої частини, рихтують колії, які просіли та інші деформації дорожнього покриття. Усунення недоліків дорожнього покриття найчастіше виконують шляхом переміщення пошкоджених ділянок доріг.

Під час капітального ремонту проводять суцільне переміщення покриття на великих ділянках доріг із перезасипанням основи дорожнього насипу.

1.2. Асфальтобетонорізальна машина, опис прототипа

Машина (рис 1.1., 1.2.) є самохідною машиною з приводом гідравлічним на чотирьох колесах, обладнана двигуном дизельним, конвеєром і фрезою. Кожне з 4-ох коліс має свій незалежний двошвидкісний привод, який забезпечує необхідне зусилля в робочому і транспортному режимах роботи [1].

Машина для пошарового видалення асфальто-бетонних дорожніх покриттів методом фрезерування без нагріву поверхні дороги за температур навколишнього середовища від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ та завантаження зрізаної дорожньої маси в транспортний засіб.

Таблиця 1.1.

Технічна характеристика машини

№ з/п	Найменування розмірів і параметрів	Величина
1	2	3
1	Максимальна ширина фрезерування, мм	1100
2	Максимально можлива глибина фрезерування, мм	140
3	Максимально допустима швидкість руху, м/хв (км/год):	
	Транспортна	135,7 (8,1)
	Робоча	8,4 (0,51)
4	Максимально допустимий поперечний нахил фрезерування, град	6°
5	Номінальна потужність двигуна, кВт (к.с.)	167 (227)
6	Зусилля тягове, Н	80000
7	Висота розвантаження конвеєра, мм	3100
8	Об'єм паливного бака, дм^3	210
9	Об'єм водяних баків, дм^3	710

1	2	3
10	Об'єм бака гідравлічної силової системи, дм ³	430
11	Робочий хід висувних передніх коліс, м ввєрх-вниз	0,365
12	Робочий хід задньої заслінки, м	0,110
13	Просвіт дорожній під фрезою у транспоруючому положенні, м	0,140
14	Дорожня колія, мм: колєс передніх колєс задніх	1710 1530
15	Поздовжня база, мм	3000
16	Розміри габаритні, мм: довжина ширина висота	11700 2100 3900
17	Маса машини, кг	16500
18	Відстань від бордюрів смуги фрезерування, мм, не більше	100

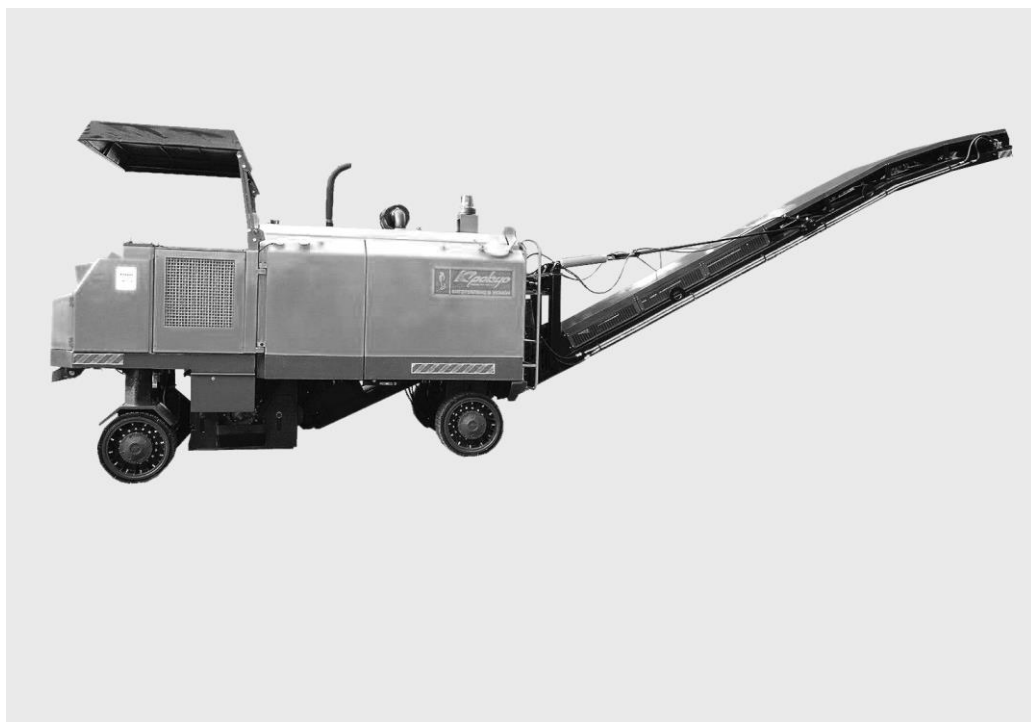


Рисунок 1.1. Загальний вигляд машини (вигляд зліва).



Рисунок 1.2. Загальний вигляд машина (вигляд справа).

1.2.1. Модуль транспортний

Модуль транспортний призначений для транспортування та підбирання із подальшою орієнтацією в просторі, сипких матеріалів з відсіку фрезерного працюючої машини, в склад якої він входить. Попередньо задана оцінка необхідної продуктивності становить 40 т/год.

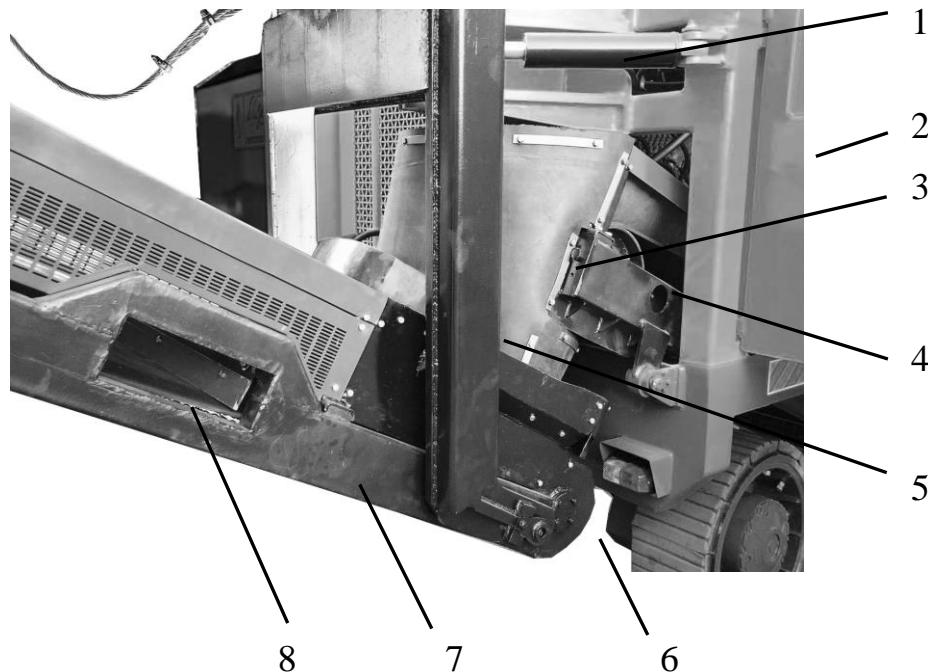


Рисунок 1.3. Транспорт (вид на бункер пересипний)

1 – гідроциліндр повороту правий; 2 – бокова кришка; 3 – бункер пересипний; 4 – секція транспортера стаціонарна; 5 – вилка поворотна; 6 – барабан обвідний рухомої секції транспортера; 7 – секція транспортера рухома; 8 – отвір очищення неробочої сторони стрічки транспортера.

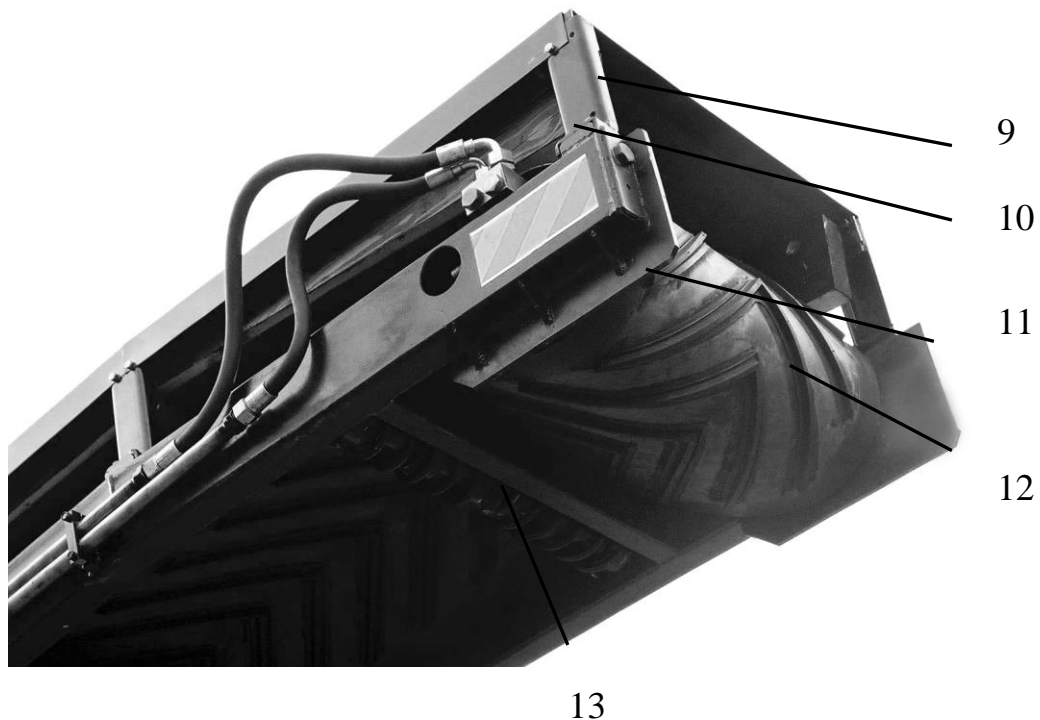


Рис.1.4. Транспортер асфальтозрізальної машини (вигляд верхньої частини зовнішнього транспортера)
 9 – кришка захисна; 10 – гвинт натяжний; 11 – стрічка транспортера; 12 – барабан приводний; 13 – ролик підтримуючий пружиноподібний до очищення транспортерної стрічки.

1.2.2. Основні вузли, агрегати і системи машини.

Основними елементами машини є рама, силова установка, фреза, опори передні (аутригери), керований задній міст, транспортер, гідрообладнання, електрообладнання, система паливна, система змочування зфрезерованої дорожньої маси, контрольно-вимірювальні прилади та органи керування.

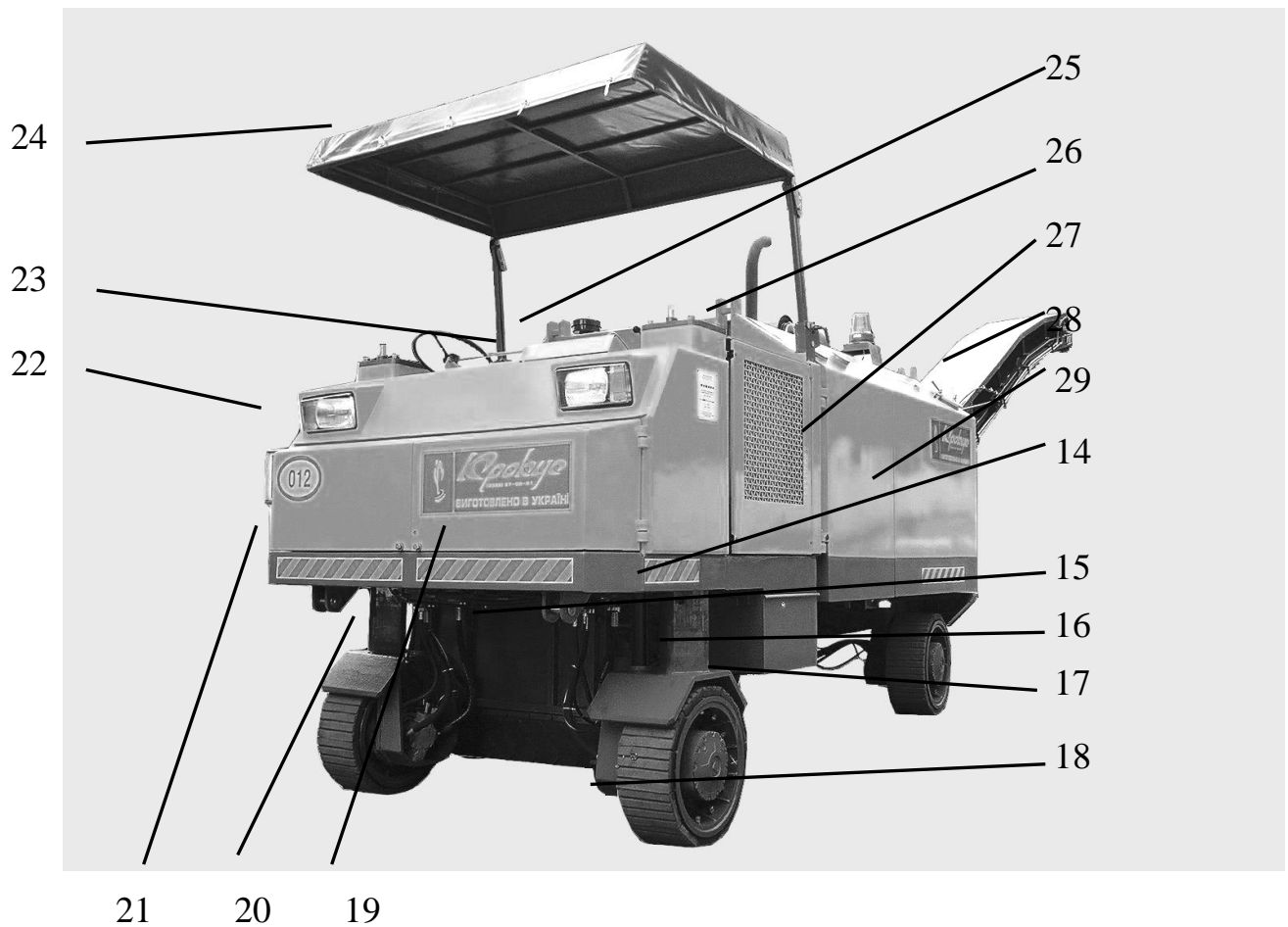


Рисунок 1.5. Машина для зрізування асфальтного покриття (вигляд спереду)
 14 – рама машини; 15 – зачіп буксирний; 16 – лівий аутригер; 17 – відсік акумуляторний, 18 – колесо з сегментами обгумованими; 19 – ліві двері передні; 20 – правий аутригер; 21 – передні праві двері; 22 – передні фари; 23 – панель керування машиною; 24 – тент захисний; 25 – горловина маслобака; 27 – бак паливний; 28 – транспортер; 29, 16 – баки для зберігання води.

1.2.3. Рама машини

Рама машини 14 – металоконструкція зварна із бруса сталюого 100 × 100мм, на якій змонтовано агрегати машини. Маса рами машини разом із навісним обладнанням забезпечує міцнісну, ударну і вібраційну стійкість під час роботи.

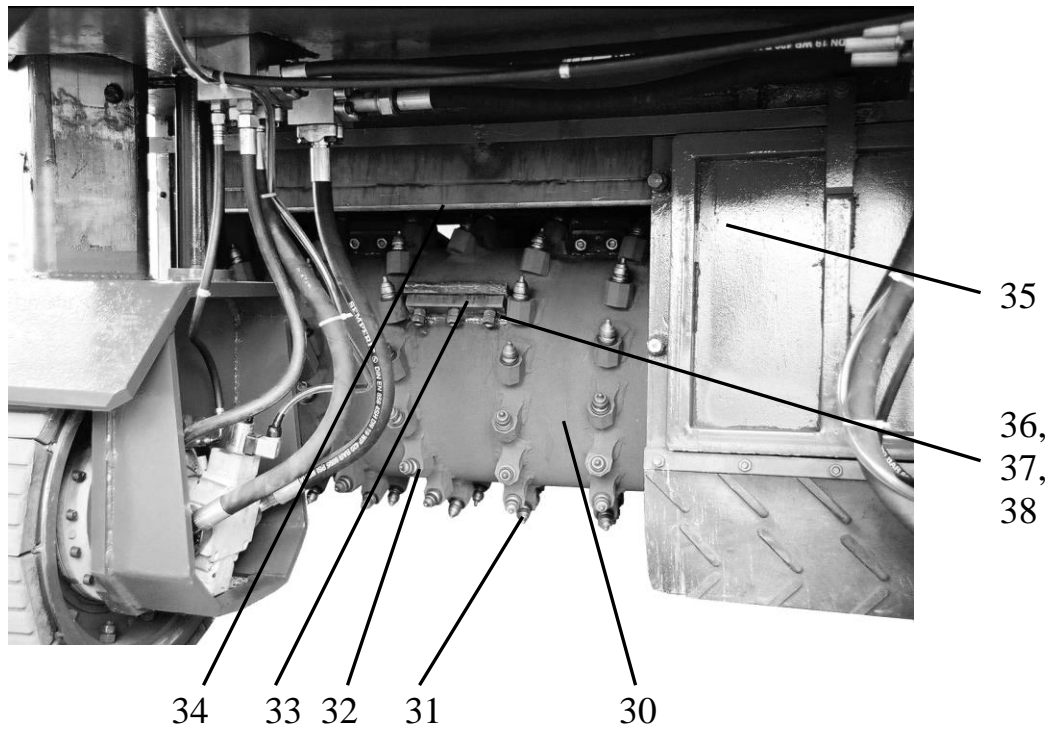


Рисунок 1.6. Фреза машини (вигляд знизу)

20 – барабан фрезерний; 31 – вставний різець; 32 – кулак фрези; 33 – скребок; 34 – трубка розпилення води; 35 – заслінка передня; 36 – болт; 37 – гайка; 38 – контргайка.

1.2.4. Фреза машини

Барабан циліндричний 30, на поверхні зовнішній якого приварено тримачі різців спеціальні – 32 кулаки. Кожен з яких встановлено під кутом, яке сприяє повертанню різця під час процесу фрезерування дорожнього покриття та його рівномірному спрацюванню, місця встановлення кулаків створюють під час обертання барабана за умови послідовнорівномірного врізання різців 31 у дорожнє покриття, подрібнення зфрезерованої маси дорожнього покриття і переміщення її до приймального вікна транспортера.

Для точного розміщення кулака на поверхні фрезерного барабана, в ньому є отвори, в яких штифтом фіксується кулак.

Спереду барабан фрезерний закритий заслінкою 35 закріпленою болтами з можливістю її переміщення по монорейці, таким чином забезпечується вільний доступ до різців.

За барабаном фрезерним знаходиться задня заслінка 22, яка опускається і притискається гідроциліндрами, яка забезпечує чистоту зфрезерованої поверхні. З обох боків барабан фрезерний закритий шторками “плаваючими”.

На заслінці задній, в частині нижній, закріплено знімні скребки, що замінюються в залежності від зношення.

1.2.5. Установа силова

Установа силова служить приводом агрегатів машини.

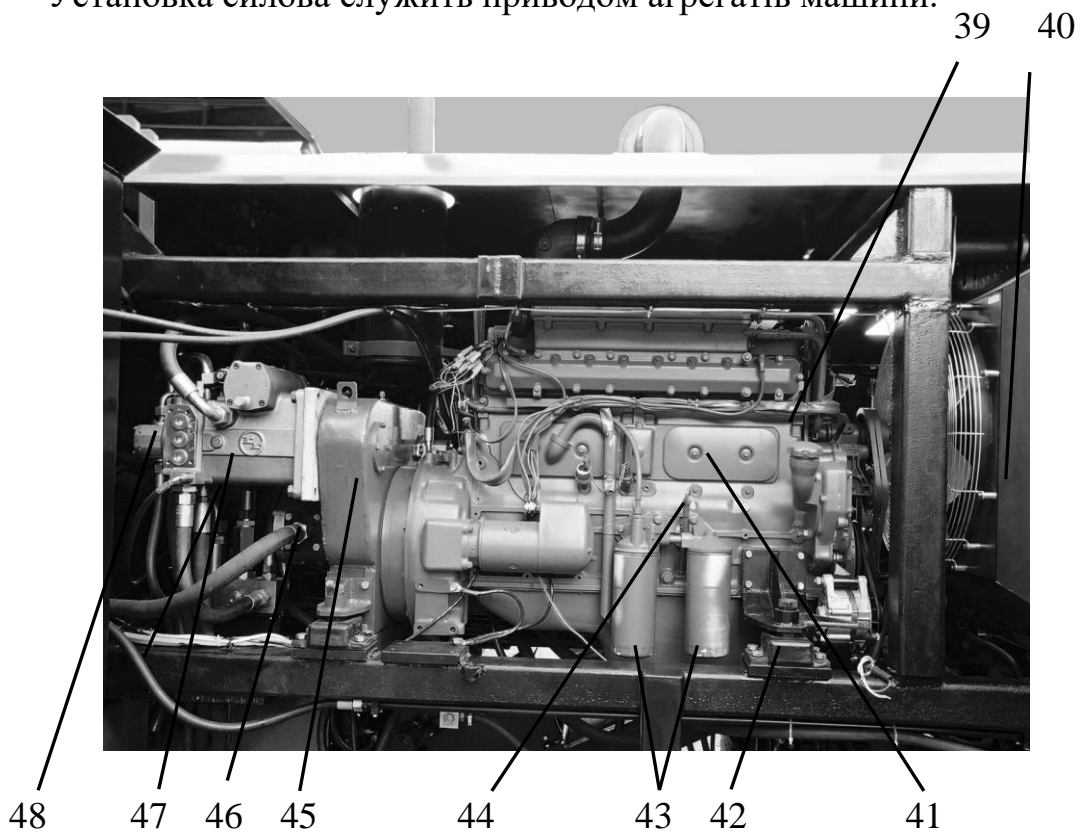


Рисунок 1.7. Установа силова (вигляд зліва за відкритих баків)
 41 – дизельний двигун; 31 – амортизатор; 43 – фільтри масляні; 44 – щуп масла в двигуні; 45 – редуктор помпи; 46 – помпа шестеренчастий гідросистеми; 47 – помпа аксіально-поршнева гідромотор-редуктора фрези; 48 – помпа шестеренчаста гідромоторів транспортера; 39 – заливн горловина двигуна; 40 – радіатор двигуна.

Силову установку складається з дизельного двигуна 30TWD710V, Volvo Penta, редуктор 45 з гідропомпами: НШ-71 живлення силової гідросистеми 46; аксіально-поршнева помпа живлення гідромотор-редуктора фрези 47, шестеренчаста помпа живлення гідромоторів транспортера 48, аксіально-поршнева помпа живлення гідромоторів коліс 51, шестеренчаста помпа рульового механізму 52, шестеренчаста помпа гідроциліндрів аутригерів, заслінки задньої, повороту, опускання-підйому транспортера 53, шестеренчаста помпа приводу гідромотор-вентилятора радіатора гідросистеми силової 50.

Установка силова змонтована на амортизаторах 31 рами машини 14.



49 / 50 / 51,52,53

Рисунок 1.8. Установка силова (вигляд справа за відкритих дверей)
 51 – помпа аксіально-поршнева приводу гідромоторів коліс; 52 – помпа шестеренчаста приводу механізму рульового; 53 – помпа шестерінчаста приводу гідроциліндрів аутригерів, заслінки задньої, повороту, опускання-піднімання транспортера; 50 – помпа шестерінчаста приводу гідромотор-вентилятора радіатора гідросистеми силової; 49 – сепаратор-фільтр пального.

1.2.6. Гідравлічне обладнання

В систему гідравлічного обладнання входять бак оливи, гідропомпи, гідророзподільники, гідроциліндри, з'єднувальні трубопроводи, елементи контролю та керування. Всі помпи встановлені на редукторі 45.

Без навантаження гідромотор редуктори коліс загальмовані, розгальмування відбувається за тиску в системі 8 – 40 bar.

Помпа приводу 46 гідромотор редуктора фрези змонтовано на лівій стороні редуктора 45. З цією помпою спарена помпа 48 приводу гідромотора транспортера 12. Управління гідромоторами 12 здійснюється через розподільник 57. Помпа живлення 51 гідромоторів редукторів приводу коліс змонтовано на правій стороні редуктора 45.

З помпою 51 спарені помпи 52 приводу рульового механізму і помпа 53 приводу гідроциліндрів аутригерів, заслінки задньої, повороту, опускання і підйому транспортера. Поворот коліс здійснюється гідроциліндром 62. Управління цими вузлами відбувається через блоки гідророзподільників рис. 1.9, а саме:

- аутригери правий, лівий – 65, 64;
- гідроциліндри заслінки задньої – 61;
- гідроциліндри повороту транспортера – 62;
- гідроциліндри опускання і підйому транспортера – 63.

Помпа приводу 50 гідромотора вентилятора 70 охолодження радіатора 68 гідросистеми силової зафіксовано на одній осі з помпою ходу 51 з протилежної сторони редуктора 45.

Помпа живлення 46 гідросистеми силової через фільтр всмоктувальний 74 приводить помпи, які змонтовано на редукторі 45.

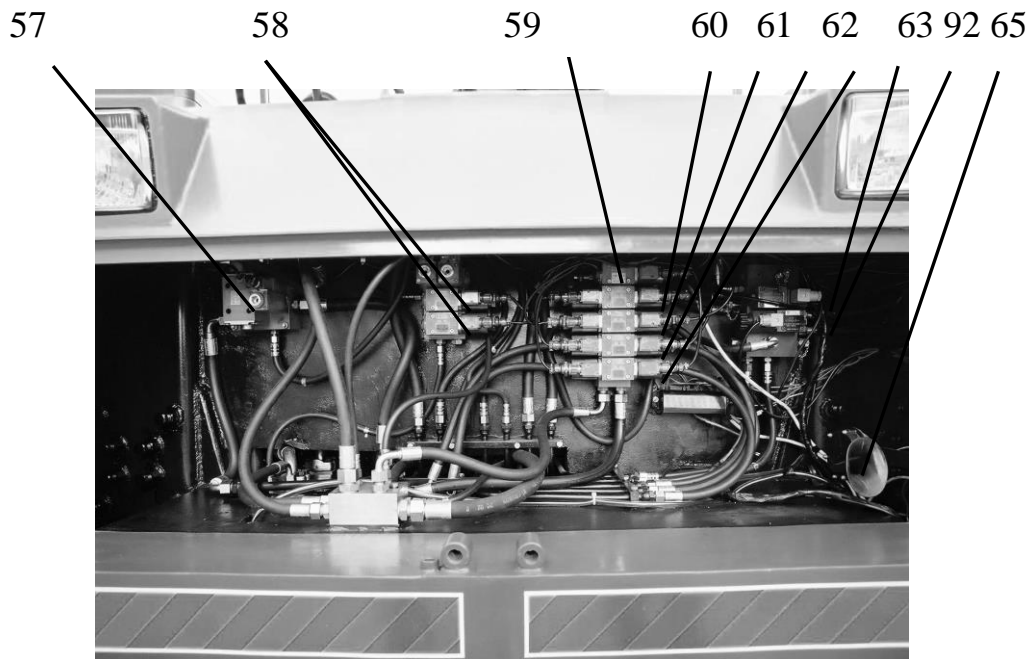


Рисунок 1.9. Розподільники гідравлічні (вигляд спереду за відкритих дверей) транспортера

Тиск оливи в гідросистемі заміряється манометром, вкрученим в корпус перемикача манометричного 173, який розміщений на передній панелі керування.

Бак для оливи 75 гідросистеми – зварна поворотна конструкція, що змонтована на рамі машини. У верхній частині розміщено заливну щуп і горловину. Кришку горловини заливної обладнано “сапуном”, компенсації тиску. На дні бака розміщено зливну пробку, що відкручується ключем спеціальним, який додається.

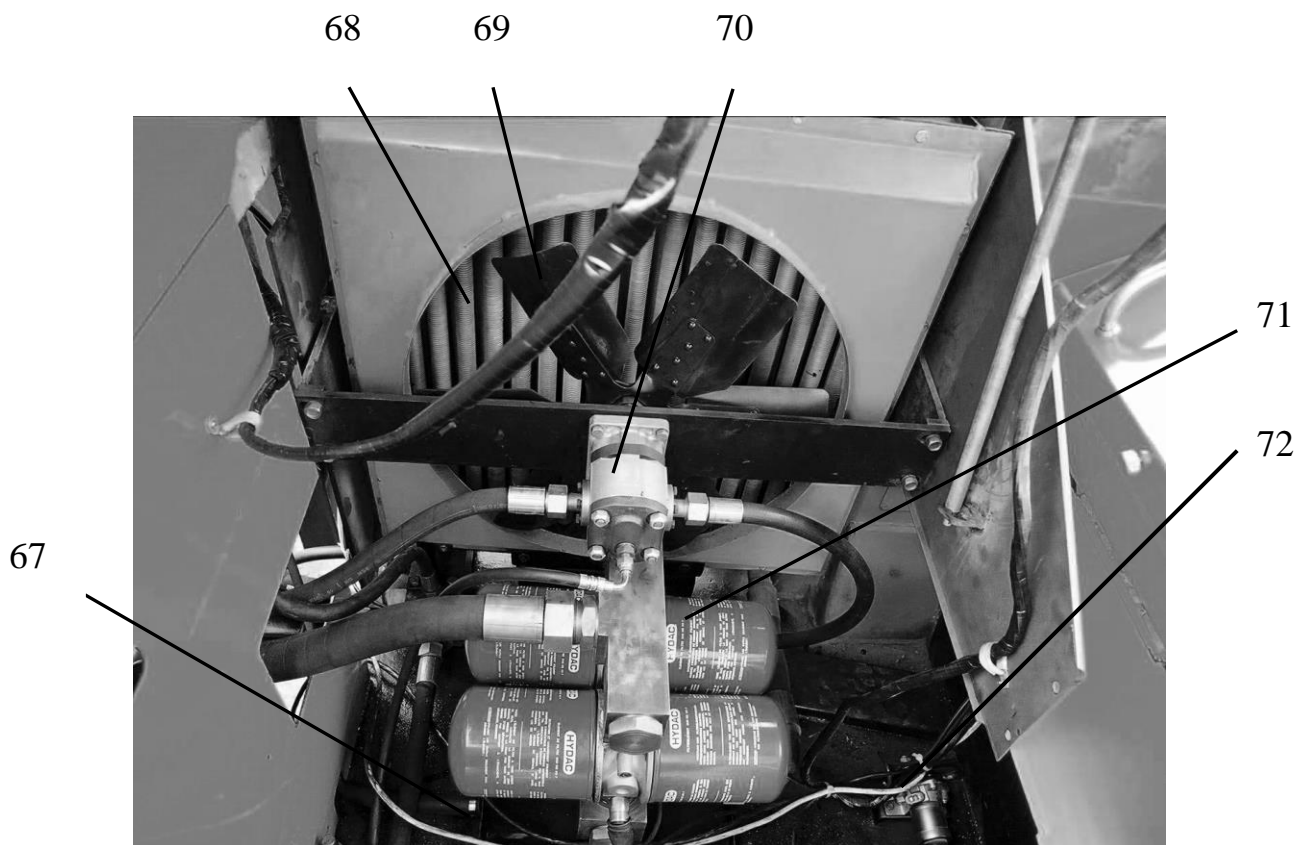


Рисунок 1.10. Радіатор та напірні фільтри гідросистеми силової
 (вигляд за знятої панелі контролю і крищі маси
 68 – радіатор гідросистеми силової; 69 – вентилятор; 70 – гідравлічний мотор
 вентилятора; 71 – фільтри масляні напірні; 72 – включатель маси; 67 – кран.

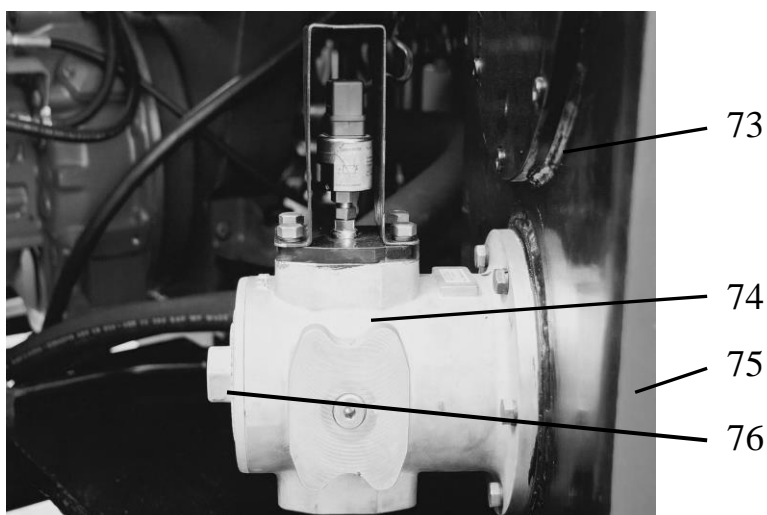


Рисунок 1.11. Фільтр
 всмоктувальний
 73 – кришка люка очисного
 бака оливи; 74 –
 всмоктувальний фільтр; 75
 – бак оливи;
 76 – кришка моктувального
 фільтра.

1.3. Структура модуля транспортного

Транспортний модуль призначений для забору зфрезерованого покриття із фрезерного відсіку та його транспортування в транспортний засіб. Транспортний модуль рис. 1.3 складається із двох окремих секцій: стаціонарної внутрішньої 1, встановленої на приймальному вікні відсіку фрезерного та зовнішньої 2, яка змонтована на вилці поворотній 10. Пересипання зфрезерованої маси із внутрішнього на зовнішній здійснюється за допомогою пересипного бункера 16. Конструкція транспортера дозволяє підводу кузова машини під нього на потрібні відстань, з можливістю подачі зфрезерованої маси по цільй площі кузова через кероване поперечне переміщення зовнішнього транспортера 2 за допомогою гідроциліндра 9.

Стрічка спеціальна з виступаючими гофрами 5 не дозволяє затримувати або розсипати масу. Рухається вона між двома барабанами, верхнім 14 який приводиться в рух гідравлічним мотором, а нижній є пасивним обвідним 3, який виключає затримування твердих тіл завдяки пазам поперечним. Жолобоподібну, (увігнуту) форму стрічки на підйомі забезпечують відповідно встановлені ролики опорні 6, а на холостій вітці її очищають ролики пружиноподібні 17. На спеціальному каркасі над стрічкою закріплено кришки захисні 7.

Транспортер зовнішній виключає самовільне опускання за допомогою гідравлічного блокування, підстрахований додатково стальними канатами 13.

Ролики пружиноподібні підтримуючі, які забезпечують очищення стрічки сприяють відсутності налипання зфрезерованої маси на робочій поверхні стрічки. Очищення зворотної сторони стрічки, забезпечується встановленими в нижній частині транспортера шкребками 4.

Барабан нижній обвідний 3 на двох транспортерах виконано із ребристою поверхнею, що недопускає налипання маси розігрітої бітумної, а також виключає клинення стрічки внаслідок потрапляння під барабан великих фракцій зрізаного дорожнього покриття.

2. Конструкторська розробка

2.1. Обґрунтування та вибір аналога

Оцінювання можливих варіантів створення і вдосконалення нової техніки повинна ґрунтуватися на засадах економічної ефективності та доцільності розробки та впровадження у виробництво. Тому організаційні та технічні питання щодо розробки конструкцій нової техніки необхідно вирішувати у комплексі із економічними показниками.

Метою розробки даної кваліфікаційної роботи є конструкторсько-товарний напрямок, у ньому новий або вдосконалений виріб розробляється з метою подальшого його серійного виробництва і реалізації іншим споживачам.

Основними умовами доцільності розробки даного виробу є: новий виріб має бути конкурентоспроможним; його виробництво повинно бути економічно доцільним для виробника.

2.2 Аналіз конструкції прототипа

Міцність рами транспортера в динаміці.

Для зняття навантажень у місці прикріплення траверси до транспортера забезпечується двома шляхами: усиленням небезпечної ділянки або зрівноваженням конструкції та вибором оптимальної точки прикріплення траверси. Усилення транспортера не допускається, тому що це приведе до збільшення його маси. Щоб знайти оптимальну точку кріплення підйимального циліндра потрібно промодельовати конструкцію машини. Розрахунки необхідно провести на базі аналізу нових варіантів конструкції. Для цього складається ряд рівнянь розрахунку навантажень що діють, це дозволяє оптимізувати конструкцію транспортера.

Швидкість транспортування зрізаної маси.

Розрахунок швидкості транспортування проводим, враховуючи необхідність забезпечення стабільного транспортування без просипання зрізаної маси. Враховуючи, що висота основного шару зрізаної маси складає від 10 до 30 мм, дозволяється зменшувати швидкість руху стрічки без зниження продуктивності транспортера.

Крутний момент на привідному барабані.

На привідному барабані крутний момент є замалим, що призводить до короткочасних зупинок стрічки транспортера і не дозволяє забезпечити достатній її натяг. Винесення барабана назовні машини не мала успіху, це змушує суттєво міняти конструкцію рами машини. Вирішено встановити потужній двигун такої ж серії, що дозволяє не змінюючи конструкції приводного барабана збільшити момент крутний та зменшити швидкість. Крім цього новий двигун має ті ж самі кріпильні місця та споживану потужність за необхідної продуктивності потоку.

Поперечний хід транспортерної стрічки.

Конструкція барабанів обвідних не забезпечує центрування транспортерної стрічки по ширині. В зв'язку із тим, що в зрізаній масі зустрічаються окремі до 10 кг куски, що вносять додаткові збурення у динамічну рівновагу транспортерної стрічки. Виконання їх у бочкоподібній формі не забезпечило бажаних результатів. Зазор між несучою балкою та гумовою транспортерною стрічкою складає 20 мм, це не дозволяє встановити центруючі ролики. Наступні розрахунки, у нижній частині рами можна зробити потоншення на відстань, яка необхідна для їх кріплення.

Конструкційний зазор між транспортерною стрічкою і кріпленнями кожухів захистних.

Зазор в 11мм між транспортерною стрічкою і конструкційними елементами транспортера виявився малим і спричиняв тертя транспортерної стрічки спричиняючи передчасне спрацювання. Впровадження підвісних роликів дозволить збільшити робочий зазор близько 36мм цим самим

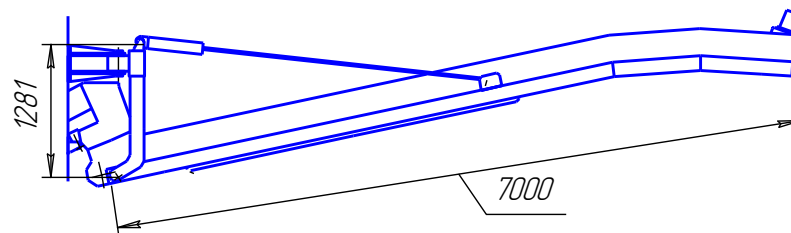
спростити конструкцію. Вдосконалення металічного корпусу несучого ролика сприяє зменшенню конструкції.

Барабан обвідний.

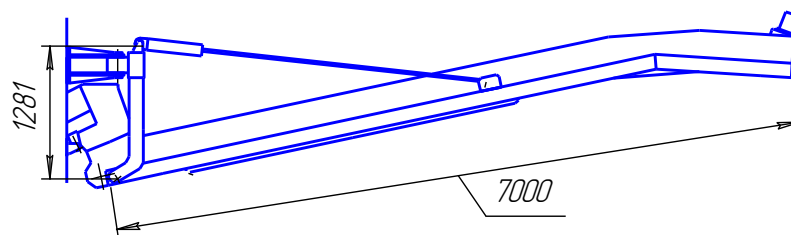
Через потрапляння крупних фракцій зрізаного шару присутнє заклинювання барабана обвідного. Заміна барабана обвідного на барабан гребінчастого типу забезпечить втоплюваність крупним включенням барабана всередину.

2.3. Облегшення і спрощення конструкції

Проаналізувавши конструкцію було виключено одну ділянку транспортера, при чому місця кріплення роликів та кут викиду зрізаного шару покриття не помінялося рис. 2.1. Спосіб кріплення кожухів захисних забезпечить уникати вібрації.



Попередній варіант



Нова конструкція

Рисунок 2.1. Вигляд транспортера збоку

2.4. Уточнений розрахунок продуктивності машини для зрізування асфальтного покриття.

Проведений проектний розрахунок продуктивності даної машини не забезпечив точних результатів, тому виникла потреба точнішого розрахунку.

Вихідні дані розрахунку продуктивності

Вихідні дані для подальшого розрахунку машини:

$$U = 0,309 \text{ км/год за } h = 0,05 \text{ м.}$$

$$U = 0,015 \text{ км/год за } h = 0,14 \text{ м.}$$

$$U = 0,5 \text{ км/год за } h = 0 \text{ м.}$$

де U – швидкість машини, км/год;

h – глибина зфрезерування, м.

$$\rho_{\text{суц.}} = 2200 \text{ кг/м}^3 \quad \text{щільність суцільного асфальту}$$

$$\rho_{\text{подр.}} = 1600 \text{ кг/м}^3 \quad \text{щільність подрібненого асфальту}$$

$$Q = h \cdot b \quad \text{де } b = 1,1 \text{ м ширина зфрезерування}$$

$$Q = U \cdot h \cdot 1,1 \quad \text{продуктивність.}$$

Визначення залежності швидкості руху машини від глибини фрезерування.

Виходячи з того, що швидкість руху машини за номінальних обертів двигуна обернено пропорційна до глибини врізання, знайдемо залежності швидкості від врізання. Рисуємо графік залежності швидкості руху машини від врізання.

З рисунка 2.2 бачимо, швидкість руху машини, за номінальних обертів двигуна, лінійно залежить від врізання.

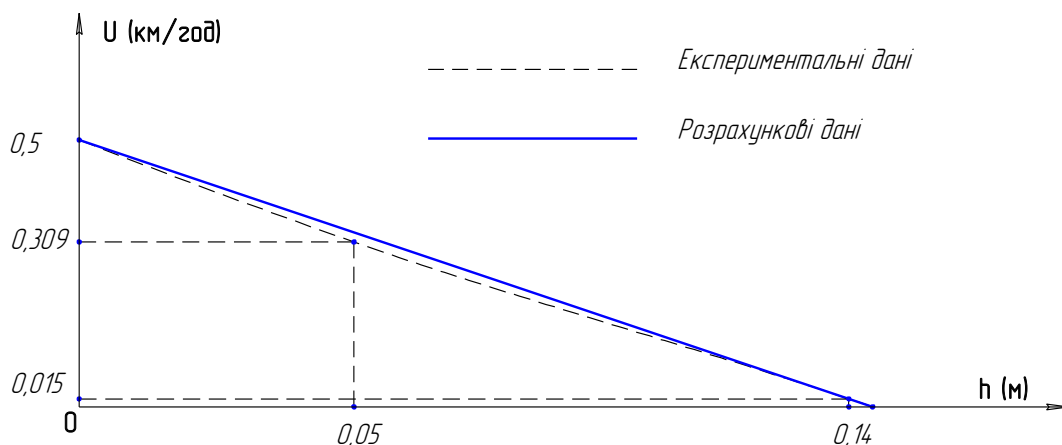


Рисунок 2.2. Графік залежності швидкості руху машини від врізання

Лінійну залежність визначаємо за формулою:

$$U = -3,341 \cdot h + 0,493 \text{ за коефіцієнта кореляції } r = -0,9991.$$

Розрахунок продуктивності машини від врізання

Виразимо продуктивність машини для зрізування асфальтного покриття з глибини врізання фрези [1]:

$$Q = (-3,341 \cdot h + 0,493) \cdot h \cdot 1,1 \cdot 1000 \quad (2.1)$$

$$Q = -3680 \cdot h^2 + 550h$$

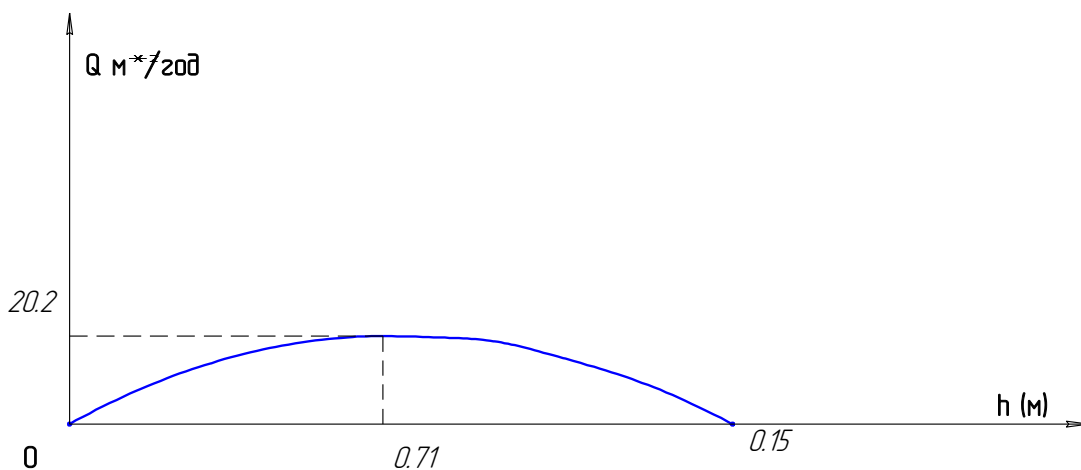


Рисунок 2.3. Графік залежності продуктивності машини для зрізування асфальтного покриття від глибини врізання фрези

Розрахунок максимальної продуктивності машини для зрізування асфальтного покриття.

Визначення максимальної продуктивності машини для зрізування асфальтного покриття знаходимо першу похідну залежності продуктивності від глибини врізання фрези.

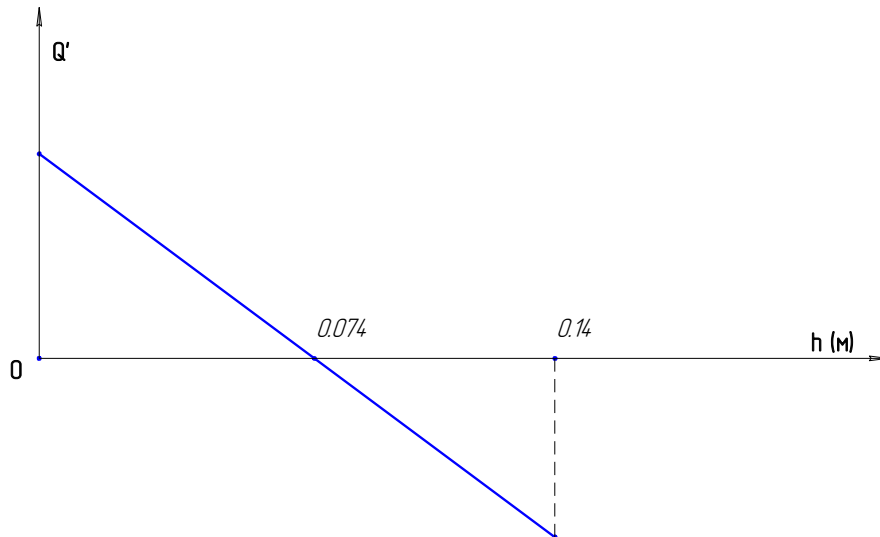


Рисунок 2.4. Графік залежності змін продуктивності машини для зрізування асфальтного покриття від глибини врізання фрези

Максимальна продуктивність розраховується наступним чином:

$$Q' = -7360 \cdot h + 550 \quad (2.2)$$

Глибина врізання фрези за максимальної продуктивності становить:
продуктивність максимальна досягається за глибини врізання фрези h_{max}

$$h_{max} = 550/73600;$$

$$h_{max} = 0,074 \text{ (м)};$$

$$h_{max} = 7,4 \text{ (м)}.$$

Максимальна продуктивність машини складає:

$$Q_{max} = -3680 \cdot 0,074^2 + 550 \cdot 0,074;$$

$$Q_{max} = 20,83 \text{ (м}^3\text{/ГОД)}.$$

Визначення маси зрізаного асфальту:

$$Q'_{max} = Q \cdot \rho_{суц}; \quad (2.3)$$

$$Q'_{max} = 20,83 \cdot 2200;$$

$$Q'_{max} = 45821 \text{ (кг / год)}.$$

Об'єм зрізаного асфальту визначаємо за формулою:

$$Q''_{max} = Q' / \rho_{подр.}; \quad (2.4)$$

$$Q''_{max} = 45821 / 1600;$$

$$Q''_{max} = 28.6 \text{ м}^2/\text{год}.$$

2.5. Розрахунок швидкості транспортування і вибір гідродвигуна приводу транспортера

Розрахунок повинен забезпечувати наступні умови.

1. Усувати удари кусків асфальту об кожухи транспортера.
2. Забезпечити траєкторію падіння зрізаного матеріалу в місці пересипання.
3. Забезпечити процес пересипання за різних кутів фрезерування.
4. Забезпечити більший натяг стрічки транспортера.
5. Забезпечити виключення поперечного люфта стрічки транспортера.

Розрахунок швидкості транспортування

Процес пересипки можна описати наступною системою рівнянь [1]:

$$\begin{cases} X = U_x \cdot t \\ Y = U_y \cdot t - g \cdot t \\ U_x = U \cdot \cos \alpha \\ U_y = U \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (2.5)$$

де $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ прискорення вільного падіння.

Тоді формула визначення траєкторії польоту буде мати наступний вигляд:

$$Y = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot X - \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (2.6)$$

Промодельюємо за наступних значень U та α траєкторію польоту частинок: $U = 1,5 \text{ м/с}$; $U = 2 \text{ м/с}$; $U = 2.5 \text{ м/с}$; $U = 3 \text{ м/с}$; $U = 3,5 \text{ м/с}$ –

встановлено на діючій машині. $\alpha = 25^\circ$ кут скату зрізаного матеріалу дорожнього покриття зі стрічки транспортера враховуючи, що машина може мати робочий крен $\pm 20^\circ$.

Розрахунки показали, що оптимальна швидкість для стрічки транспортера є $U = 1,5 - 2$ м/с. За більших швидкостей може бути сильний обстріл кожуха пересипного. Не можна допускати руху машини зі швидкістю менше 1,5 м/с – це приведе до просипання зрізаного шару дорожнього покриття.

Гідравлічний мотор GMSW 100, який був встановлений на базовій машині, не забезпечував вимог поставленим до швидкості руху стрічки транспортера.

Швидкість транспортування є в межах 4 – 4,5 м/с. Під час збільшення натягу стрічки транспортера є недостача його потужності.

Визначимо необхідну швидкість обертання вала гідравлічного мотора приводу транспортера ν , об/хв.

$$\nu = \frac{U}{D \cdot \pi} \cdot 60 \quad (2.7)$$

де $D = 0,27$ м – діаметр привідного барабана транспортера.

$$\nu = \frac{2}{0.27 \cdot 3.14} \cdot 60 = 141 \text{ об / хв}$$

За визначеними даними вибираємо гідравлічний мотор GMSW 200 з крутним моментом $M_H = 50$ кг·м і частотою обертання 375 об/хв. Двигуна тієї ж серії дозволяє без особливих труднощів впровадити нову конструкцію барабана транспортера.

Крутний момент збільшиться в N рази:

$$N = \frac{M_H}{M_A}; \quad (2.8)$$

$$M_H = 50 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$$M_A = 30 \text{ кг} \cdot \text{м};$$

$$N = \frac{50}{30} = 1,66.$$

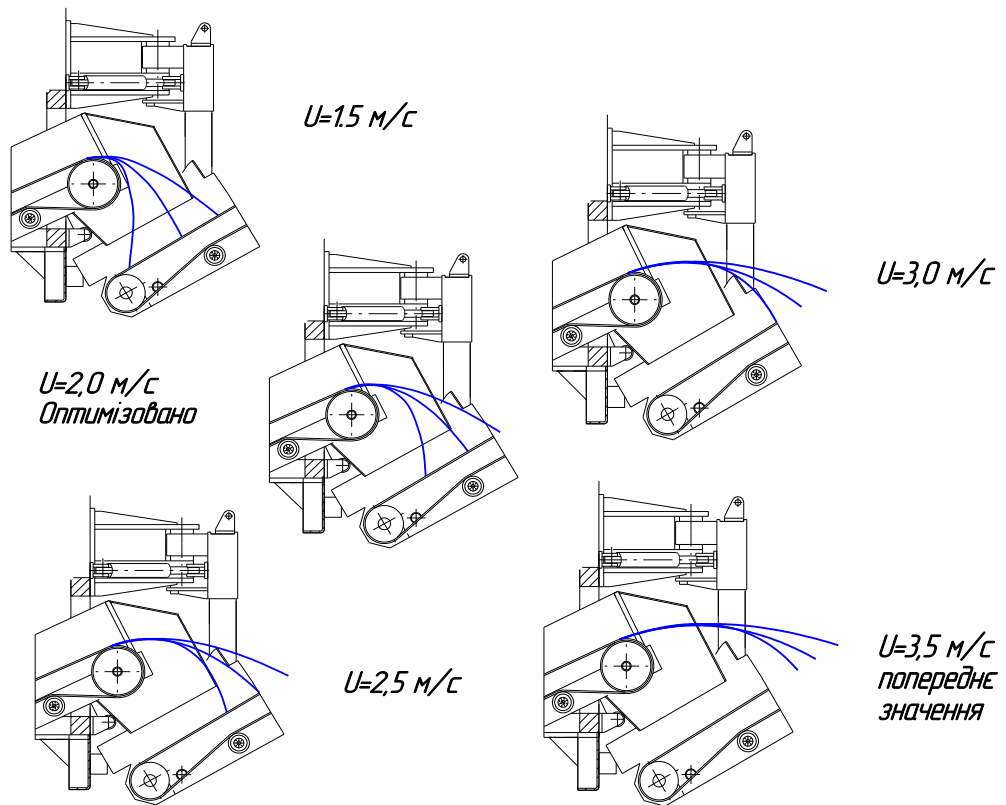


Рисунок 2.5. Процес пересипки зрізаної маси

2.6. Розрахунок транспортера машини на міцність.

В результаті перегляду точки кріплення траверси до транспортера, визначаємо параметри поперечного перерізу несучих балок та внутрішніх напружень.

Розрахунок повинен дозволити визначити потоншення транспортера для установки направляючих роликів. Координати встановлення направляючих роликів складають 0,5 – 3 м від точки обертання транспортера.

Силовий розрахунок забезпечить визначення точки кріплення траверси транспортера.

Розрахунки рами транспортера на міцність проводимо за параметрами аналога.

Де маса транспортера $M = 1000$ кг, довжина транспортера $L = 7$ м, розміри вилки зображено на рисунку.

Всі сили та навантаження, які діють на транспортер розбиваються на частини і утворюють розподіл сил з кроком в 10 мм.

Даний спосіб обчислення забезпечує автоматизацію розрахунку транспортера, і дозволяє розраховувати будь-яку кількість сил та прикладати сили в будь-якій розрахунковій точці. Через змінну величину прискорення вільного падіння передбачається моделювання перевантаження, які виникають в рамі транспортера. Також можна визначати напруження в будь-якій точці транспортера.

Визначення навантаження на вилку транспортера [1] і розрахунок реакції в опорах:

$$\begin{cases} R_x - F_{II} \cos \alpha - \sum m a_x = 0 \\ R_y - F_{II} \sin \alpha - \sum m a_y = 0 \\ DE \cdot F_{II} \sin \alpha - \frac{\sum m \cdot x}{2} |a_y| = 0 \end{cases} \quad (2.9)$$

де $AE = \sqrt{AB^2 + BE^2 - 2AB \cdot BE \cos(90 - \beta)}$ (2.10)

$$\sin \alpha = \frac{AB \cdot \sin \beta}{AE} \quad (2.11)$$

Звідси визначаємо: $F_{II} = \frac{\sum m \cdot x}{2} |a_y| / (DE \cdot \sin \alpha)$ (2.12)

Визначаємо реакції в опорах

$$R_x = F_{II} \cos \alpha + \sum m a_x \quad (2.13)$$

$$R_y = F_{II} \sin \alpha + \sum m a_y \quad (2.14)$$

Розрахунок рами транспортера на міцність.

$$|\sigma|_n = \sigma_{Nn} + \sigma_{Mn} \quad (2.15)$$

де $|\sigma|_n$ – напруження, які виникають в рамі транспортера;

σ_{Nn} – напруження, які утворюються в наслідок дії сил повздовжнього стиску;

σ_{Mn} – напруження, які виникають від дії згинальних моментів.

Визначаємо напруження стиску:

$$\sigma_{Nn} = \frac{\sum T_n}{S} \quad (2.16)$$

T_n – величина сили повздовжнього стиску в перерізі, який розраховується;

S – площа поперечного перерізу.

Визначення напружень, які виникають від дії згинальних моментів.

$$\sigma_{Mn} = \frac{\sum_n^l M_n}{W} \quad (2.17)$$

M_n – момент згинальний в n -ому перерізі рами;

W – осьовий момент опору балки;

L – довжина транспортера.

$$M_n = Q_n \cdot L_n \quad (2.18)$$

Q_n – навантаження, яку створює сила на транспортер у точці n ;

W осьовий момент опору розраховуємо за допомогою графічних систем.

Коефіцієнт запасу міцності приймаємо рівним $\eta = 2$.

Допустиме напруження сталі для Ст3 за умови виникнення динамічних навантажень, приймаємо $\sigma = 85 \text{ Н/мм}^2$.

$F_{Ц}$ – сила, яка діє в гідроциліндрі повинна бути незмінною після зміни конструкції транспортера.

Навантаження яке діє на раму транспортера приймаємо рівномірно розподіленим по довжині. Загальна маса транспортера $m=1000$ кг з яких 60 кг це маса привідного барабана, який розміщений на кінці транспортера і розбалансовує його масу. Масу барабана враховуємо під час комп'ютерного

МОДЕЛЮВАННЯ.

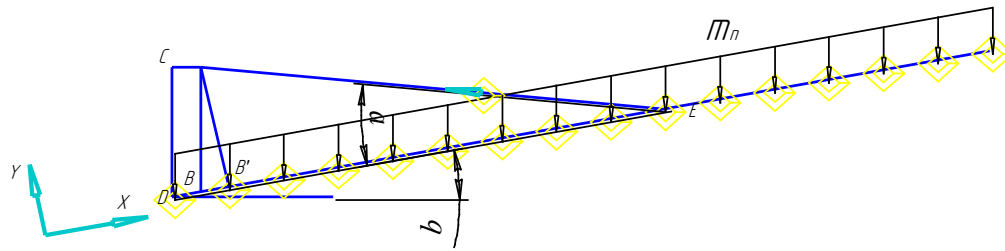


Рисунок. 2.6. Схема транспортера для розрахунку.

Таблиця 2.1. Результати розрахунку транспортера за умови кріплення траверси транспортера на відстані **2,5 м** від осі його повороту

Координата точки розрахунку, м.	Згинальний момент, Н·м	Сила стискання, Н/см	Осьовий момент опору, см ³	Площа поперечного перерізу, см ²	Напруження у розрахунковій точці т-ра, кг/см
0	0	242480	51,0	15,0	165
0,5	-20950	241090	51,0	15,0	584
1	-45330	239700	51,0	15,0	1071
1,5	-73130	238300	51,0	15,0	1626
2	-104360	236910	51,0	15,0	2248
2,5	-139010	12570	51,0	15,0	2780
3	-109860	11170	51,0	15,0	2206
3,5	-84140	9780	51,0	15,0	1691
4	-61850	8380	51,0	15,0	1244
4,5	-42980	6990	51,0	15,0	865
5	-27530	5600	51,0	15,0	556
5,5	-15510	4200	51,0	15,0	314
6	-6910	2810	51,0	15,0	141
6,5	-1740	1420	51,0	15,0	36
7	0	0	51,0	15,0	0
Max значення	139010				2788

Навантаження і реакції в опорах: $R_x = 24248\text{Н}$; $R_y = 10738\text{Н}$; $F_y = 26035\text{Н}$;

Площа сечення, см ²	Теоретична маса 1 п.м., кг	Периметр, мм	Додаткові дані для осей					
			Х-Х			У-У		
			J_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	J_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
13.17	10.302	335	195.35	34.67	3.85	77.73	23.56	2.43

Площа сечення, см ²	Теоретична маса 1 п.м., кг	Периметр, мм	Додаткові дані для осей					
			Х-Х			У-У		
			J_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	J_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
14.95	11.689	386	355.59	50.80	4.88	93.81	31.27	2.51

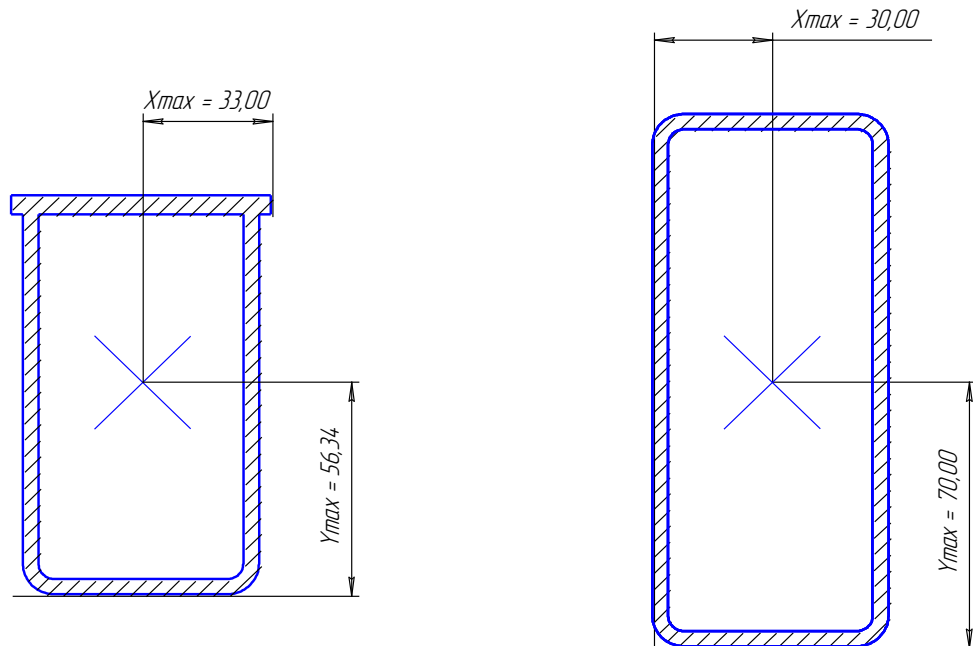


Рисунок. 2.7. Визначені геометричні параметри поперечного перерізу балки рами транспортера.

2.7. Розрахунки вилки транспортера на міцність.

Дані для розрахунку:

$R_x = 26334$ Н – реакція в опорі у місці кріплення вилки транспортера по осі Х ($R_x = 2687$ кг).

$R_y = 13223$ Н – реакція в опорі у місці кріплення вилки транспортера по осі Y ($R_y = 1349$ кг).

Визначення максимального згинального моменту в балці рами.

Момент, який виникає від дії сили R_y в точці В визначаємо за формулою:

$$M_B = R_y \cdot \overline{BD} \quad (2.19)$$

$$M_B = 1349 \cdot 23,7 = 32000 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

формула визначення згинальних моментів на відрізьку балки АВ матиме вигляд:

$$M(x) = -M_B + x \cdot R_x \cos(15) \quad (2.20)$$

$$M(x) = -32000 + x \cdot 2595$$

Згинальний момент у точці В за $X=100$ см буде:

$$M(B) = -31000 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Згинальний момент у точці А буде:

$$M(A) = -227500 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Максимальний згинальний момент буде в точці А. Також крім згинальних моментів на вилку транспортера діє сила розтягу її.

На вилку діють складні динамічні навантаження, тому коефіцієнт запасу міцності приймаємо $\eta=2$. Даний запас міцності забезпечиться рівномірним розподілом навантаження по двох плечах вилки.

$$\sigma_{\delta} = \sigma_p + \sigma_{зг} \quad (2.21)$$

$$\sigma_p = \frac{R_y}{S_{ци}} \quad (2.22)$$

$S_{ци}$ – площа поперечного перерізу приймаємо 100см^2 . Тоді:

$$\sigma_p = \frac{(R_y \cdot \cos(15^\circ) + R_x \cdot \sin(15^\circ))}{S_{ци}} \quad (2.23)$$

$$\sigma_p = \frac{12835 \cdot 0.97 + 26346 \cdot 0.26}{100} = 193 \text{ Н/см}^2 = 20 \text{ кг/см}^2$$

З розрахунків видно, що площа поперечного перерізу не суттєво впливає на міцнісні характеристики конструкції.

Розраховуємо вилку транспортера на згин за формулою:

$$\sigma_p = \frac{M_{\max}}{W_x} \quad (2.24)$$

$$\sigma_p = \frac{227500}{289} = 787 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{\delta} = 20 + 787 = 807 \text{ кг/см}^2.$$

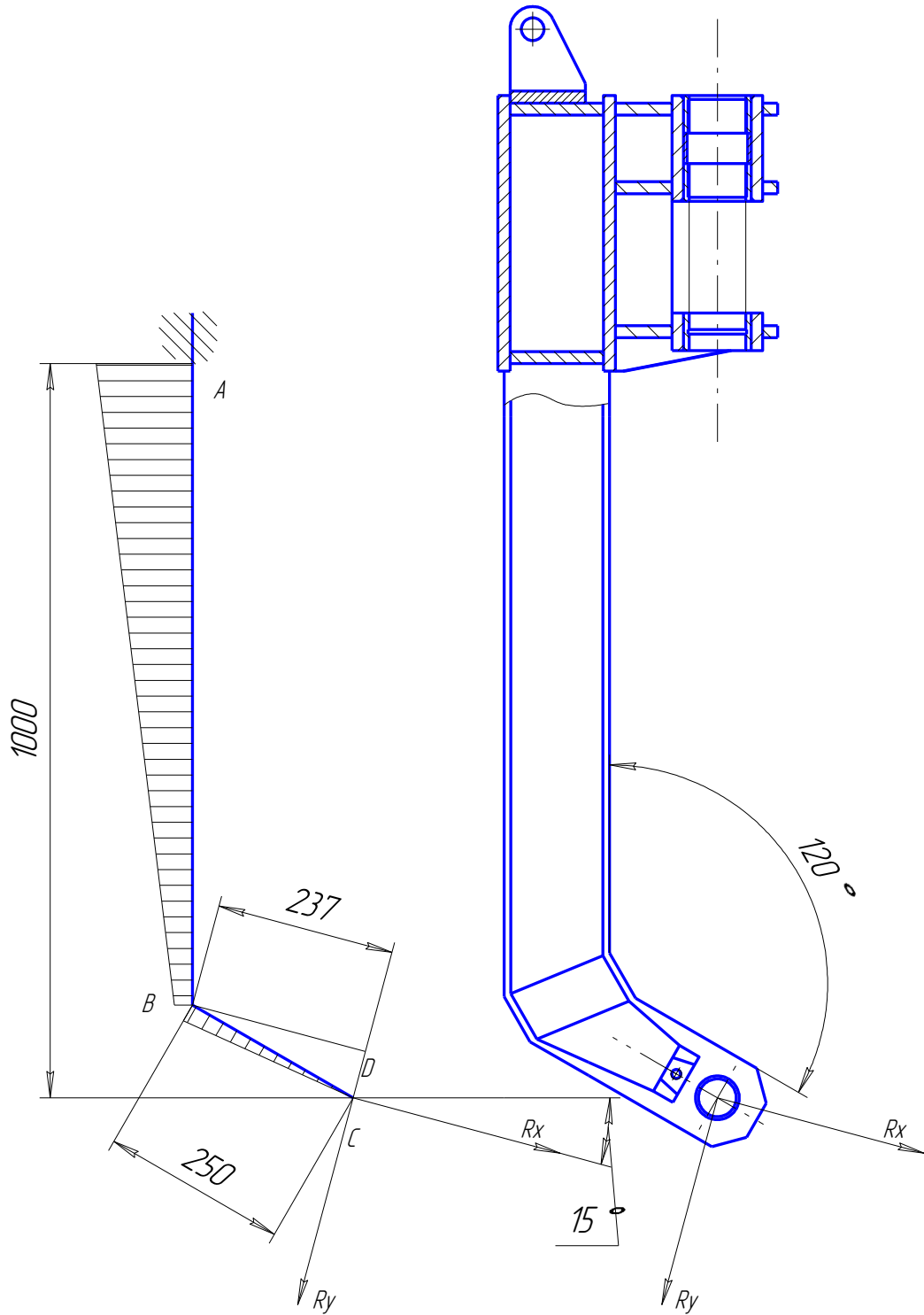


Рисунок. 2.8. Схема до розрахунку вилки транспортера.

Матеріал для конструкції вилки транспортера приймаємо Сталь 30.

3 Охорона праці

3.1 Аналіз умов та охорони праці під час експлуатації машини

В комплект до машини входить інструкція по експлуатації, в якій є чіткий перелік заходів безпеки, яких повинен дотримуватися весь обслуговуючий персонал.

Машини не має особливих конструктивних відмінностей від інших подібних засобів ремонту та обслуговування доріг, тому обслуговуючий персонал не потребує проходження спеціальних курсів навчання. Керування машиною дозволяється особам за спеціальностями [3]: грейдерист, бульдозерист зі стажем роботи не менше 3-х років, які пройшли перевірку знань в обсязі інструкції по експлуатації, техніки безпеки та охорони праці .

Зокрема:

Робота на машині не допускається:

при присутності на робочому місці крім оператора інших осіб;

при неробочому освітленні в темний час доби;

з приладами, що вийшли з ладу;

Оператор не має права:

доручати керування машиною іншим особам;

під час руху машини виходити з неї.

Перед запуском дизеля необхідно переконатись в тому, що:

передня заслінка встановлена на місце та закріплена;

важелі управління роботою машини знаходяться у виключеному положенні;

звукова та світлова сигналізації, а також освітлення працюють стабільно;

Після закінчення роботи оператор зобов'язаний перевести тумблер керування стоянковим гальмом в положення “гальмо”– горить контрольна червона лампа-індикатор , встановити з'ємні упори аутригерів в гнізда на щитках передніх коліс, опустити на них машину і заглушити двигун.

Конструкція машини не передбачує захист від обледеніння, тому її використання при температурах навколишнього середовища нижче 0 °С не дозволяється.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу і дорожнього транспорту від падіння конвеєра внаслідок обриву штока гідроциліндра. Конвеєр необхідно обладнати страхувальними тросами, кріпляться в місці кріплення траверси на окремому вусі. Для уникнення розщемлювання кінців тросів вони повинні бути зароблені за допомогою спеціальних пристосувань і випробувані двократним навантаженням ваги конвеєра.

Рухомі частини конвеєра, двигуна, вентилятори необхідно захистити спеціальними кожухами і захисними сітками.

На конструкції, що можуть різко відкриватись або обертатись під дією власної ваги чи гідравлічного приводу нанести спеціальні написи.

Технічне обслуговування машини потрібно виконувати при заглушеному двигуні, опущених конвеєрі та аутригерах із встановленими з'ємними упорами аутригерів. При заміні різців завжди повинен бути вільний простір між фрезою та дорожнім покриттям.

Для завантажування машини на транспортний засіб, в конструкції рами передбачено вуха для строповки. Ці місця позначені відповідними символами згідно держстандарту України і мають коефіцієнт запасу який становить згідно розрахунку $\eta=5$. Завантажувати машину дозволяється вантажопідіймальними засобами з вантажопідйомністю не менше 20000 кгс.

Підлога в кузові транспортного засобу, що виконують транспортування, за винятком спеціальних машин, повинна бути підсилена спеціальними підкладками під колесами машини (листи металу 12÷20 мм). Машину слід опустити так, щоб фреза вперлася у дерев'яну підкладку. Під колеса встановити упори, машину закріпити до кузова тросовими розтяжками, діаметр троса не менше 10 мм. Спереду машини розтяжки кріпити за буксирні зачепи, ззаду – за балку моста.

3.2 Вимоги безпеки до машини як учасника дорожнього руху

Для безпечної роботи машини на ділянці дороги, що ремонтується, вона повинна відповідати усім вимогам безпеки дорожнього руху [3].

Машину необхідно обладнати проблісковими маяками і габаритним вогнями.

Для забезпечення безпечної роботи машини в темну пору дня на виступаючі частини машини і її крайні точки необхідно наклеїти світловідбиваючу плівку і встановити катафоти.

Відтак як привід машини і всіх її агрегатів забезпечується гідравлічно, то блокування будь якого її вузла можна забезпечити за допомогою гідравлічних засобів автоматики.

Для забезпечення надійного блокування ходової частини машини під час стоянки, було закладено в конструкцію гідравлічної системи автоматичне блокування коліс. Тобто, за умови, якщо двигун не працює, гідродвигуни приводу коліс будуть гідравлічно заблокованими. Розблокування коліс відбувається тільки за умови збільшення тиску на вході гідродвигуна. Розблокування коліс для здійснення примусового транспортування машини виконується виключно механічним методом, шляхом їх часткового розбору, що передбачено конструкцією колеса і задовільняє усім вимогам техніки безпеки.

3.3 Заходи пожежної безпеки

Асфальторізальна машина обладнана баком для палива місткістю 200 л³, і баком для зберігання масла гідравлічної системи місткістю 400 л³. Що, у випадку неправильного поводження з вогнем, складає небезпеку загоряння.

Усі баки на машині повинні бути герметично закриті [3]. Саповики необхідно обладнати бризковловлювачами. Конструкція пробок паливних і масляних баків не повинна допускати проливу при крені машини до 30°.

Місце стоянки машини повинно бути обладнане засобами пожежегасіння, а машина укомплектована вогнегасником марки ПР-1МВС.

Окрім цього необхідно стежити за герметичністю з'єднань паливопроводів. Забороняється палити та користуватись відкритим полум'ям підчас обслуговуванні акумулятора, при заправці машини маслом чи паливом. Обслуговувати машину дозволяється тільки в заглушеному і холодному стані.

У випадку появи полум'я обслуговуючий персонал повинен оперативно скористатися вогнегасником, або накрити полум'я брезентом, чи засипати його піском, землею. Паливо чи оливу, що горять, категорично забороняється заливати водою.

Підчас фрезерування, внаслідок тертя фрези об асфальт, в місці контакту спостерігається іскріння і виділення великої кількості тепла. Зважаючи на це, забороняється проводити ремонт ділянок дорожнього покриття в місцях розливу бензину чи інших летких горючих сполук.

4. Економічна ефективність використання вдосконаленої машини для зрізування асфальтного покриття

4.1. Розрахунок собівартості нової машини

Проектну собівартість виробу (машини для зрізування асфальтного покриття) підраховується шляхом розбивки на комплектуючі одиниці.

Таблиця 4.1. Вартість необхідних комплектуючих одиниць

№ з/п	Основні матеріали, комплектуючі, вироби і півфабрикати	Од. вим.	Ціна, грн.	Кількість.	Вартість з врахуванням транспортних витрат*
1	Металопрокат	т	36000	2	74160
2	Двигун гідравлічний	шт	32000	1	32960
3	Гідравлічне обладнання	шт	140000	1	144200
4	Обладнання механічне	шт	120000	1	123600
5	Кріпильні елементи та стандартні вироби	шт	10000	1	10300
6	Електрообладнання	шт	15000	1	15450
7	Інші комплектуючі	шт	5000	1	5150
8	Олива гідравлічна	кг	20	170	3502
9	Засоби захисту поверхонь	кг	10	150	1545
	Разом				410867

* Транспортно-заготівельні витрати складають 3% від вартості матеріалів, комплектуючих виробів і т.д.

Розрахунок загальної собівартості нового виробу

$$C_{HB} = [M^{HY} + Z_{00}^H \cdot (1 + K_{don}) (1 + K_{ep}) + Z_{00}^H \cdot (K_{36} + K_{32})] \cdot (1 + K_{PB}) \quad (4.1)$$

де Z_{00}^H - заробітна плата робітників під час виробництва нового виробу,

грн.;

$$Z_{00}^H = M^{HY} \cdot \frac{\Pi_{3П}^A}{\Pi_M^A}, \quad (4.2)$$

де $\Pi_{3П}^A = 4,74\%$ - питома частка основної заробітної плати у собівартості аналога;

$\Pi_M^A = 62,36\%$ - питома частка матеріальних витрат у собівартості аналога;

$K_{don} = 0,18$ - коеф. додаткової зарплати робітників основних;

$K_{ep} = 0,37$ - коеф. загальних відрахувань на соціальні заходи (пенсійний фонд, соцстрах, фонд зайнятості та інше);

$K_{36} = 4,6$ - коеф. витрат загально виробничих із врахуванням затрат на устаткування і експлуатацію устаткування;

$K_{32} = 2,14$ - коеф. загальних господарських витрат;

$K_{ne} = 0,064$ - коеф. позавиробничих витрат на виробництво.

$$3_{00}^H = 410867 \cdot \frac{4,74\%}{62,36\%} = 31230,1 \text{ грн} \quad (4.3)$$

$$C_{HV} = [410867 + 31230,1 \cdot (1 + 0,18) \cdot (1 + 0,37) + 31230,1 \cdot (4,6 + 2,14)] \times \\ \times (1 + 0,065) = 715514,4 \text{ грн.}$$

Ціна нового виробу визначається за формулою:

$$C_H = C_{HV} \cdot (1 + R), \text{ грн,} \quad (4.4)$$

де $C_{HV} = 715514,4 \text{ грн}$ - собівартість нового устаткування;

$R = 0,8$ - рентабельність виробництва машини;

$$C_H = 715514,4 \cdot (1 + 0,18) = 844307 \text{ грн.}$$

4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Витрати експлуатаційні на будь-який виріб виробничого характеру в основному визначаються не тільки його технічними і економічними показниками, але і певними організаційними і економічними його умовами експлуатації.

Визначення заробітної плати персоналу з відповідними відрахуваннями

$S=2$ - к-ть змін експлуатації виробу;

$K_{6B}=3$ - к-ть робітників, які обслуговують машину;

$Z_{OM}=6700 \text{ грн}$ - заробітна платня робітників.

$$Z_{ПВ}^p = ((12 \cdot Z_{ОМ}) \cdot (1 + K_{ДОП}) \cdot (1 + K_{БР})) \cdot S \cdot K_{ОВ} \quad (4.5)$$

Тоді річна заробітна платня для робітників

$$Z_{ПВ}^p = ((12 \cdot 6700) \cdot (1 + 0,18) \cdot (1 + 0,37)) \cdot 2 \cdot 3 = 779848 \text{ грн}$$

Річні витрати на паливні матеріали

Витрата палива для нового виробу складе $P_{СПОЖ} = 0,052 \text{ л / кВт год}$ (із технічного паспорта двигуна Volvo Penta).

Для двигуна, який встановлено на аналозі, прийємо норму такою ж.

Ціна 1 л дизельного палива складає $C_E = 43,5 \text{ грн}$.

$$E_{НВ} = P_{СПОЖ} \cdot T_{ГОД} \cdot C_E \cdot P_{ДВНВ}$$

$$E_A = P_{СПОЖ} \cdot T_{ГОД} \cdot C_E \cdot P_{ДВА} \quad (4.6)$$

Кількість робочих днів у календарному році прийємо виходячи з 24-х робочих днів у місяці.

$$T_{ГОД} = D \cdot S \cdot t \quad \text{— к-ть робочих годин в році;}$$

$$P_{СПОЖ} = 0,07 \text{ л / кВт} \cdot \text{год};$$

$$D = 288 \text{ днів} \quad \text{— к-ть робочих днів у році;}$$

$$t = 8 \text{ год} \quad \text{— тривалість зміни роботи;}$$

$$T_{ГОД} = 288 \cdot 2 \cdot 8 = 4608 \text{ год};$$

$$P_{ДВНВ} = 164 \text{ кВт};$$

$$P_{ДВНА} = 114 \text{ кВт}.$$

$$E_A = 0,052 \cdot 4608 \cdot 43,5 \cdot 164 = 1709420,5$$

$$E_{НВ} = 0,052 \cdot 4608 \cdot 43,5 \cdot 114 = 1188255,7$$

Розрахунок річних витрат на оливу. Гідравлічна система вимагає планової заміни оливи гідравлічної. Витрати на заміну оливи становлять 9000грн на рік.

$$E_{НВ} = 50 \times 180 = 9000 \text{ грн.}$$

Для аналога витрати оливи прийємо пропорційно до потужності двигуна.

$$E_A = 9000 \cdot 114 / 164 = 6256,1 \text{ грн.}$$

Визначення річних затрат на ремонт машини. Оскільки не всі деталі мають гарантійний термін експлуатації 10 років, в процесі експлуатації машини буде потреба.

На кожен рік затрати на ремонт нового устаткування будуть збільшуватись на $I_B = 1,2\%$ від ціни машини.

На перший рік експлуатації затрати на ремонт складають 0 грн. тому що машина на гарантії.

Затрати на ремонт будуть мінятися кожен рік.

$$P_{HB}^P(t) = C_H \cdot I_B \cdot (t - 1)$$

$$P_A^P(t) = C_A \cdot I_B \cdot (t - 1)$$

t – номер року експлуатації виробу.

Таблиця 4.2. Затрати на ремонт машини по роках

Виріб	Експлуатація по роках									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Новий	0	9678	19346	29105	38773	48441	58109	67737	77446	87114
Аналог	0	9500	19300	28700	38500	48100	57500	67100	76700	86300

Розрахунок вартості експлуатаційних затрат нового виробу та аналога за однаковий термін служби.

Витрати на експлуатацію машини протягом 10 р. B_{EX}^P :

$$B_{EX}^{PV} = \sum_{t=1}^T \frac{B_{EX}^P \cdot t}{(1+i)^t} \quad (4.7)$$

$$B_{EXA}^{PV} = \sum_{t=1}^T \frac{B_{EXA}^P \cdot pf_t}{(1+i)^t} \quad (4.8)$$

дисконтна ставка $i = 0,06$.

Таблиця 4.3. Витрати під час експлуатаційні по роках

Виріб	Експлуатація по роках									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Новий	210166	220607	231949	241491	251932	262374	272816	283257	293699	304141
Аналог	187857	198225	208593	219161	229329	239697	250065	260433	270801	281169

$B_{EX}^{PV} = 1\,964\,287$ грн – експлуатаційні затрати на новий виріб;

$B_{EXA}^{PV} = 1580183$ грн – експлуатаційні затрати на аналог.

4.3. Визначення індекса конкурентоспроможності

$$C_{СП} = C_T + B_{EX}^{PV} \quad (4.9)$$

$C_{СП}^H = 844307 + 1964287 = 2808594$ грн – ціна використання нового виробу.

$C_{СП}^A = 800\,000 + 1580183 = 2\,380183$ грн – ціна використання аналога.

Індекс конкурентоспроможності за споживанням:

$$I_{Цсн} = \frac{C_{СП}^H}{C_{СП}^A} \quad (4.10)$$

$$I_{Цсн} = \frac{2\,808\,594}{2\,380\,183} = 1,18.$$

Відношення комплексного показника якості до індексу конкурентної спроможності за ціною використання характеризує загальний рівень конкурентну спроможність нового виробу:

$$I_K = \frac{K_{II}^{JK}}{I_{Цсн}} \quad (4.11)$$

$$I_K = \frac{1,327}{1,18} = 1,12 > 1 \quad \text{– дане значення вказує, що виріб є}$$

конкурентоспроможним.

4.4. Визначення оптимальної ціни виробу

Оптимізуємо індекс конкурентоспроможності:

$$I_K^{OPT} = 1,23$$

$$C_{СП}^A \cdot K_{II}^{JK} = 2\,380\,183 \cdot 1,327 = 3\,158\,502,8 \text{ грн.}$$

Виконується умова $C_{СП}^A \cdot K_{II}^{JK} \geq C_{СП}^H$.

Визначаємо оптимальну ціну нового виробу за формулою:

$$C_{Тин}^{OPT} = \frac{C_{СП}^H \cdot K_{II}^{JK}}{I_K^{OPT}} - B_{EXA}^{PV} \quad (4.12)$$

$$C_{ТНН}^{ОПТ} = \frac{2808594 \cdot 1,327}{1,23} - 1964287 = 1065798 \text{ грн.},$$

Приймаємо оптимальну ціну $C_{ТНв}^{ОПТ} = 1065800 \text{ грн.}$

Розраховуємо рентабельність нового виробу за формулою:

$$R_{ЕНВ}^{ОПТ} = \frac{C_{ТНВ}^{ОПТ} - C_{НВ}}{C_{НВ}} \cdot 100\% \quad (4.13)$$

Тоді:

$$R_{ЕНВ}^{ОПТ} = \frac{1065800 - 844307}{844307} \cdot 100\% = 26,23\% .$$

Отже, виріб є доцільним для масового його виробництва та конкурентоспроможним на ринку.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведений аналіз технологій відновлення і капітального ремонту дорожнього покриття та експлуатації машини для зрізання асфальту нами запропоновано вдосконалити транспортер і вилку поворотного механізму транспортера для відвантаження зрізаної маси, яка буде конструктивно ефективнішою за існуючу.

Запропоновано конструкцію, яка в порівнянні з відомою дозволить продовжити ресурс роботи машини через вдале удосконалення конструкції та розрахунок міцнісних характеристик несучих елементів.

В конструктивній частині проведено розрахунок транспортера та елементів його конструкції. Розраховано потужність приводу і конструктивно обгрунтовано геометричні параметри основних складальних одиниць і деталі запропонованого транспортера.

Проведено аналіз експлуатації машини для зрізання асфальту з точки зору охорони праці та впливу її роботи на навколишнє середовище.

Проведено економічний аналіз вдосконалення машини для зрізування асфальту. Впровадження проекту у виробництво є конкурентноспроможним, розробка буде рентабельною на 26,23%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондарєв В.С. та ін. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних 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. Бутко Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. – 144 с.
4. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації : Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравела, 2012. – 200с.
5. Гряник Т.М. та ін. Охорона праці. – К.: Урожай, 1997. – 272 с.
6. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. – 236 с.
7. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. – К.: Вища школа, 1993.- 413 с.
8. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
9. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128.
10. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, ІДТ)
11. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів : Новий світ-2000, 2006. – 252 с.
- 12.Каталог з експлуатації асфальторізальної машини.
- 13.Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. – Львів.: “Афіша”, 1999. – 256 с.
- 14.Коруняк П.С., Баранович С.М. Підйомно-траспортні машини. Лабораторний практикум- ЛНАУ, 2005.

15. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
16. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об'єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. – 109 с.
17. 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.
18. 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.
19. Чернілевський Д.В., Павленко В.С., Любик М.В. Деталі машин. – К.: НМК130, 1992. – 360 с.
20. Усов П. В. Подъемно-транспортные машины.- М.: Высшая школа, 1967. - 236 с