

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»
Завідувач кафедри БДМБ,
кандидат технічних наук, професор

Владислав НАСТОЯЩИЙ
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: **"Проект адаптивного робочого обладнання
одноківшевого фронтального навантажувача"**

Виконав: здобувач освіти групи ГМ(ДМ)21СК-3
спеціальності 133
«Галузеве машинобудування»

Владислав ТРОЦЬКИЙ
" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
кандидат технічних наук, доцент

Сергій КАРПУШИН
" ____ " _____ 2024 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *Будівництва, транспорту та енергетики*

Кафедра *будівельних, дорожніх машин і будівництва*

Освітній рівень *бакалавр*

Галузь знань *13 «Механічна інженерія»*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва
_____ проф. Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську роботу студентів

Троїцький Владислав Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого фронтального навантажувача*

керівник проекту (роботи) *Карпушин Сергій Олександрович, канд. техн. наук, доцент*

затверджена наказом по університету від "01" квітня 2024р. № 115-02

2. Строк подання студентом проекту (роботи) *01 червня 2024 р.*

3. Вихідні данні до проекту (роботи)

1. Технічні характеристики колісного фронтального навантажувача ТО-30;

2. Фізико-механічні властивості ґрунтових умов 1-III категорій.

3. Характерні особливості будівельно-монтажних робіт для малих і середніх буд. об'єктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _

Вступ; Призначення і галузь застосування; Оглядовий розділ; Опис і обґрунтування

прийнятої конструкції РО; Інженерні розрахунки РО; Охорона праці; Висновки;

Література; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Креслення загального виду – 1х(А1); Патентний огляд – 1х(А1); Складальні креслення:

Орган робочий – 2х(А1); Стріла – 1х(А1); Корпус – 1х(А1).

Всього: 6х(А1).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Конструкторський	доцент Карпушин С.О.		
Охорона праці	доцент Скриннік І.О.		

7. Дата видачі завдання *01 квітня*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання Етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Призначення та галузь застосування фронтальних навантажувачів	01.04.24-02.04.24	
2	Патентний огляд	03.04.-12.04.24	
3	Опис прийнятої конструкції робочого обладнання	13.04.-24.04.24	
4	Конструкторські розрахунки	25.04.-06.05.24	
7	Розробка заходів з охорони праці	07.05.-08.05.24	
8	Висновки	09.05.-14.05.24	
9	Розробка графічно-демонстраційних матеріалів	15.05.-30.05.24	
10	Рецензування	01.06.-10.06.24	

Здобувач _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник КРБ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				Документація загальна		
				Знову розроблена		
				Анотація	1	
				SUMMARY	1	
A4			КРБ 2113306 ПЗ	Пояснювальна записка	63	
				Зміст	1	
				Вступ	2	
				Розділ 1 Призначення та галузь застосування навантажувача Т0-30	2	
				Розділ 2 Оглядовий розділ	12	
				Розділ 3 Опис і обґрунтування прийнятої конструкції та роботи запропонованого робочого обладнання	5	
				Розділ 4 Розрахунки, що підтверджують працездатність	21	
				Розділ 5 Охорона праці	10	
				ВИСНОВКИ	1	
				CONCLUSIONS	1	
				Список використаних джерел	2	
				Додаток А Техніка безпеки. Розрахунок стійкості	8	
				Додаток Б Специфікації		
A4			КРБ 2113306 ПР	Додаток В Ілюстраційні та графічні матеріали (мультимедійна презентація)	13	
A1				Креслення		
				Знову розроблені		
A1		1	КРБ 2113306 00.00.ВЗ	Креслення загального виду	1	
A1		2	КРБ 2113306 00.00.ПО	Патентний огляд	1	
A1		3	КРБ 2113306 03.00.СК	Орган робочий	2	
A1		4	КРБ 2113306 04.00.СК	Стріла	1	
A1		5	КРБ 2113306 03.01.СК	Корпус	1	

					КРБ 2113306 ПЗ			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Троїцький В.Р.				Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого фронтального навантажувача	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Карпушин С.О.					Д	1	1
Н. контр.	Яцун В.В.					ЦНТУ, гр. ГМ(ДМ)21СК-3		
Затвердив	Настоящий В.А.							

АНОТАЦІЯ

Розроблений проєкт адаптивного робочого обладнання фронтального навантажувача, призначений для розширення можливості максимального використання навантажувача на навантажувальних роботах та будівельно-монтажних роботах. В проєкті використано ідею застосування ковша з рухомими боковими стінками, що використовуються як захвати для довгомірних штучних вантажів, будівельних елементів (ригель, труба, балка, колода-профіль, тощо). Нижня частина ковша (корпус-днище) використовується при захваті довгомірного штучного вантажу, як г-подібний кронштейн, або виловний захват. Бокові стінки закріплені шарнірно, мають напрямні та приводяться в обертний рух гідроциліндрами. Конструктивні особливості розширюють сферу застосування фронтального навантажувача. Машина може працювати класично з сипучими вантажами, а також зі штучними довгомірними. Навантажувач також може використовуватись як технологічна машина, що замінює кран при монтажі довгомірних конструктивних елементів.

SUMMARY

The project of adaptive work equipment of the front-end loader was developed, designed to expand the possibility of maximum use of the loader in loading and construction and assembly works. The project uses the idea of using a bucket with movable side walls, which are used as grips for long artificial loads, building elements (beam, pipe, beam, profile log, etc.). The lower part of the bucket (body-bottom) is used when grabbing a long artificial load, as an L-shaped bracket or a fork grip. The side walls are hinged, have guides and are rotated by hydraulic cylinders. Design features expand the scope of application of the front loader. The machine can work classically with loose cargoes, as well as with artificial long-dimensional ones. The loader can also be used as a technological machine that replaces the crane during the installation of long structural elements.

З М І С Т

ВСТУП.....	2
Розділ 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАВАНТАЖУВАЧА ТО-30	4
Розділ 2 ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ	7
Розділ 3 ОПИС І ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА РОБОТИ ЗАПРОПОНОВАНОГО РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ	20
Розділ 4 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ	26
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ... ..	48
ВИСНОВКИ.....	59
CONCLUSIONS	60
Список використаних джерел	61
ДОДАТКИ.....	63
Додаток А Вимоги щодо техніки безпеки при роботі навантажувача та розрахунок стійкості навантажувача	
Додаток Б Специфікації на складальні креслення	
Додаток В Мультимедійна презентація з ілюстраційними та графічними матеріалами	

					КРБ 2113306 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого фронтального навантажувача	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Троїцький В.Р.						1	63
Перевірив	Карпушин С.О.					ЦНТУ зр. ГМ(ДМ)21СК-3		
Реценз.								
Н. Контр.	Яцун В.В							
Затвердив	Настоящий В.А							

ВСТУП

Одноківшеві пневмоколісні і гусеничні навантажувачі представляють собою навантажувальні і землерийні машини циклічної дії, що складаються з базової машини і навантажувального ковшового обладнання.

Найбільше розповсюдження отримали одноковшові фронтальні навантажувачі, завантаження ковша яких здійснюється напірним рухом машини вперед. Розвантаження ковша виконується з того ж боку, через ріжучу крайку, шляхом перекидання ковша гідравлічними виконавчими гідроциліндрами.

Основним робочим органом навантажувачів є ківш нормальної місткості, котрий може бути замінений для придання універсальності машині іншими видами змінного робочого обладнання: ковшами різної місткості і призначення, вантажними вилами, щелеповим захватом, крановою безблочною стрілою, розпушувачем (що навішується з задньої сторони машини) і ін.

Навантажувачі застосовують в якості основного і допоміжного обладнання в кар'єрах при розробці і навантаженні ґрунту, розпушених (вибухом або механічним способом) різних порід; в умовах будівельних майданчиків при виробництві земляних (пошарова розробка, переміщення, планування, засипання ґрунту) і навантажувально-розвантажувальних робіт з сипучими і кусковими матеріалами; для транспортно-складських робіт зі штучними і пакетованими вантажами, в т.ч. на дробарно-сортувальних заводах, кар'єрах, будівельних майданчиках, у фермерських господарствах, вантажних дворах і різноманітних допоміжних і спеціалізованих роботах.

Виготовлювані навантажувачі призначені для експлуатації в районах з помірним кліматом при температурі +40...-40°C (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія).

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						2
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Виробниками навантажувачів на території України є: Бердянський завод шляхових машин, Україна, Крюківський вагонобудівний завод м. Кременчук Полтавська область Україна, ВО «Ельворті» та «Гідросила» м. Кропивницький, ТОВ "Завод Агроформат", Запоріжжя, Україна [1]. Серед закордонних популярних виробників на будмайданчиках України можна часто побачити JCB (J. C. Bamford Excavators Ltd) Велика Британія, Caterpillar (США),

Метою даного бакалаврського проекту є модернізація існуючого традиційного робочого обладнання – ковша навантажувача з метою розширення функціональних і технологічних можливостей машини, збільшення річного фонду часу її використання та підвищення продуктивності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- Виконати огляд та аналіз існуючих робочих органів, які можуть бути використані на одноковшових навантажувачах;
- Запропонувати нову конструкцію більш функціонального робочого органу для проведення робіт зі штучними, сипкими та довгомірними вантажами;
- Виконати кінематичний розрахунок приводу робочого органу;
- Перевірити стійкість машини;
- Розрахувати діючі навантаження та виконати розрахунок на міцність;
- Розробити комплекс заходів щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці на навантажувачі.

Структура роботи. Робота містить 63 сторінки, у тому числі 28 рисунків, 11 таблиць, список з 19 використаних джерел, анотацію українською та англійською мовами, мультимедійну презентацію з 12 слайдів, а також 6 аркушів креслень формату А1, включених до мультимедійної презентації. Текст роботи складається із вступу, 5 розділів, висновків за результатами проектування і трьох додатків на 21 сторінці.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАВАНТАЖУВАЧА ТО-30

Одноковшові фронтальні навантажувачі призначені для механізації навантаження і розвантаження сипучих і кускових матеріалів і для виконання різного роду будівельних, монтажних і такелажних робіт. Навантажувачі такого типу широко використовуються для виконання навантажувально-розвантажувальних і земляних робіт в будівництві, промисловості будівельних матеріалів, металургійній лісотехнічній та хімічній промисловостях. В ряді випадків одноковшові навантажувачі виявляються більш ефективними, ніж інші землерийні машини, що за звичай використовуються при розробці і навантаженні ґрунтів внаслідок можливості виконання більш широкого спектру різноманітних робіт.

В якості змінних робочих органів можуть бути використані: ковші нормальної, зменшеної і збільшеної ємності, ківш двощелеповий, щелеповий захват для лісоматеріалів, вантажопідйомний гак, вантажні вили і монтажно-поворотний захват. Тому подальше вдосконалення робочого обладнання машини, розробка багатоцільового робочого органу з метою розширення технологічних можливостей є актуальним напрямком.

Технічна характеристика

Завданням на КБР передбачена модернізація робочого обладнання навантажувача ТО-30 з метою розширення його функціональних і технологічних можливостей. Одноковшовий фронтальний пневмоколісний навантажувач ТО-30 з шарнірно зчленованою рамою призначений для навантажувально-розвантажувальних робіт з сипучими та дрібнокусковими матеріалами, штучними та довгомірними вантажами, а також для планувальних робіт на ґрунтах І–ІІ категорій (у відповідності до ГОСТ 22147–79).

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Навантажувач призначений для використання в промисловому, цивільному і шляховому будівництві, а також в сільському господарстві.

Навантажувач серійно випускається Орловським заводом навантажувачів АТ “Дормашина” (росія) замість навантажувача ТО–6Б (Д-561Б). В порівнянні з навантажувачем ТО–6Б навантажувач ТО–30 має покращені технічні та експлуатаційні показники [2, стор. 299-301]:

а) більш високу продуктивність (в 1,29 рази) за рахунок скорочення (на 14%) часу робочого циклу шляхом використання шарнірно зчленованої рами, яка забезпечує високу маневровість та мобільність, а також за рахунок збільшення (на 8,3%) коефіцієнта наповнення ковша, який забезпечує більш високою силою тяги шляхом введення блокування диференціалів ведучих мостів;

б) скорочений час запуску двигуна А–41 за рахунок встановлення безпосереднього електростартерного запуску;

в) підвищену надійність, безвідмовність та зручність обслуговування за рахунок застосування ведучих мостів з уніфікованими головними передачами;

г) покращені ергономічні показники кабіни за рахунок використання уніфікованої кабіни з обдуванням та омиванням скла.

Технічна характеристика навантажувача ТО–30 [2, стор. 299–301] приведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика навантажувача ТО–30

Показник	Значення показника
1	2
Тип навантажувача	Фронтальний пневмоколісний
Типорозмір у відповідності до ГОСТ 21321–85	ПК–2

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		5

Вантажопідйомність номінальна, т					2	
Місткість нормального ковша, м ³					1,0	
Висота розвантаження максимальна, мм					2700	
Виліт крайки ковша при максимальній висоті розвантаження, мм					930	
Ширина ріжучої крайки основного ковша, мм					2330	
Кут розвантаження ковша при максимальному його підйомі, град					52	
Кут закидання днища ковша максимальний, град					52	
Двигун:						
тип					дизель	
марка					А-41	
потужність, к.с.					90	
Тип трансмісії					гідромеханічна	
Шини:						
розмір					15,00-208	
Швидкість пересування, км/год:						
робоча					0 – 11,46	
транспортна					37,9	
Радіус повороту мінімальний по зовнішній крайці основного ковша в транспортному положенні, м					5,05	
Тиск в гідросистемі, МПа					16	
Габарити, мм:						
					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

довжина	6054
висота	3000
ширина	2330
Маса*, кг:	
конструктивна	8100
експлуатаційна	8500
Обслуговуючий персонал, чол.	1

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		7

2. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

2.1. Огляд і аналіз технічних рішень багатоцільового робочого обладнання до одноковшових навантажувачів

Номенклатура змінних робочих органів фронтальних будівельних навантажувачів регламентується ГОСТ 16391-80 “Навантажувачі будівельні фронтальні одноковшеві. Правила приймання й методи випробувань”, а також "НПАОП 0.00-1.22-08. Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів (3695)" та приведена в табл. 2.1.

Аналіз даних табл. 2.1 показує, що для навантажувача типорозміру ПК–2 (навантажувачі: ТО–17, ТО-6, ТО-30) передбачається 7 різноманітних робочих органів, причому за даними [7, стор.164] приблизно 75% робочого часу навантажувач працює із сипучими і дрібнокусковими матеріалами, використовуючи для цього традиційний ківш, і довгомірними виробами і вантажами, використовуючи щелеповий захват.

В останні роки при використанні ковшових машин (одноковшових гідравлічних екскаваторів і фронтальних навантажувачів) намітилася тенденція розробки і випуску нетрадиційних робочих органів, які трансформуються, і які адаптуються [8, стор.11].

Такі робочі органи дозволяють суттєво підвищити завантаження машини як протягом зміни, так і протягом року при виконанні різних видів навантажувально–розвантажувальних і земляних робіт без додаткового переобладнання машини.

З метою проведення аналізу існуючих технічних рішень багатоцільових робочих органів фронтальних будівельних навантажувачів виконаний патентний пошук у відповідності з вимогами [9] по фондам Кропивницької обласної наукової бібліотеки ім. Чижевського та Кропивницького НДЦПЕ.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		8

Регламент пошуку патентної і науково-технічної інформації за темою: "Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого фронтального навантажувача" приведена у вигляді табл.2.2.

Перелік патентних і науково-технічних матеріалів, відібраних при пошуку по темі: "Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого фронтального навантажувача" представлено в табл. 2.3.

Відомий захватний пристрій по а.с. СРСР №816948, що відноситься переважно до фронтальних будівельних навантажувачів і призначений для завантаження, штабелювання, вкладання та інших робіт з довгомірними матеріалами і виробами. В цьому захватному пристрої присутній зіштовхувач вантажу.

На рис. 2.1 показано будову, загальний вигляд з навантажувальним обладнанням; на рис. 2.2 – вид ззаду; на рис. 2.3 – 2.7 принципові кінематичні схеми роботи зіштовхувача в різних положеннях захватного пристрою.

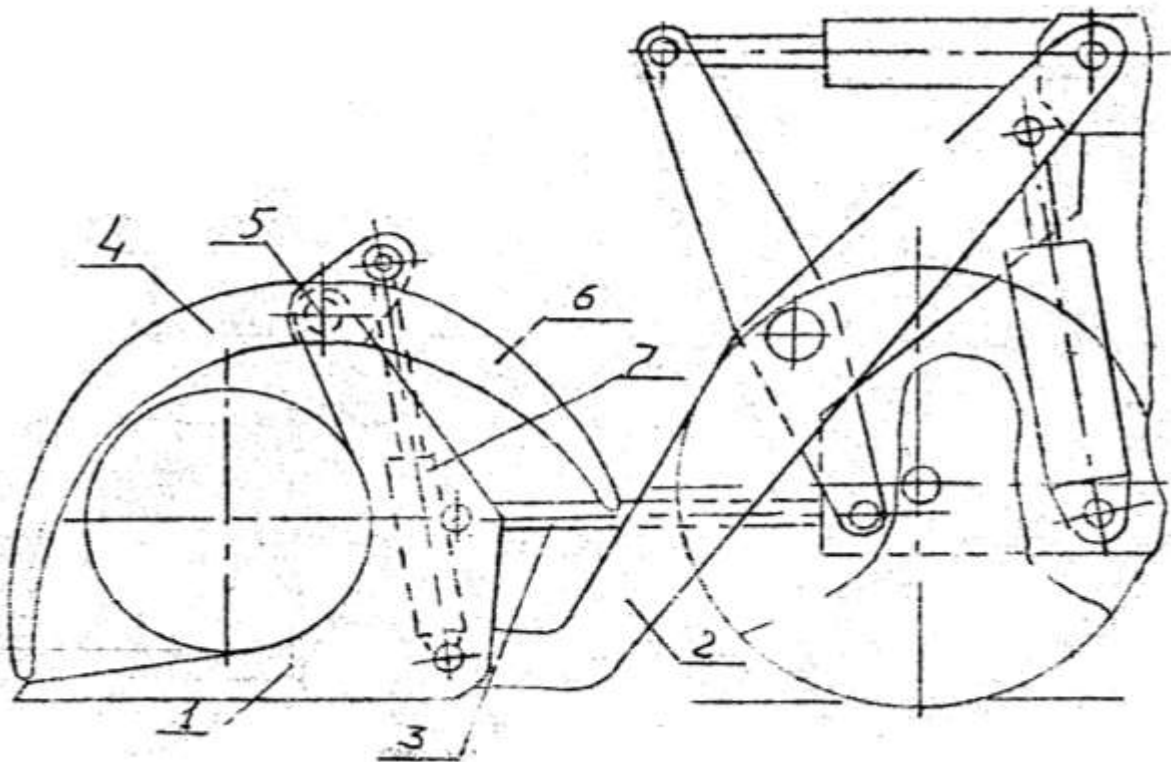


Рисунок 2.1 – Захватний пристрій, загальний вид з навантажувальним обладнанням

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		9

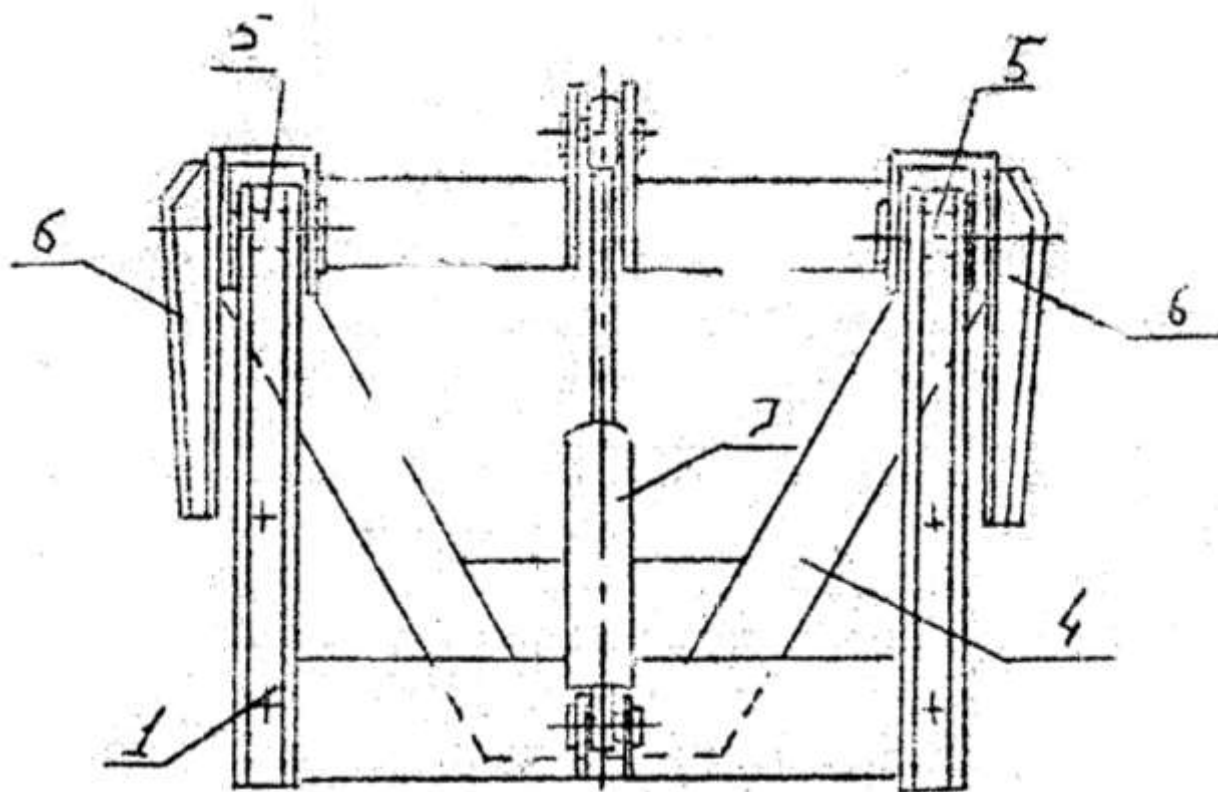


Рисунок 2.2 – Захватний пристрій, вид ззаду

Захватний пристрій складається із нижньої щелепи 1, яка шарнірно закріплена на стрілі 2 і тягах 3 навантажувача, і верхньої щелепи 4, яка за допомогою осей 5 шарнірно з'єднана з нижньою. Зіштовхувач 6 жорстко з'єднаний з верхньою щелепою 4 з можливістю регулювання взаємного положення, наприклад, за допомогою болтового з'єднання. Рух верхньої щелепи здійснюється за допомогою гідроциліндра 7 (групи гідроциліндрів).

Пристрій працює наступним чином. При повністю відкритій верхній щелепі 4, коли зіштовхувач 6 знаходиться поза зоною завантаження захвата, нижня щелепа 1 встановлюється в горизонтальне положення (рис. 2.3). При русі навантажувача вперед з одночасним поворотом нижньої щелепи відносно стріли 2 відбувається набір матеріалу (рис. 2.4). За допомогою гідроциліндра 7 здійснюється закривання верхньої щелепи (рис. 2.5). В цьому положенні відбувається піднімання стріли 2 на висоту розвантаження, а потім починається

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

відкривання верхньої щелепи 4 за допомогою гідроциліндра 7, при якому зіштовхувач 6 входить в зоні завантаження захвата в контакт з матеріалом і зіштовхує (розвантажує) його з нижньої щелепи 1. Це зіштовхування може здійснюватися як при похилому (рис. 2.7), так і при горизонтальному (рис. 2.6) положеннях нижньої щелепи.

Для полегшення роботи зі збільшеною зоною завантаження захвата взаємне положення верхньої щелепи 4 та зіштовхувача 6 регулюється за допомогою, наприклад, болтового з'єднання.

Даний робочий орган навантажувача дозволяє здійснювати примусове зіштовхування довгомірних вантажів при розвантаженні, однак його неможна використовувати при роботі з сипучими і дрібнокусковими матеріалами.

Відомий ківш навантажувача за а.с. СРСР №1199867, призначений для роботи як з сипучими (дрібнокусковими), так і довгомірними матеріалами та вантажами.

На рис. 2.8 зображений ківш навантажувача, підготовлений для роботи з насипними вантажами, на рис. 2.9 – для роботи з довгомірними вантажами.

Ківш навантажувача складається з днища 1, стінки 2 і бокових стінок, які включають в себе задні нерухомі частини 3 та шарнірно прикріплені до них передні частини, які утворюють відкидні елементи 4, які фіксуються в крайніх положеннях болтами 5.

Ківш навантажувача працює наступним чином.

При завантаженні насипного вантажу відкидні елементи 4 болтами 5 кріпляться до днища 1. При необхідності проведення під'йомно–транспортних операцій з довгомірними вантажами болти 5 відвертають, відкидні елементи повертають на 180° та прикріплюють в цьому положенні до нерухомих частин 3 бокових стінок болтами 5.

Захват ковшем навантажувача як насипного вантажу, так і довгомірного відбувається при напорному русі навантажувача з поворотом ковша “на себе” і наступним підйомом його на транспортну висоту.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

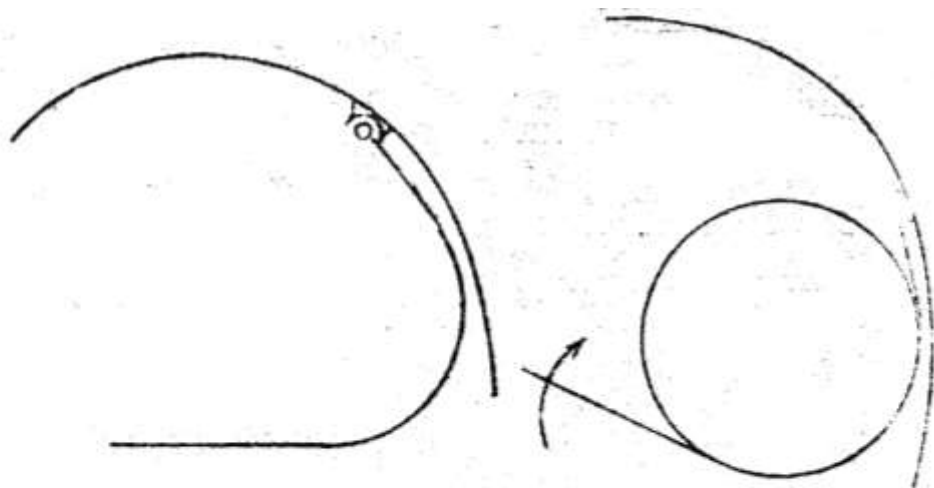


Рисунок 2.3 – Робоче положення

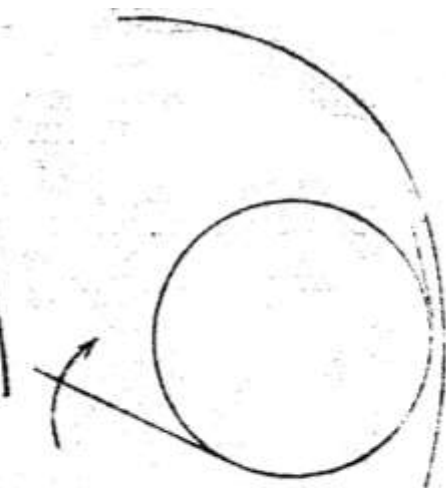


Рисунок 2.4 – Набір вантажу

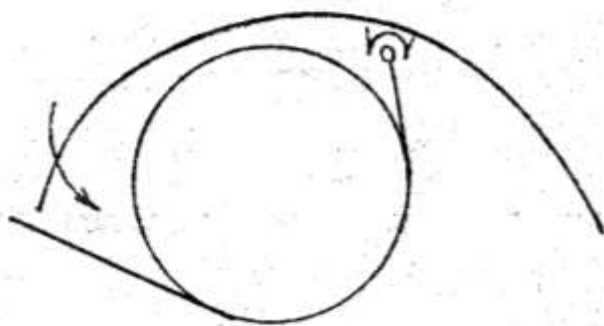


Рисунок 2.5 – Транспортування

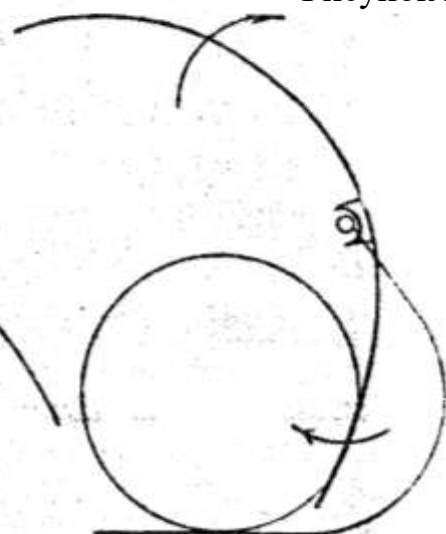


Рисунок 2.6 – Звільнення

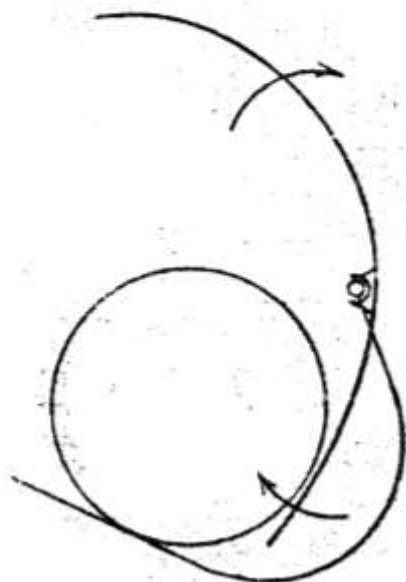


Рисунок 2.7 – Зіштовхування

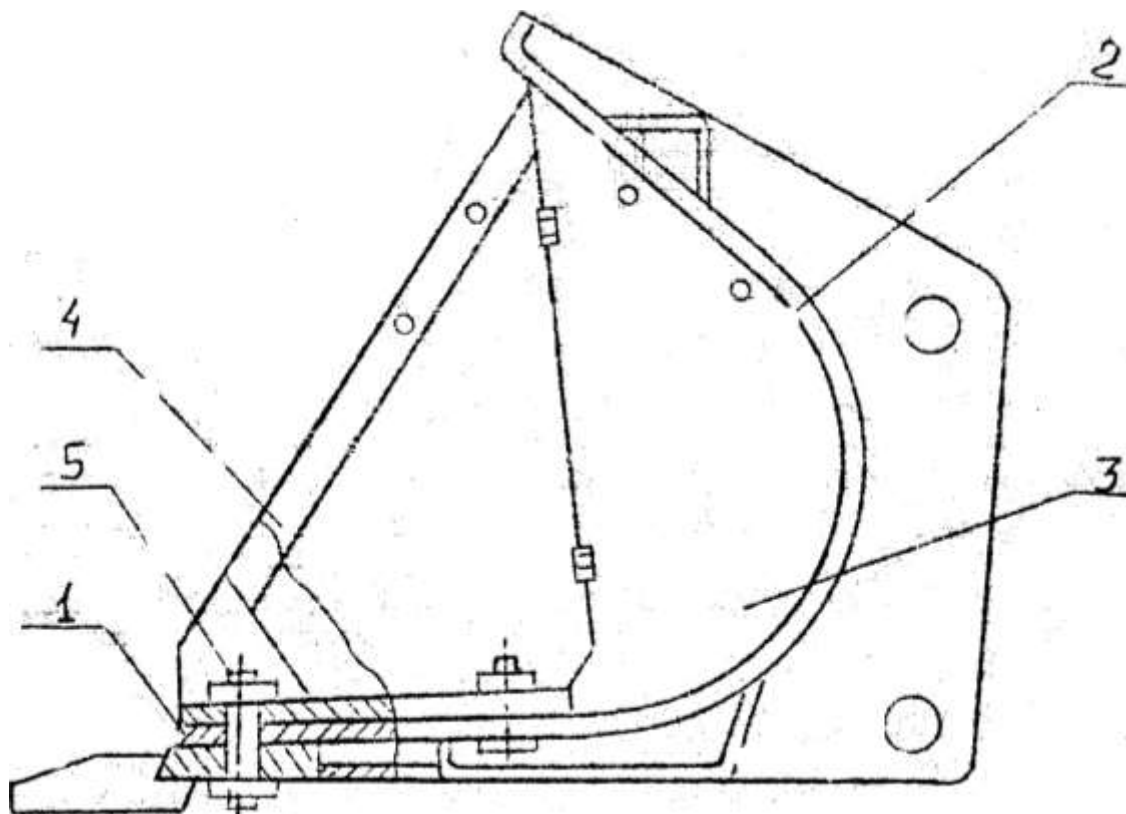


Рисунок 2.8 – Ківш навантажувача, робота з сипучими матеріалами.

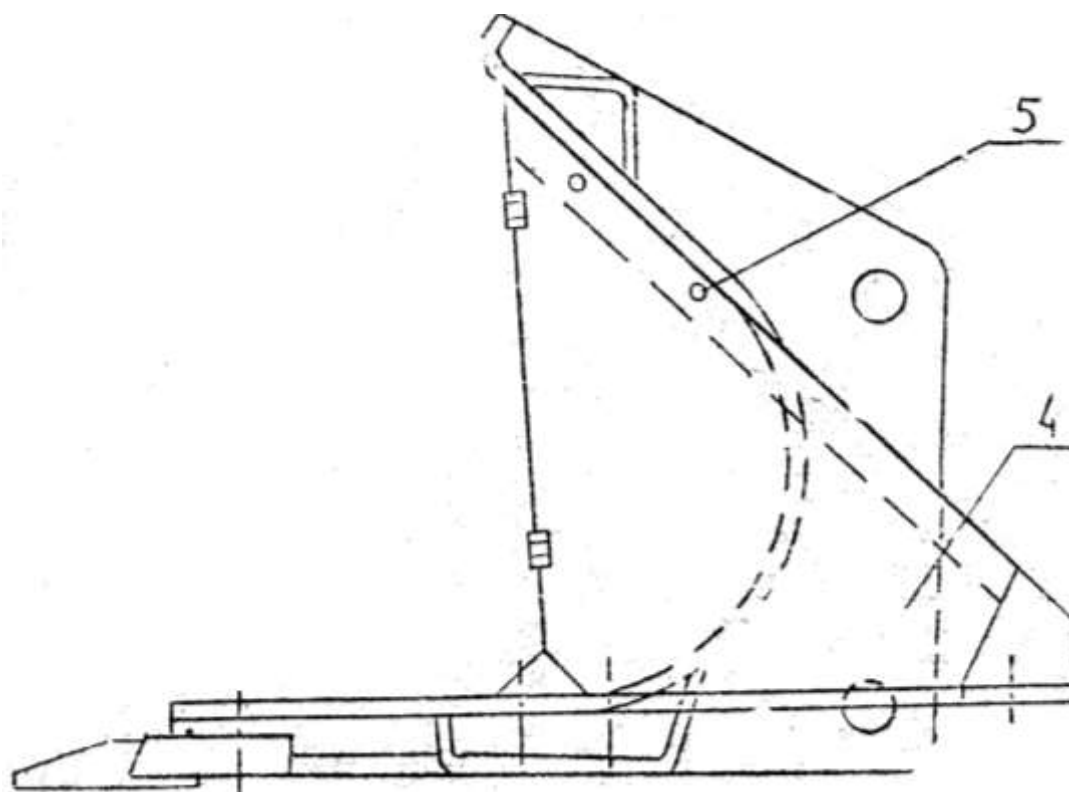


Рисунок 2.9 – Ківш, робота з довгомірними матеріалами.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		13

До переваг робочого органу відноситься його простота, до недоліків – неможливість трансформування робочого органу безпосередньо із кабіни оператора.

Відомий ківш навантажувальної машини за а.с. СРСР №831906, призначений для завантаження і транспортування різних сипучих та кускових матеріалів і вантажів.

На рис. 2.10 зображений ківш навантажувача, вид збоку в перерізі; на рис. 2.11 – вид спереду; на рис. 2.12 – ківш при впровадженні в штабель завантажувального матеріалу, вид збоку в перерізі.

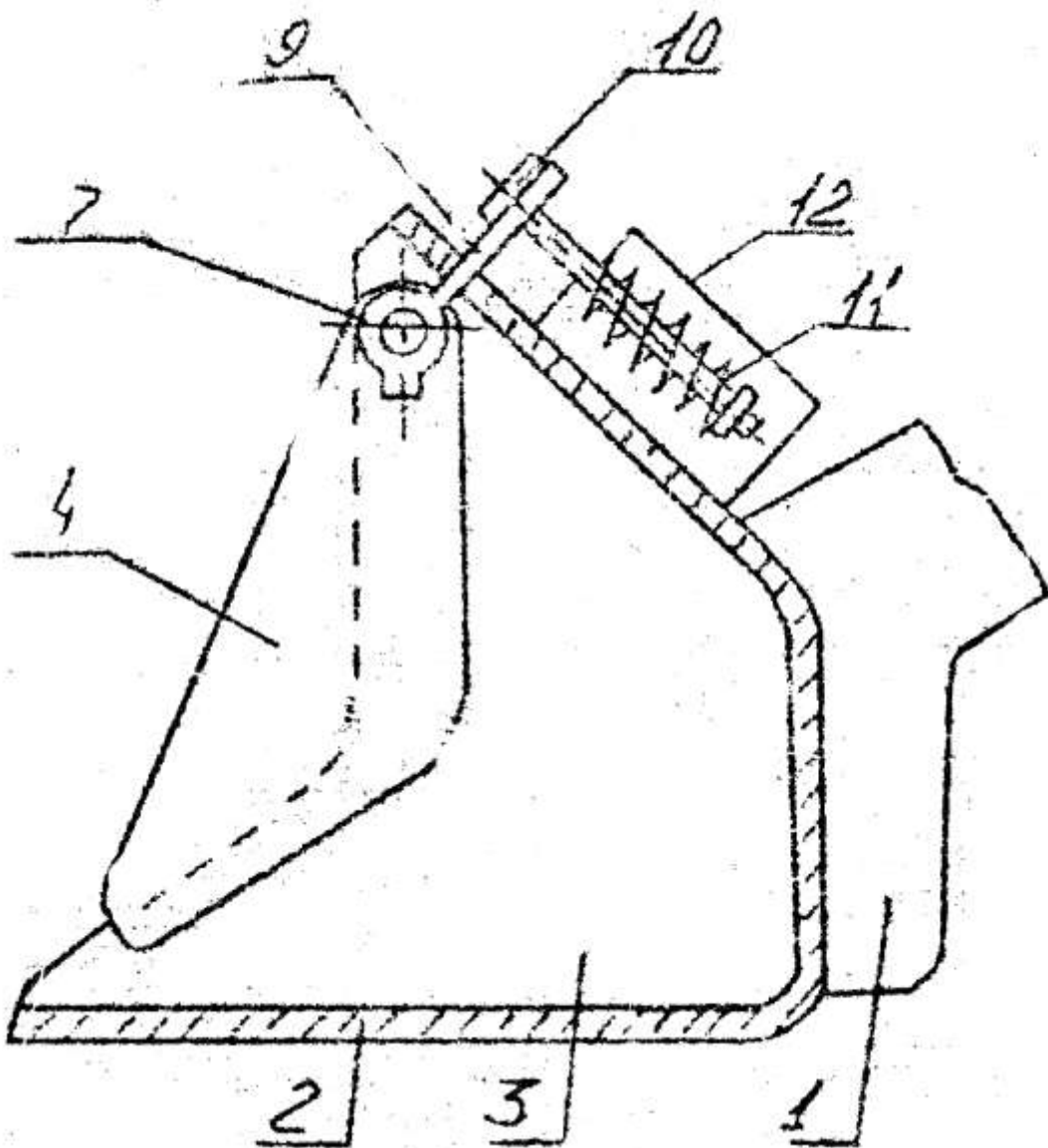


Рисунок 2.10 – Ківш навантажувача - вид збоку в розрізі.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		14

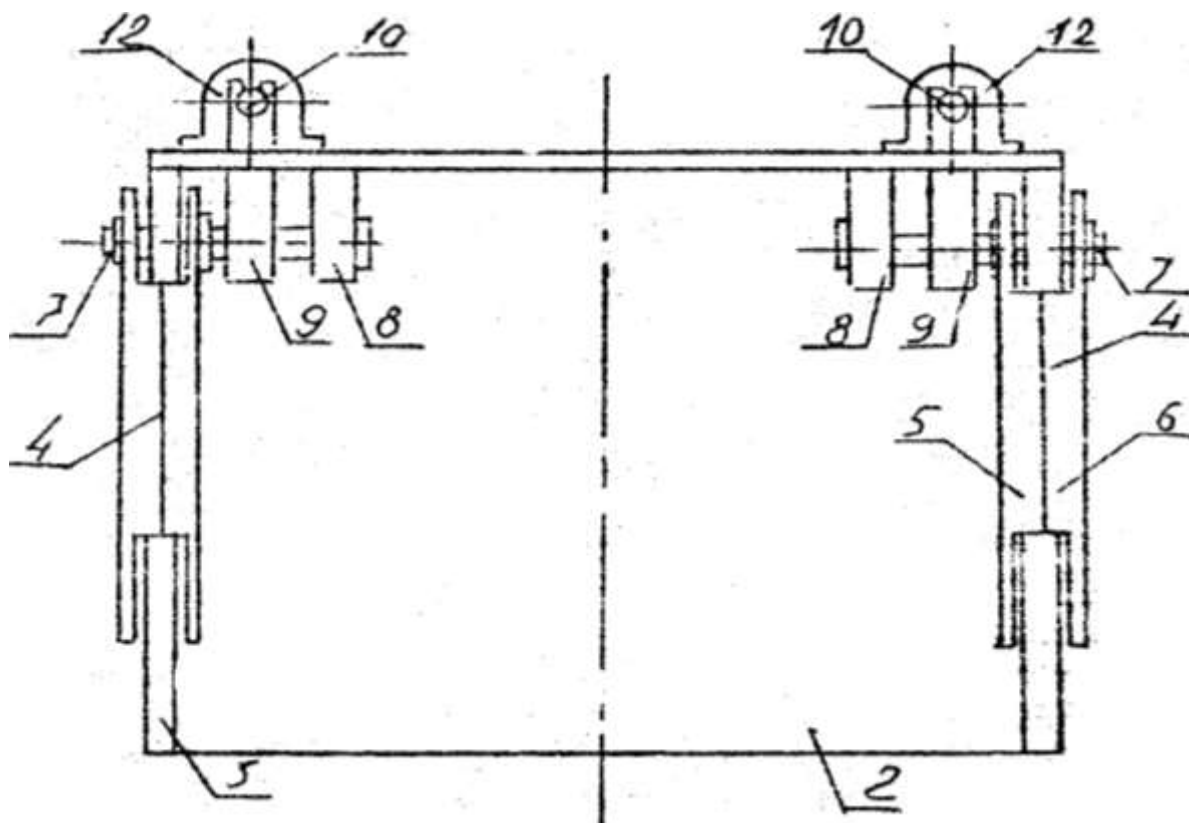


Рисунок 2.11 – Ківш навантажувача – вид з переду.

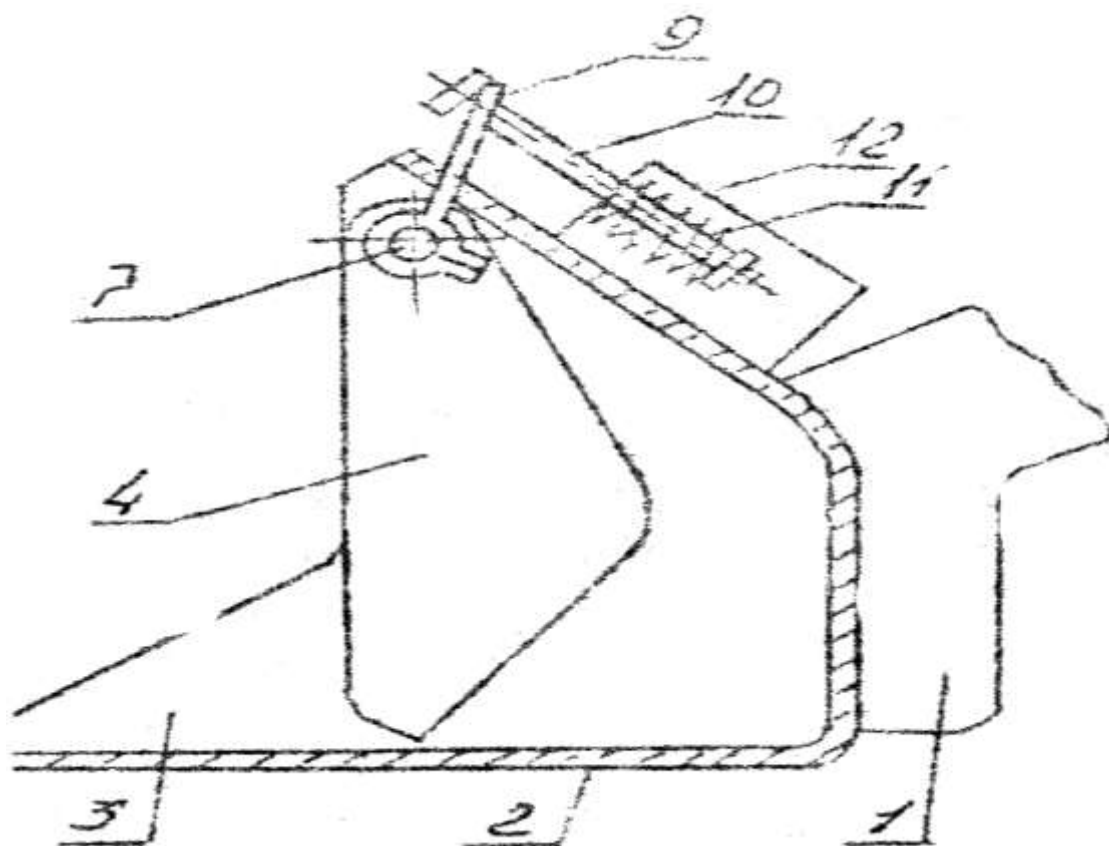


Рисунок 2.12 – Ківш навантажувача – вид з переду.

Ківш завантажувальної машини, пов'язаний з рукояттю 1, має днище 2 з глухими боковими стінками 3, на які надіті бокові рухомі щоки 4, які складаються з внутрішніх 5 та зовнішніх 6 частин та жорстко зв'язані з пальцями 7. Пальці 7 пропущені в отвори глухих бокових стінок та опор 8. Вилкові важелі 9 жорстко зв'язані з пальцями 7 і шарнірно – зі стержнями 10, які взаємодіють з циліндричними спіральними пружинами 11, які розміщені в захисних кожухах 12.

Ківш працює наступним чином.

При впровадженні ковша в штабель матеріалу, що завантажуються рухомі щоки 4 (одна або дві) відходять в заднє положення (під дією сил опору впровадженню ковша в штабель) та обертаються разом з пальцями 7 і вилковими важелями 9 в отворах опор 8 та глухих стінок 3. При цьому вилкові важелі 9, взаємодіючи зі стержнями 10, висувають останні з кожухів 12 та стискають циліндричні пружини 11, які запасують частину енергії (див. рис. 2.12).

При подальшому впровадженні ковша в штабель відбувається його наповнення, після того як ківш впроваджено в штабель та починається підйом ковша зі штабелю, зусилля опору впровадженню різко падає, частина штабелю розрихлюється ковшем, що піднімається. В цей момент рухомі щоки 4 (або одна із них) під дією попередньо стиснутих пружин 11 обертаються в вихідне положення (див. рис. 2.10) та перешкоджають просипанню зачерпнутого в ківш матеріалу через його бокові стінки.

Таке виконання ковша з одного боку дозволяє знизити динамічні навантаження на робоче обладнання при заповненні ковша та підвищити його надійність, а з другого боку – використовувати ківш для роботи з лісоматеріалами або довгомірними вантажами (виробами), так як рухомі щоки 4 при відході їх в заднє положення утворюють простір для вказаних вантажів.

Проведений аналіз технічних рішень існуючих “багатоцільових” робочих органів навантажувачів дозволяє виявити їх наступні недоліки:

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

а) захватний пристрій за а.с. СРСР №816948 дозволяє працювати тільки з довгомірними матеріалами та вантажами;

б) трансформація ковша навантажувача за а.с. СРСР №1199867 в захват для довгомірних матеріалів та вантажів виконується вручну;

в) ківш навантажувача за а.с. СРСР №831906 умовно може трансформуватися в захват для довгомірних матеріалів та вантажів, однак в цьому випадку пружні елементи будуть постійно навантажені і можливе незадовільне скидання матеріалу з ковша.

Таким чином можна сформулювати наступні вимоги багатоцільового робочому органу навантажувача, який поєднує два індивідуальних робочих органа – ківш нормальної місткості для роботи з сипучими та дрібнокусковими матеріалами і вантажами та щелеповий захват для роботи з пиломатеріалами, довгомірними виробами і вантажами:

а) трансформування ковша, призначеного для роботи з сипучими та дрібнокусковими матеріалами і вантажами, в щелеповий захват для роботи з довгомірними матеріалами і вантажами повинно відбуватися за допомогою гідравлічної системи керування з кабіни оператора;

б) система керування трансформуванням ковша повинна передбачати примусове розвантаження довгомірних виробів і вантажів з щелепи ковша;

в) бажано ввести в конструкцію багатоцільового робочого органа систему зниження динамічних навантажень, які діють на робочий орган при впровадженні ковша в штабель матеріалу.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Змінні робочі органи	Типорозмір навантажувачів																	
	ПК-0,63	ПК-1	ПК-1,5	ПГ-1,5	ПК-2	ПГ-2	ПК-3	ПГ-3	ПК-4	ПГ-4	ПК-6	ПГ-6	ПК-10	ПГ-10	ПК-15	ПГ-15	ПК-25	ПК-40
Основний ківш, збіль- шений і змен- шений, скель- ний з при- мусовим ви- вантаженням	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Двощелепо- вий ківш	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Ківш з боко- вим розванта- женням	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Вантажні вили	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Кротова без- блочна стріла	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Щелеповий захват для лі- соматеріалів і довгомірних вантажів	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Монтажний поворотний захват	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

КРБ 2113306 ПЗ

Аркш

3. ОПИС І ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА РОБОТИ ЗАПРОПОНОВАНОГО РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ

В результаті аналізу існуючих технічних рішень багатоцільових робочих органів навантажувачів та сформульованих на його основі вимог до них в дипломному проекті запропоновано нове технічне рішення багатоцільового робочого органа навантажувача, який поєднує в собі функції ковша (для роботи з сипучими та дрібнокусковими матеріалами і вантажами) та щелепового захвата (для роботи з довгомірними матеріалами та вантажами).

На рис. 3.1 зображена схема багатоцільового робочого органа, підготованого для роботи з насипними вантажами; на рис. 3.2 – для роботи з довгомірними вантажами; на рис. 3.3 – переріз А–А на рис. 3.1; на рис. 3.4 – принципова гідравлічна схема керування багатоцільовим робочим органом.

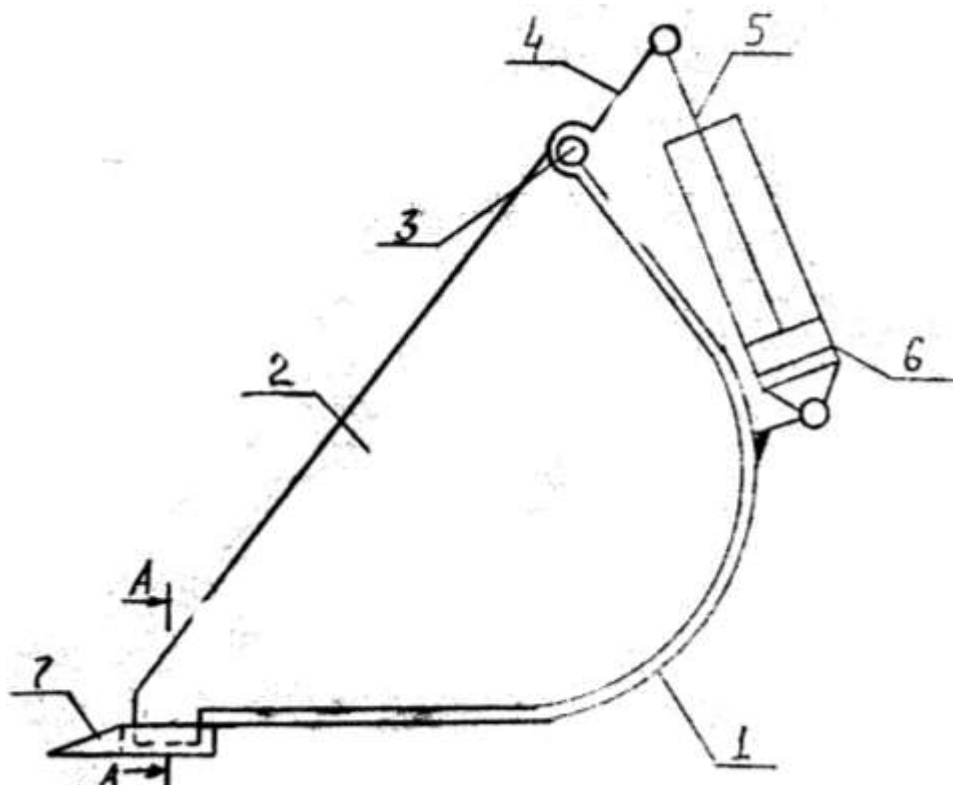


Рисунок 3.1 – Схема робочого органа навантажувача для роботи з сипучими вантажами.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

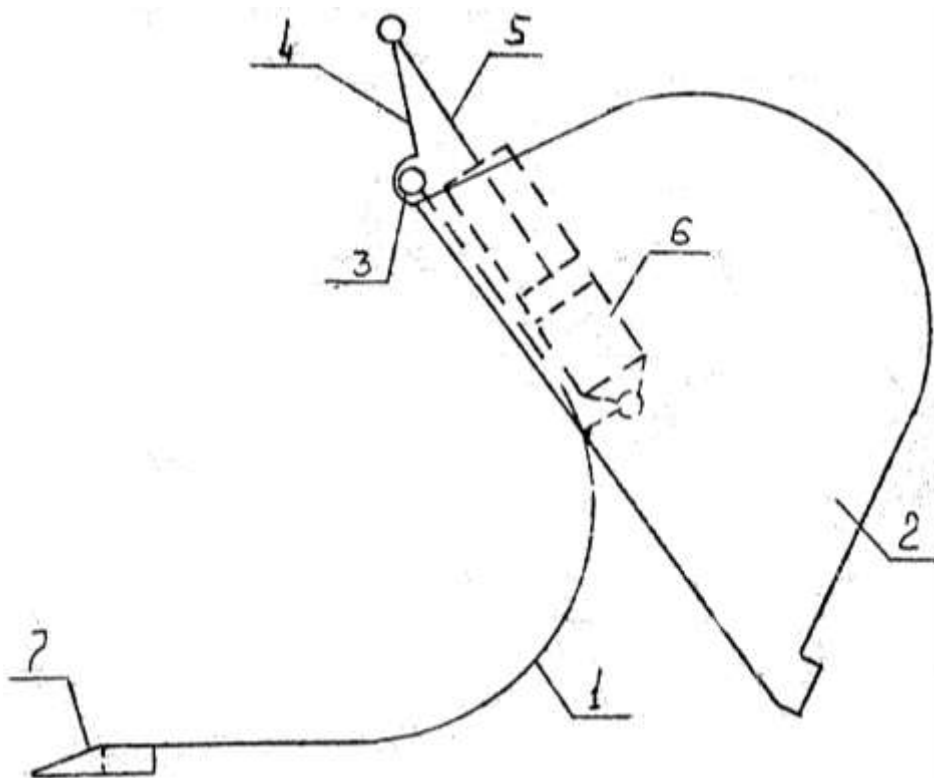


Рисунок 3.2 – Схема багатоцільового робочого органа для роботи з довгомірними вантажами.

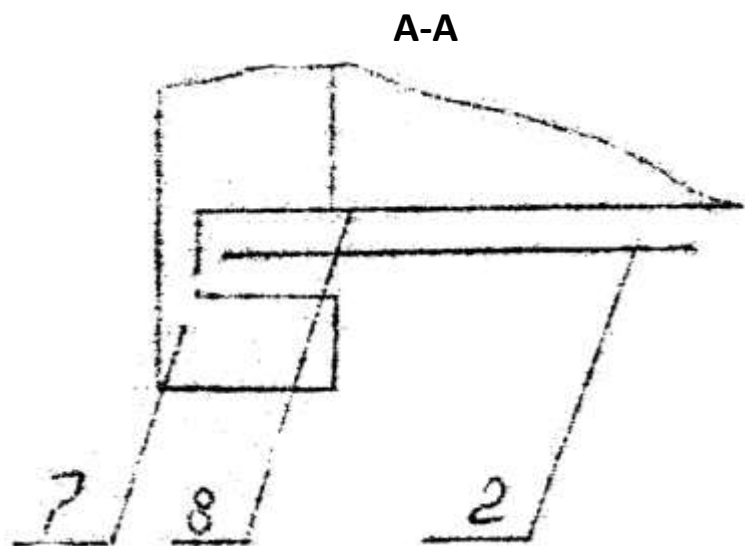


Рисунок 3.3 – Переріз А-А по рис. 3.1.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

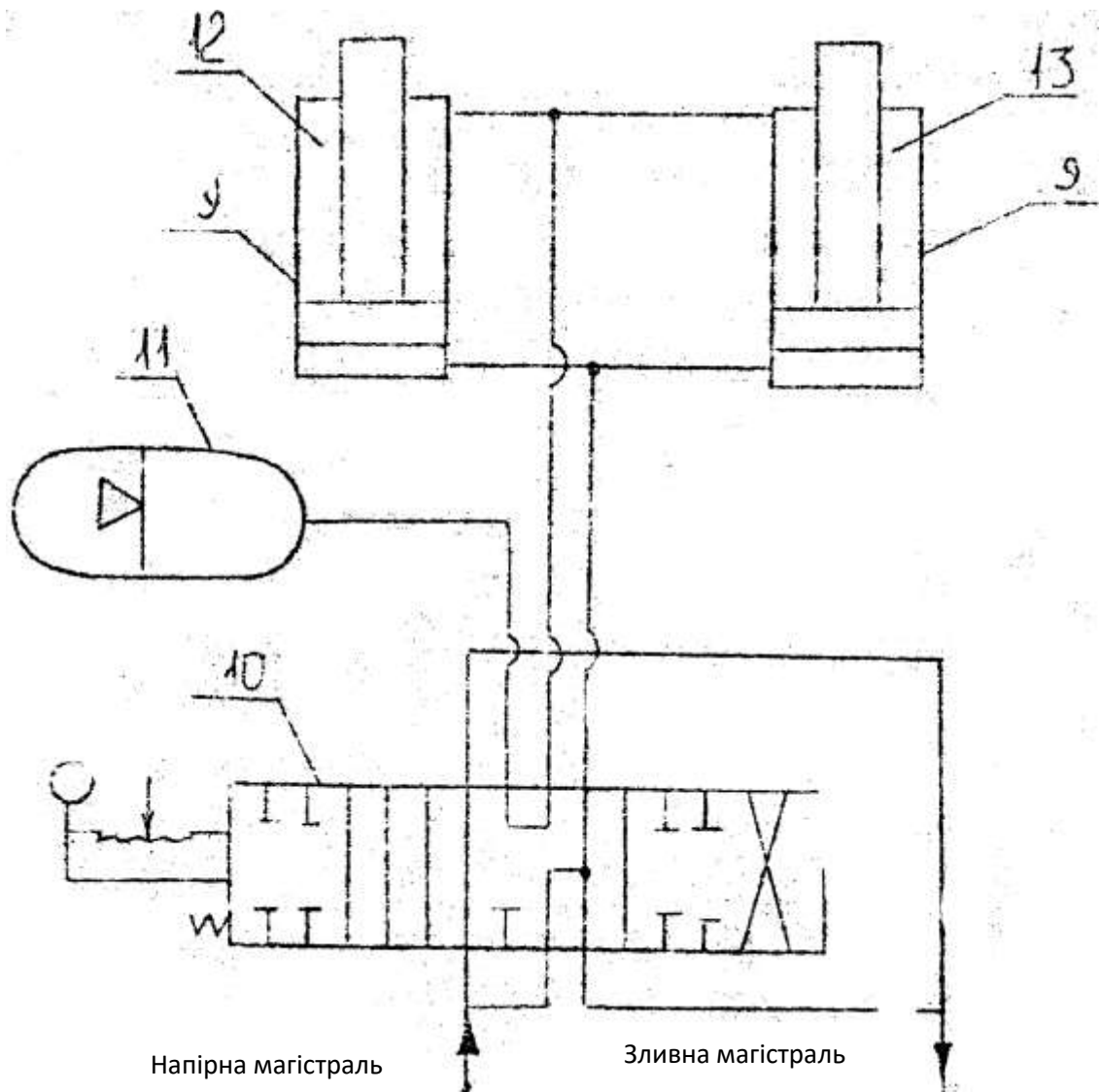


Рисунок 3.4 – Гідравлічна схема керування багатоцільовим робочим органом.

Багатоцільовий робочий орган складається з корпусу 1, який являє собою середню (без бокових стінок) частину ковша нормальної місткості навантажувача ТО–30. Бокові стінки 2 шарнірно зв'язані (шарнір 3) з корпусом 1 в його верхній частині і мають важіль 4. З важелем 4 шарнірно зв'язаний шток 5 гідроциліндра приводу бокових стінок (зіштовхувачів), корпус (гільза) 6 якого шарнірно закріплений на корпусі 1 ковша.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Лобовий лист 7 днища корпуса 1 ковша обладнаний поздовжніми пазами 8, в які входять нижні передні кромки бокових стінок 2 (див. переріз А–А на рис. 3.1).

Система керування багатоцільовим робочим органом (див. рис. 3.4) включає в себе два гідроциліндра 9 керування боковими стінками, спеціальний 3-х позиційний 7-ми ходовий гідророзподілювач 10 з ручним керуванням та гідроаккумулятор 11.

Багатоцільовий робочий орган працює наступним чином.

При повністю втягнутому штоці 5 гідроциліндра приводу бокових стінок вони встановлюються в пазу 6 лобового листа 7 корпуса 1 ковша. В цьому випадку робочий орган працює як традиційний ківш з сипучими та дрібнокусковими матеріалами.

При необхідності переміщення довгомірних матеріалів та вантажів (труби, колоди, балки і т.д.) шток 5 гідроциліндра висувається, бокові стінки 2 обертаються проти годинникової стрілки навколо шарнірів 3. Для зіштовхування довгомірних матеріалів з днища ковша шток 5 втягується, при цьому бокові стінки 2 повертаються за годинниковою стрілкою навколо шарнірів 3 і своїми передніми кромками, діючи на вантаж, зіштовхують його.

При роботі з сипучими матеріалами фіксатори перешкоджають розтуленню стінок 2 в бік, тобто забезпечують необхідну жорсткість ковша, як просторової конструкції.

З метою зниження динамічних навантажень, діючих на багатоцільовий робочий орган в процесі набирання матеріалу в ківш, передбачається підключення гідроаккумулятора 11 в нейтральному положенні гідророзподілювача 10 до штокових порожнин гідроциліндрів 9.

Запропоноване технічне рішення багатоцільового робочого органа покладене в основу конструктивної проробки багатоцільового робочого органа навантажувача ТО–30, який передбачено темою дипломного проекту.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Очікуваний економічний ефект його впровадження в будівельне виробництво навантажувачів з багатоцільовим робочим органом може бути досягнутий за рахунок:

а) збільшення річної експлуатаційної продуктивності внаслідок зменшення часу на монтаж–демонтаж змінних робочих органів;

б) зменшення капітальних затрат внаслідок того, що багатоцільовий робочий орган замінює від двох до декількох індивідуальних робочих органів.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

4.1. Розрахунок вагових характеристик навантажувача

Розрахунок вагових характеристик навантажувача з багатоцільовим робочим органом зводиться до:

- а) визначення маси (ваги) багатоцільового робочого органу;
- б) визначення маси (ваги) і центра мас (тяжіння) навантажувача як в порожньому, так і в завантаженому стані;
- в) визначення статичних навантажень на мости навантажувача в порожньому та завантаженому стані.

Масу багатоцільового робочого органу – $m''_{p.o.}$ (кг) визначаємо за формулою [13, стор.75]:

$$m''_{p.o.} = m'_{p.o.} + m''_{c.k.} + m''_{d.e.}, \quad (4.1)$$

де $m'_{p.o.}$ – маса ковша нормальної місткості для навантажувача ТО–30,

$$m'_{p.o.}=420 \text{ кг [12, стор. 58];}$$

$m''_{c.k.}$ – маса системи керування багатоцільовим робочим органом (керування зіштовхувачами), кг;

$m''_{d.e.}$ – маса додаткових елементів багатоцільового робочого органу (які відрізняються від ковша нормальної місткості), кг.

Масу системи керування багатоцільовим робочим органом $m''_{c.k.}$ (кг) визначаємо виходячи із наступних міркувань:

а) приведення в рух зіштовхувачів здійснюється від двох гідроциліндрів двобічної дії;

б) попередньо в якості гідроциліндрів приводу зіштовхувачів приймаємо гідроциліндри, які використовуються в конструкції щелепового захвата до навантажувача ТО–30, прийняті згідно з вимогами ДСТ 22–1417–92 [14, стор. 90].

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

В конструкції щелепового захвата для навантажувача типорозміру ПК–2 використовуються два гідроциліндри 1.16.ОУ 63×40×125 з масою $m_{г.к.}$ – 32,5 кг кожний [14, стор.96], тоді:

$$m_{с.к.}'' = 2m_{г.к.} = 2 \times 32,5 = 65 \text{ кг}$$

Масу додаткових елементів багатоцільового робочого органу (кронштейнів кріплення гільз гідроциліндрів приводу зіштовхувачів, шарнірів кріплення зіштовхувачів до корпусу ковша і т.д. приймаємо в відповідності з рекомендаціями [13, стор. 76]:

$$m_{д.е.}'' = K_{БРО} m_{р.о.}', \quad (4.2)$$

де $K_{БРО}$ – коефіцієнт, який враховує збільшення маси багатоцільового робочого органу в порівнянні з базовим робочим органом, для багатоцільового робочого органу з реалізацією двох робочих функцій $K_{БРО} \approx 0,1$ [13, стор. 76].

$$m_{р.о.}'' = 420 + 65 + 42 = 527 \text{ кг}$$

Данні по масі навантажувачів, що порівнюються приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Маси навантажувачів, що порівнюються

Машини ТО–30, що порівнюютьс я	Маса конструктивна, кг				Маса експлуата- ційна, кг
	Шасі	Наванта- жувального обладнання	Робочого органа	Наванта- жувача	
Базова техніка (БТ)	5920	770	<u>420</u> 230	<u>2100</u> 6920	<u>7500</u> 7320
Нова техніка (НТ)	5920	770	527	7217	7617

Примітка: для БТ в чисельнику приведені данні для навантажувача з ковшем нормальної місткості, в знаменнику – з щелеповим захватом.

Визначення центра мас (центра тяжіння) навантажувача з багатоцільовим робочим органом та визначення статичних навантажень, які діють на мости навантажувача в робочому і транспортному положеннях, виконуємо на основі схем, представлених відповідно на рис. 4.1 та 4.2.

Вагу складових частин навантажувача – G_i (кН) визначаємо за формулою:

$$G_i = 10^{-3} m_i g, \quad (4.3)$$

де: g – прискорення вільного падіння, $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

Горизонтальну координату центра мас (тяжіння) – a визначаємо з рівняння моментів всіх сил відносно точки “В”, тобто:

$$\Sigma M_B = 0;$$

$$G_m \cdot a_1 + G_{n.o.} \cdot a_2 + G_{p.o.} \cdot a_3 = (G_m + G_{n.o.} + G_{p.o.}) \cdot a;$$

$$a = \frac{G_m \cdot a_1 + G_{n.o.} \cdot a_2 + G_{p.o.} \cdot a_3}{G_m + G_{n.o.} + G_{p.o.}} \quad (4.4)$$

Вертикальну координату центра мас (тяжіння) – h визначаємо з рівняння моментів усіх сил відносно осі X (вага кожної складової частини навантажувача в цьому випадку умовно направлена паралельно осі X), тобто:

$$\Sigma M_X = 0;$$

$$G_m h_1 + G_{n.o.} h_2 + G_{p.o.} h_3 = (G_m + G_{n.o.} + G_{p.o.}) h ;$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$h = \frac{G_{ш} h_1 + G_{н.о} h_2 + G_{р.о} h_3}{G_{ш} + G_{н.о} + G_{р.о}} \quad (4.5)$$

Вертикальні навантаження, що діють на мости навантажувача, визначаємо по формулам:

$$R_1 = \frac{G_n a}{L} \quad (4.6)$$

$$R_2 = G_n - R_1 \quad (4.7)$$

Вихідні дані до розрахунку приведені в табл.4.2, а результати розрахунку по формулам 4.5 - 4.7 з використанням розрахункових схем, представлених на рис. 4.1 - 4.2, зведені до табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані до розрахунку центру мас навантажувача

Розрахунковий випадок	Лінійні розміри, м				Вагові характеристики, кН			
	a_1/h_1	a_2/h_2	a_3/h_3	L	$G_{ш.э}$	$G_{н.о}$	$G_{р.о}$	$G_{гр}$
Робоче положення ковша (див. рис. 4.1)	<u>1,008</u> 0,79	<u>2,950</u> 0,7	<u>3,864</u> 0,3	2,45	61,99	7,55	5,17	19,62
Транспортне положення ковша (див. рис. 4.2)*	<u>1,008</u> 0,79	<u>2,900</u> 2,7	<u>3,120</u> 3,67					

Центр мас (ваги) вантажу $G_{гр}$ співпадає з центром мас (ваги) робочого органу $G_{р.о}$.

4.2. Кінематичний розрахунок багатоцільового робочого органу

Кінематичний розрахунок багатоцільового робочого органу зводиться до визначення кута повороту бокових стінок (зіштовхувачів) ковша при його трансформації з ковша в щелеповий захват зі зіштовхувачами.

На рис. 4.3 приведений поперечний профіль ковша нормальної місткості навантажувача ТО-30. З метою забезпечення жорсткості днища ковша при його роботі в якості щелепового захвату з довгомірними вантажами і виробами, в середині його розміщені 7 продольних сталевих ребер товщиною $\Delta=6\text{мм}$, вісі яких збігаються з продольними осями зубів.

Радіус кривизни ребер – $R_p(\text{мм})$ вибираємо у відповідності до рекомендацій [7, с.25].

$$R_p = K_R Q, \quad (4.8)$$

де K_R – дослідний коефіцієнт, що встановлює зв'язок між радіусом кривизни внутрішніх ребер жорсткості – R_p ковшів навантажувачів для скельних порід і вантажопідйомністю навантажувача Q , $K_R=(180\dots220)\text{мм./т.}$ (причому менші значення слід приймати для навантажувачів невеликої вантажопідйомності);

Q – вантажопідйомність навантажувача, т., для навантажувача ТО-30 $Q=2\text{т.}$
(див. табл. 1.1).

$$R_p = 180 \times 2 = 360 \text{ мм.}$$

Кут повороту бокових стінок α (град.) повинен забезпечити площу поперечного перерізу захвату з розрахунку розміщення в ньому пакету лісоматеріалів круглого перерізу довжиною $L=9,5\text{м}$ при забезпеченні нормальної вантажопідйомності навантажувача Q .

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Виходячи з цього, визначимо діаметр пакету D(м) лісоматеріалів по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi L \rho_{\text{лм}} K_3}}, \quad (4.9)$$

де $\rho_{\text{лм}}$ – середня щільність лісоматеріалів, $\rho_{\text{лм}} = 0,6 \text{ т/м}^3$ [15, с.121];

K_3 – коефіцієнт заповнення пакету лісоматеріалами, $K_3 = 0,7$ [15, с.129].

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2}{3,14 \times 9,5 \times 0,6 \times 0,7}} = 0,8$$

На рис. 4.4 представлена розмірна схема поперечного перерізу ковша багатоцільового робочого органу з розміщеним у ньому пакетом лісоматеріалів. Графічним шляхом, виходячи з попередніх конструктивних наробок, встановлюємо кут повороту бокових стінок (зіштовхувачів) - $\alpha_n = 50^\circ$ і координати шарнірів А, В, С – котрі зводимо до табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Координати шарнірів А, В, С (мм) багатоцільового робочого органу

Призначення багатоцільового робочого органу	А		В		С	
	Х	У	Х	У	Х	У
Ківш	685	942	830	840	965	384
Щелеповий захват			860	985		

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Хід штоку L (мм) гідроциліндрів приводу бокових стінок (зіштовхувачів) визначаємо по формулам:

$$L_{CB} = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_B + Y_C)^2} = \sqrt{(965 - 830)^2 + (840 - 384)^2} = 475 \text{ мм.};$$

$$L_{CB'} = \sqrt{(X_C - X_{B'})^2 + (Y_{B'} + Y_C)^2} = \sqrt{(965 - 860)^2 + (985 - 384)^2} = 600 \text{ мм.};$$

$$L = L_{CB'} - L_{CB} = 600 - 475 = 125 \text{ мм.}$$

4.3. Силевий розрахунок багатоцільового робочого органу

4.3.1. Розрахунок зусиль зіштовхування вантажу

Силевий розрахунок багатоцільового робочого органу зводиться до визначення зусилля зіштовхування вантажу (зусилля на штоках гідроциліндрів приводу зіштовхувачів). Розрахункова схема приведена на рис. 4.5.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

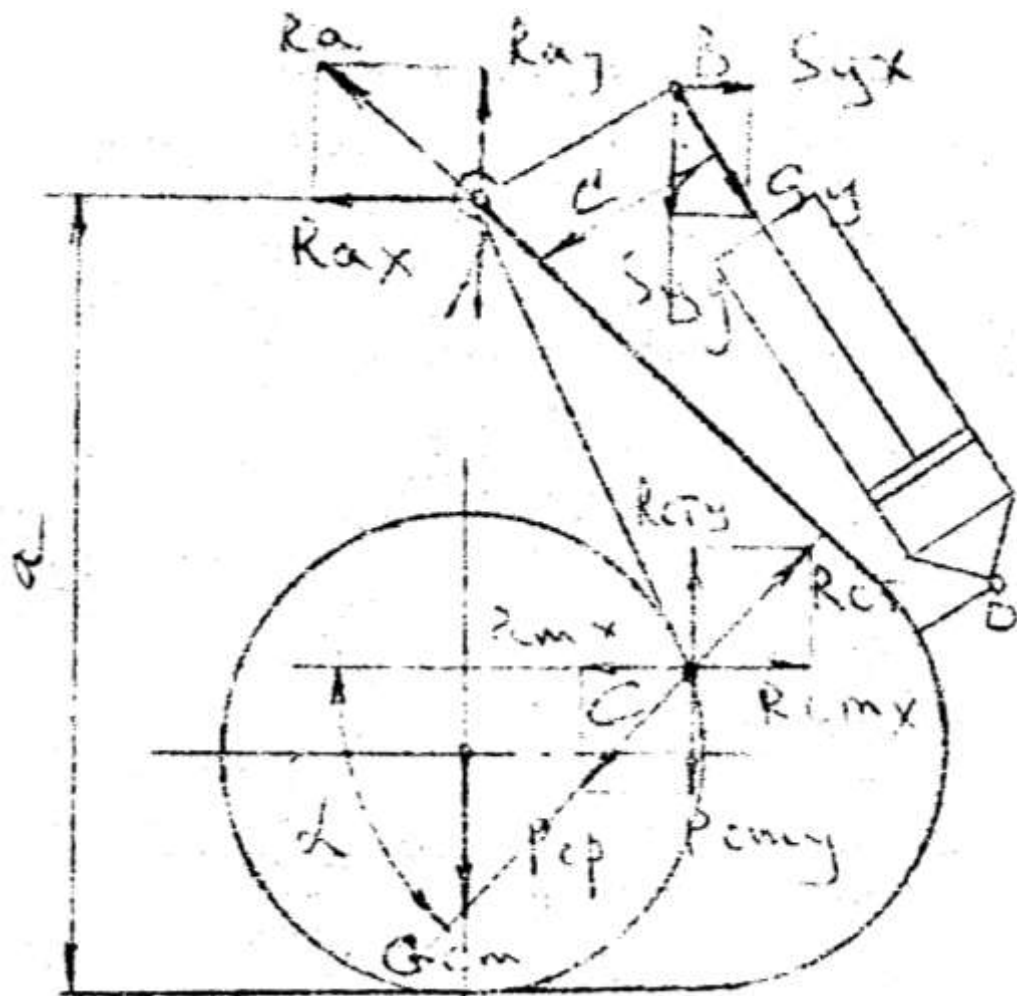


Рисунок 4.5 – Розрахункова схема до розрахунку багатоцільового/адаптивного робочого органу.

Силу тертя $F_{тр}$ (Н), що виникає між вантажем і днищем ковша, визначаємо при умові, що вантаж представляє собою бетонний блок [31]:

$$F_{тр} = \mu G_{cp} g ,$$

де μ – коефіцієнт тертя бетону по сталі $\mu=0,6$ [15, с.96].

$$F_{тр} = 0,6 \times 2000 \times 9,81 = 11770 \text{ Н.}$$

Зусилля зштовхування вантажу – $P_{ст}$ (Н) визначаємо з рівняння моментів відносно точки А

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$\sum M_A = 0 ;$$

$$F_{mp}a - P_{cm}b = 0 ;$$

$$P_{cm} = \frac{F_{mp}a}{b} = \frac{11770 \times 0,9}{0,38} = 27875, \text{ Н}$$

Складові зусилля P_{ct} ;

$$P_{cm.x} = P_{cm} \cos \alpha = 27875 \times \cos 16^\circ = 26795, \text{ Н};$$

$$P_{cm.y} = P_{cm} \sin \alpha = 27875 \times \sin 16^\circ = 7680, \text{ Н}.$$

Зусилля на штоках гідроциліндрів – $S_{ц}$ (Н) також визначаємо з рівнянь моментів відносно точки А, маючи на увазі те, що $P_{ct'} = P_{ct} = 27875 \text{ Н}$.

$$\sum M_A = 0 ;$$

$$P_{cm'}b - S_{ц}c = 0 ;$$

$$S_{ц} = \frac{P_{cm'}b}{c} = \frac{27875 \times 0,38}{0,175} = 60530 \text{ Н}.$$

Складові зусилля – $S_{ц}$ (Н):

$$S_{ц.y} = S_{ц} \cos \beta = 60530 \times \cos 10^\circ = 59610 \text{ Н};$$

$$S_{ц.x} = S_{ц} \sin \beta = 60530 \times \sin 10^\circ = 10510 \text{ Н}.$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Реакція в шарнірі А визначається з умови рівноваги сил, що діють на зіштовхувач, маючи на увазі, що $P_{ст.х'} = P_{ст.х} = 26795 \text{ Н.}$, а $P_{ст.у'} = P_{ст.у} = 7680 \text{ Н.}$

$$\sum X = 0;$$

$$-R_{AX} + S_{ux} + P_{ст.х'} = 0;$$

$$R_{AX} = S_{ux} + P_{ст.х'} = 10510 + 26795 = 37305 \text{ Н.};$$

$$\sum Y = 0;$$

$$R_{AY} - S_{uy} + P_{ст.у'} = 0;$$

$$R_{AY} = S_{uy} - P_{ст.у'} = 59610 - 7680 = 51930 \text{ Н.}$$

Відповідно

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{37305^2 + 51930^2} = 63940 \text{ Н.}$$

4.4. Розрахунок системи керування багатоцільовим робочим органом

Розрахунок системи керування багатоцільовим робочим органом зводиться до підбору гідроциліндрів приводу бокових стінок (зіштовхувачів) ковша і вибору параметрів гідроаккумулятора системи захисту робочого органу від динамічного напруження.

4.4.1. Вибір параметрів гідроциліндрів приводу зіштовхувачів

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

На шток кожного гідроциліндра приводу бокових стінок ковша діє зусилля – $S_{ц}$ (Н), що визначається по формулі:

$$S_{ц} = \frac{Su}{2} = \frac{60530}{2} = 30265 \quad (4.10)$$

Задамося відхиленням площ поршневої і штокової порожнин - $\psi = 1,25$ [14, с.39], тоді з виразу:

$$S'_n = \frac{\pi}{4} (D_n^2 - d_{шт}^2) p_{ном} \eta_{ц} \quad (4.11)$$

З врахуванням співвідношення $\psi = \frac{D_n^2}{D_n^2 - d_{шт}^2}$, визначимо необхідний діаметр поршня гідроциліндру – D_n (мм):

$$D_n = \sqrt{\frac{4S'_n \psi}{\pi p_{ном} \eta_{ц}}} = \sqrt{\frac{4 \times 30265 \times 1,25}{3,14 \times 16 \times 10^6 \times 0,98 \times 10^{-6}}} = 55,44 ,$$

де $p_{ном}$ – номінальний тиск в гідросистемі керування навантажувальним і робочим обладнанням навантажувача ТО-30;

$\eta_{ц}$ – загальний ККД гідроциліндру $\eta_{ц} = 0,98$ [14, с.53].

У відповідності до галузевого стандарту ДСТУ-92 “Гідропривід об’ємний. Гідроциліндри поршневі двосторонньої дії загального призначення на $P_{ном}$ 10, 16, 25 і 32 Мпа. Типи, основні параметри і розміри” вибираємо гідроциліндр 1.16.0.У-63×40×125 з параметрами:

1 – спосіб кріплення штоку і корпусу гідроциліндру на провушинах з шарнірними підшипниками;

16 – номінальний тиск, $P_{ном} = 16$ Мпа;

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

0 – гальмівні пристрої поршня в кінцевих положеннях відсутні;

У – кінематичне виконання – звичайне;

63 – діаметр поршня, $D_{\text{п}} = 63\text{мм}$;

40 – діаметр штоку, $d_{\text{шт}} = 40\text{мм}$;

125 – хід штоку, $L = 125\text{мм}$.

Габаритні і приєднувальні розміри вибраних гідроциліндрів приймаємо у відповідності до рекомендацій [14, с.63].

4.4.2. Вибір параметрів гідроаккумулятора.

Визначимо мінімальний об'єм гідроаккумулятора в залежності від співвідношення між номінальним тиском – $P_{\text{ном}}$ (Мпа) в гідросистемі і максимальним тиском зарядки гідроаккумулятора – $P_{\text{мах}}$ (Мпа).

В розрахунку приймаємо, що процес розширення газу при зарядці гідроаккумулятора відбувається по ізотермічному закону. Тоді, виходячи з [16, с.34], маємо:

$$P_{\text{ном}} W = GRT = \text{const} , \quad (4.12)$$

де $P_{\text{ном}}$ – тиск в гідросистемі (абсолютний тиск);

G – маса газу;

R – питома газова постійна;

T – абсолютна температура.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Так як гідроаккумулятор призначений для приводу в дію двох силових гідроциліндрів повороту зіштовхувачів з робочим ходом Δl і навантажених силою N , то потрібний об'єм робочої рідини буде рівний:

$$W_{ж} = \frac{N\Delta l}{P_{ном}} . \quad (4.13)$$

На основі виразу (4.12) стосовно до гідроаккумулятора з розподільувачем середовищ можна записати:

$$W_a P_{мін} = (W_a - W_{ж}) P_{мах} = \left(W_a - \frac{N\Delta l}{P_{ном}} \right) P_{мах} .$$

З останнього рівняння знайдемо вираз для об'єму гідроаккумулятора:

$$W_a = \frac{N\Delta l P_{мах}}{P_{ном}(P_{мах} - P_{мін})} . \quad (4.14)$$

Будемо вважати, що розрядка здійснюється до величини номінального тиску в гідросистемі - $P_{ном}$, тоді рівняння (4.14) прийме наступний вид:

$$W_a = \frac{N\Delta l P_{мах}}{P_{ном}(P_{мах} - P_{ном})} \quad (4.15)$$

Диференціюючи останній вираз по $P_{ном}$ і прирівнявши його праву частину нулю, знаходимо, що гідроаккумулятор буде мати найменший об'єм $W_{a\,мін}$ при $P_{мах} = 2P_{ном}$, з врахуванням цього, вираз (4.15) прийме наступний вид:

$$W_{a.мін} = \frac{2N\Delta l}{P_{ном}} . \quad (4.16)$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таким чином у оптимально розрахованого акумулятора тиск його початкової зарядки повинен бути в 2 рази перевищувати номінальний тиск в гідросистемі - $P_{\text{ном}}$.

Максимальне напірне зусилля $P_{\text{нап}}$ (Н) (при впровадженні ріжучої крайки ковша в штабель дрібнокускового матеріалу) визначаємо за формулою:

$$P_{\text{нап}} = T_{\varphi} + P_{\text{дин}} , \quad (4.17)$$

де T_{φ} - сила тяги навантажувача по зчепленню, Н;

$P_{\text{дин}}$ – динамічне зусилля, Н.

Сила тяги по зчепленню T_{φ} (Н) визначається по формулі:

$$T_{\varphi} = m_{\varphi} g \varphi ,$$

де m_{φ} – маса навантажувача експлуатаційна, $m_{\varphi} = 7617 \text{ кг}$. (див. табл. 4.2);

φ - коефіцієнт зчеплення, для пневмоколісного рушія згідно [7, с. 43] приймаємо $\varphi = 0,7$.

$$T_{\varphi} = 7617 \times 9,81 \times 0,7 = 52300$$

Динамічне зусилля - $P_{\text{дин}}$ (Н) визначаємо по формулі:

$$P_{\text{дин}} = T_{\varphi} K_{\text{дин}} ,$$

де $K_{\text{дин}}$ – коефіцієнт динамічності при впровадженні ковша в штабель дрібно кускового матеріалу (щебеню), $K_{\text{дин}} = 1,5$ [7, с. 54].

$$P_{\text{дин}} = 52300 \times 1,5 = 78450$$

Тоді з врахуванням (4.17) маємо:

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$P_{\text{нап}} = 52300 + 78450 = 130750$$

Маючи на увазі, що $P_{\text{нап}}$ розподіляється по довжині ріжучої крайки ковша як по її нерухомій частині (ріжуча крайка корпусу ковша – $L_{\text{нк}}$), так і по її рухомій частині (ріжуча крайка зіштовхувачів $L_{\text{пк}}$), визначимо частину сили $P_{\text{нап}}$ (Н), що діє тільки на зіштовхувачі – $P'_{\text{нап}}$ (Н) по формулі:

$$P'_{\text{нап}} = \frac{L_{\text{пк}}}{L_{\text{пк}} + L_{\text{нк}}} P_{\text{нап}}, \quad (4.18)$$

де $L_{\text{нк}}$, $L_{\text{пк}}$ - відповідно довжина нерухомої і рухомої частин ріжучої крайки,

$$L_{\text{нк}} = 2080 \text{ мм}, L_{\text{пк}} = 640 \text{ мм}.$$

$$P'_{\text{нап}} = \frac{640}{640 + 2080} \times 130750 = 30765$$

Для визначення сили N , що діє на гідроциліндр керування зіштовхувачами, скористаємося схемою, що представлена на рис. 4.5.

$$\sum M_A = 0;$$

$$P'_{\text{нап}} a = N c;$$

$$N = \frac{P'_{\text{нап}} a}{c} = \frac{30765 \times 0,88}{0,11} = 246120 \text{ Н}.$$

У відповідності до рекомендацій [7, с. 60] приймаємо максимальний кут повороту зіштовхувачів при впровадженні ковша в штабель дрібнокускового матеріалу приблизно - $\alpha_{\text{пов}} = 10^\circ$, тоді можливий хід штоків гідроциліндрів приводу зіштовхувачів - Δl (м) складе:

$$\Delta l = \frac{\alpha_{\text{нев}}}{\alpha_{\text{пов}}} L, \quad (4.19)$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

де L – хід штоків гідроциліндрів приводу зіштовхувачів при повороті останніх на кут $\alpha_{\text{пов}} = 50^\circ$, $L = 0,125\text{м}$. (див. п.п. 4.5.1).

$$\Delta l = \frac{10}{50} \times 0,125 = 0,025 \text{ м.}$$

Тоді з виразу (4.16) визначимо значення найменшого об'єму гідроакумулятора – $W_{a \text{ мін}}$ (см^3):

$$W_{a \text{ мін}} = \frac{2 \times 246120 \times 2,5}{9,81^2 \times 16} = 800 \text{ см}^3$$

Приймаємо внутрішній діаметр гідроакумулятора – $d_{\text{ва}} = 6\text{см}$, тоді його довжину – $L_{\text{ва}}$ (см) визначимо за формулою:

$$L_{\text{ва}} = \frac{4W_{a \text{ мін}}}{\pi d_{\text{ва}}^2} = \frac{4 \times 800}{3,14 \times 6^2} = 28 \text{ см}$$

4.5. Розрахунок багатоцільового робочого органу на міцність

4.5.1. Вихідні дані

Багатоцільовий робочий орган і навантажувальне обладнання виготовлене з наступних матеріалів:

- металоконструкція – Сталь 10ХСНД;
- пальці – Сталь 45;
- кронштейни (сталеве литво) Сталь 55Л.

Механічні характеристики вказаних сталей [17, с. 86, 88, 91] приведені в табл. 4.5.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5 – Механічні характеристики сталей конструкції
багатоцільового робочого органу навантажувача ТО-30

Марка сталі	ГОСТ	Термо-обробка	Межа текучості G_m , МПа	Коефіцієнт умов роботи, γ_c	$R_y = G_m \times \gamma_c$, МПа
10ХСНД	19282-73	-	400	1,1	440
45	1050-80	ТВЧ, 56HRC _э	450	0,9	405
55Л	977-75	нормалізація	350	0,9	$R_y \times \gamma_c = 0,58$ $R_y \times \gamma_c = 182,7$

Допустимі напруження для зварних швів при постійному навантаженні [18, с. 81] приведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Допустимі напруження для зварних швів у машинобудівних конструкціях

№ п/п	Спосіб зварювання	ГОСТ	При зрізі $[\tau]_{зр}$
1	Ручна, електродами Э 42А	9467-75	$0,65R_y$

Примітка: R_y – допустимі напруження по межі текучості для основного матеріалу.

4.5.2. Розрахунок корпусу ковша

Корпус ковша виконаний з Сталі 10ХСНД, механічні характеристики сталі приведені в табл. 4.5.

За розрахункове положення приймаємо навантаження крайки ковша вертикальним навантаженням – $G_r(H)$, див. рис. 4.7.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$G_z = m_{ep} \times g = 2000 \times 9,81 = 19600 \text{ Н}$$

$$a = 0,6 \text{ м};$$

$$G_z = 19,6 \text{ кН}$$

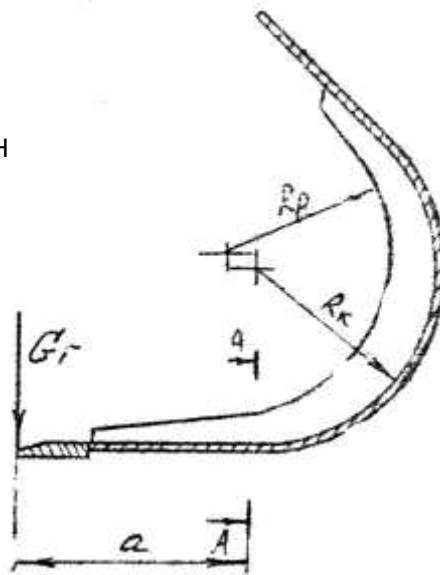


Рисунок 4.7 – Схема до розрахунку корпусу ковша на міцність

Переріз А-А (див. схему на рис. 4.7) працює на згин від сили $G_r(\text{Н})$ на плечі – $a = 600 \text{ мм}$.

$$G = \frac{M_{32}}{W_{32}^{A-A}}, \quad (4.22)$$

де M_{32} – згинаючий момент в перерізу А-А, $\text{Н} \cdot \text{мм}$;

W_{32}^{A-A} – момент опору згину перерізу А-А відносно вісі Х-Х на рис.4.8, б, мм^3 .

$$M_x = G_{ep} a = 19600 \times 600 = 1176 \times 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Величину Δ_1 (див. рис. 4.8, б) визначаємо за формулою

$$\Delta_1 = \frac{\delta \Delta^2 + (2\Delta + h)hS}{2(\Delta\delta + Sh)}, \quad (4.23)$$

$$\Delta_1 = \frac{2080 \times 6^2 + (2 \times 6 + 36) \times 36 \times 42}{2(6 \times 2080 + 42 \times 36)} = 6,6 \text{ мм}$$

Тоді величину - W_x^{A-A} (мм³) визначаємо за формулою

$$W_x^{A-A} = \frac{1}{\Delta_1} \left[\frac{1}{2} (\delta \Delta^3 + Sh^3) + \delta \Delta \left(\Delta_1 + \frac{\Delta}{2} \right)^2 + Sh \left(\Delta + h/2 - \Delta_1 \right)^2 \right], \quad (4.24)$$

$$W_x^{A-A} = \frac{1}{6,6} \times \left[\frac{1}{2} \times (2080 \times 6^3 + 42 \times 36^3) + 2080 \times 6 \times \left(6,6 + \frac{6}{2} \right)^2 + 42 \times 36 \times \left(6 + \frac{36}{2} - 6,6 \right)^2 \right] = 252312, \text{ мм}^3.$$

Тоді застосовуючи формулу (G) отримаємо

$$G = \frac{11760000}{252312} = 46,6 \text{ МПа}$$

По умові міцності ліва частина рівняння повинна бути менше правої

$$G < R_y \gamma_c, \quad (4.25)$$

$$n_G = \frac{G_{\max}}{G}, \quad (4.26)$$

$$\text{де } G_{\max} = R_y \gamma_c = 400 \times 1,1 = 440 \text{ МПа};$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

R_y – межа текучості (див. табл. 4.6) для сталі 10ХСНД $G_T=R_y=400\text{МПа}$;
 γ_c – коефіцієнт умов роботи по джерелу [30, с.8], для суцільних балок з межею текучості до 440 МПа $\gamma_c=1,1$.

$$n_G = \frac{440}{46,6} = 9,4$$

Умова (запасу міцності) виконується.

4.5.3. Розрахунок зіштовхувача

Розрахунок вузла кріплення зіштовхувача до корпусу ковша виконуємо по схемі, що представлена на рис. 4.9.

Виходячи з розрахункової схеми (по рис. 4.9), розраховуємо:

а) вісь 1 на згин від дії згинаючого моменту M в прольоті між умовними опорами C і D ;

б) вісь 1 на зріз в перерізах $A-A$ і $B-B$;

в) проушини кронштейна 2 на зминання по площам – dnS' і dnS .

Вісь виготовлена з Сталі 45, ліва частина кронштейну з Сталі 55Л, а права – з Сталі 10ХСНД, механічні характеристики сталей приведені в табл. 4.6.

Розрахункові формули, а також результати розрахунків зведені до табл.4.7.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 – Розрахункові формули і результати розрахунків елементів шарніру кріплення зіштовхувача до корпусу ковша

Умова навантаження	Розрахункова формула	Силовий фактор	Геометрична характеристика перерізу	Діючі напруження	Межа текучості R_y , МПа	Відношення $R_y \times \gamma_c$
					Коеф. умов роботи γ_c	
Згин вісі	$G = \frac{M}{W}$	$M = \frac{R_A}{4} C$	$W = \frac{\pi d n^3}{32}$	29,97	450	405
					0,9	
Зріз вісі	$\tau = \frac{P}{A}$	$P = \frac{R_A}{4}$	$A = \frac{\pi d n^2}{4}$	14,92	450	405
					0,9	
Зминання проушин кронштейна	$G = \frac{P}{A}$	$P = \frac{R_A}{2}$	$A = d_n (\delta - \delta')$	23,68	350	385
					1,1	

Розрахунок зварного з'єднання кронштейна 2 до фланця 3 (див. рис. 4.9) виконуємо використовуючи розрахункову схему, що представлена на рис.4.10. Розрахунок проушини кріплення гідроциліндра до кронштейна на зминання від дії сили S'_y , а також розрахунок пальця кріплення гідроциліндра приводу зіштовхувача на зріз не виконуємо, так як умови їх роботи, матеріал і розміри відповідають рекомендації ДСТУ-1417-99 [28, с14] для даного гідроциліндра.

Довжину зварного шва $L_{шв}$ (мм) визначимо використовуючи схему на рис. 4.10, по формулі

$$L_{шв} = \pi(R_1 + R_2)(\alpha + 90)/180 + (R_1 - R_2)(\pi + 1) + 2h, \quad (4.27)$$

$$L_{шв} = 3,14 \times (70 + 58) \times (45 + 90)/180 + (70 - 58) \times (3,14 + 1) + 2 \times 150 = 651 \text{ мм}$$

Для визначення сили P_{cp} (Н), що зрізає зварний шов скористаємося схемою, що представлена на рис.4.11.

$$P'_y = \frac{P_y}{2} = 30265, \text{ (Н)};$$

$$a=175\text{мм (див. п.п.4.3)};$$

$$b=64\text{мм.}$$

$$P_{cp} = P'_y a/b = 30265 \times 175/64 = 82756, \text{ (Н)}$$

$$\tau_{cp} = \frac{P_{cp}}{F_{cp}} = \frac{P_{cp}}{0,7KL_{шв}}, \quad (4.28)$$

де K – катет шва, по схемі $K=8\text{мм}$;

a – відстань між центрами (див рис. 4.11) $a=175\text{мм}$.

$$S'_y = \frac{S_y}{2} = 30265 \text{ (Н)};$$

$$\tau = \frac{82756}{0,7 \times 8 \times 651} = 22,7 \text{ МПа.}$$

по умові $\tau < R_s \gamma_c$,

де $R_s = 0,58R_y$, (4.29)

R_y – межа текучості (див. табл. 4.5) для Сталі 55Л $R_y= 350 \text{ МПа}$;

γ_c – коефіцієнт умов роботи по джерелу [30, с.8], для підвісок $\gamma_c=0,9$.

$$R_s = 0,58 \times 350 = 203 \text{ МПа}$$

$$\tau = 22,7 < 203 \times 0,9 = 182,7$$

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні положення

Охорона праці є одним з правових інститутів українського трудового права. Основні принципи її закріплені в Конституції України та в кодексах законів про працю (КЗоП).

По ДСТУ “Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення”.

Охорона праці - система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

5.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають при роботі одноковшового фронтального навантажувача ТО-30

У відповідності з встановленим "ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва" по природі їх дії на організм людини діляться на чотири групи:

1. Фізичні – рухомі деталі, елементи механізмів і машин в цілому, недопустима температура поверхні машин, електромагнітні поля, недостатня або підвищена освітленість робочої зони і т. ін.;

2. Хімічні – токсичні, подразнюючі, сенсобілізуючі канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію і т. ін.;

3. Біологічні – мікро та макроорганізми;

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Психофізіологічні - фізичні навантаження (статичні, динамічні, гіподинамія); нервово-психічні перевантаження (розумове, монотонність праці, перенапруження аналізаторів).

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія котрого на працюючого у визначених умовах приводить до травмування або іншого різкого погіршення здоров'я.

Небезпечними вважаються роботи в умовах, шкідливих для життя, незважаючи на те, що є захисні засоби, що гарантують безпечні умови праці (робота монтажників-верхолазів).

Шкідливий виробничий фактор - виробничий фактор, дії котрого на працюючого в визначених умовах приводять до захворювання або погіршення працездатності.

Шкідливим вважають систематичні роботи в несприятливих умовах виробничого середовища та обстановки, при сильному вітрі, низьких і високих температурах, високій вологості повітря, забрудненні повітря газом та пилом, в умовах коливання високих або низьких частот.

Аналіз розроблюваної машини на наявність небезпечних або шкідливих виробничих факторів зводиться до співставлення цих факторів з системами безпеки машини. Проводимо це в табличній формі (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що супроводжують роботу одноковшового фронтального навантажувача ТО-30

№ п/п	Шкідливі та небезпечні фактори	Робоче місце	Законодавчі акти, що реглам. безпечні умови роботи
1	2	3	4
1	Шум	Є Робоче місце, робоча зона	ГОСТ 12.1.003 – 83

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2	Вібрація	Є Кабіна водія	ГОСТ 12.1.012 – 78*
3	Шкідливі речовини	Нема. Кабіна водія Є Робоча зона	ГОСТ 12.1.007 – 75*
4	Недостатнє освітлення	Є Кабіна водія, робоча зона	ГОСТ 12.1.009 – 77

Навантажувач є машиною, яка працює за рахунок роботи різних груп механізмів. Основними причинами виникнення шуму є дизельний двигун, елементи трансмісії, робочого обладнання. (Взагалі за родом виникнення розрізняють механічні та електромагнітні шуми).

Шумом прийнято називати будь-який небажаний для людини звук, що заважає сприйняттю корисних сигналів. Шум представляє собою невпорядковане поєднання звуків різної інтенсивності і частоти.

З фізичної точки зору шум характеризується звуковим тиском, інтенсивністю звука, частотою. Таким чином, в якості звука людина сприймає пружні коливання, що розповсюджуються хвилеподібно в твердому, рідкому і газоподібному середовищі. Вухом людини сприймає звуки з частотою від 16 до 20000 Гц (акустичні звуки). Нечутні людиною коливання з частотою меншою 16 Гц називаються інфразвуками, а коливання з частотою вищою 20 кГц – ультразвуковими.

Негативний вплив шуму на продуктивність праці та здоров'я людини загальновідомий. Під час роботи в шумних умовах продуктивність ручної праці може знизитися до 60%, а кількість помилок, що трапляються при розрахунках, зростає більше ніж на 50%. При тривалій роботі в шумних умовах перш за все уражаються нервова, серцево-судинна системи та органи травлення. Необхідність кричати при спілкуванні у виробничих умовах негативно впливає на психіку людини.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Вплив шуму на організм людини індивідуальний. У деяких людей погіршення слуху настає через декілька місяців, а у інших воно не настає через декілька років роботи в умовах шуму. Для 30% людей шум є причиною передчасного старіння.

Згідно з ГОСТ 12.1.003-83 шум впливаючий на працюючих не повинен перебільшувати гранично допустимих рівнів. Згідно з ГОСТ 8.055-73 шумовими характеристиками, які зазначаються в технічній документації, що дододється до навантажувача, є:

1) рівні звукової потужності шуму L_p в октавних полосах частот з середньгеометричними частотами;

2) характеристики направленості випромінювання шуму машиною;

Допустимі рівні звукового тиску в октавних полосах частот, рівні звука і еквівалентні рівні звука на робочих місцях згідно наказу №463 від 22.02.2019 МОЗ України

$f_{ст}$, Гц...	63	125	250	500	1000	2000	4000
L_0 , дБ ...	99	92	86	83	80	78	76

де $f_{ст}$ – середнє геометричне значення активної смуги.

Для зниження шуму використовуються методи і засоби колективного захисту та індивідуального.

Зони з рівнем звука вище 85дБ повинні бути позначені знаками безпеки.

Заходи які застосовуються для зменшення впливу шуму на машиніста і робітників: працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

Навантажувач при роботі з сипучими матеріалами може створювати суттєве запилення та загазованість викидами відпрацьованих газів ДВЗ робочої зони, що негативно впливає на машиніста та робітників, що знаходяться в робочій зоні машини.

Небезпечними є відпрацьовані гази які в даному випадку є задушливими (табл.5.2). Так, наприклад, сажа довго може утримуватися в завислому стані, що

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

збільшує час її дії.

Таблиця 5.2 – Токсичність вихлопних газів у дизельного двигуна

№ п/п	Токсична речовина	Кількість токсичних речовин на 1000 л палива, яке згоряє
		Дизель
1	Окис вуглецю CO	25
2	Вуглеводи CH	8
3	Окис азоту NO _x	36
4	Сажа	3
5	Сірчані з'єднання SO _x	30
	Всього	102

Промисловий пил представляє собою розсіяні в повітряному середовищі дрібні частки твердої або рідкої речовини. Пил, що завис в повітрі, називається аерозолем; накопичення осівшого пилу – аерогелем. Накопичені пили діють на організм, подразнюючи шкіру, очі, вуха, а проникаючи до легень, викликають професійні захворювання – пневмоконіози. Шкідливість дії залежить від кількості пилу, що вдихається, від ступеня його дисперсності, форми пилинок і їх хімічного складу. Глибоко до легень проникають пилинки розміром від 0,1 до 10 мкм, дрібні видихаються назад, а крупніші затримуються в носоглотці.

За ступеню подрібнення (дисперсності) пилу, його поділяють на дві групи: видимий з розмірами частинок 10 мкм і більші; мікроскопічний – менше 10 мкм.

При роботі навантажувача на тіло машиніста через ноги, сидіння та систему рука – плече можуть передаватися механічні коливання. Вони виникають в результаті вібрації від роботи дизельного двигуна, руху механізмів напору, під'йому, вирівнювання ковша, нерівностей шляху, що виникають в

процесі пересування. Такий процес дії на людину механічних коливань називається вібрацією.

В залежності від місць впливу розрізняють загальну вібрацію, що передається на опорні частини тіла людини, яка стоїть, і місцеву вібрацію, що передається на кісті рук (наприклад від важелів керування). Загальна вібрація нормується в межах частот 0,7...89 Гц, а місцева – 5,7...1400 Гц.

Функціональні зміни, пов'язані з дією вібрації на людину-оператора – погіршення зору, зміни реакції вестибулярного апарату, виникнення галюцинацій, швидка втомлюваність.

Згідно Санітарних норм і правил (СН245-71) по обмеженню вібрацій робочих місць встановлюють величину рівня в коливальній швидкості в октавних діапазонах з середньгеометричними значеннями 2, 4, 8, 16, 32 Гц. Ці значення також нормуються ДСТУ.

5.3 Розробка технічних рішень, що обмежують вплив шкідливих та небезпечних факторів

Захист людського організму від дії шкідливих речовин, які виділяються в ході технологічного процесу, здійснюється наступними способами:

- Знищення шкідливих речовин в робочій зоні або її герметизація;
- Застосування вентиляційних систем;
- Застосування місцевих відсосів;
- Розташування окремо від людини обладнання, яке виділяє шкідливі речовини;
- Застосування захисних засобів при роботі в приміщеннях з підвищеною або зниженою температурою;
- Створення сприятливого для людини мікроклімату на робочому місці;
- Пониження, за допомогою систем пониження шуму, рівня шуму;

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Захист від електромагнітних полів за допомогою екранів.

Стосовно розроблюваної машини, конструкцією передбачено ряд заходів.

Параметри мікроклімату справляють безпосередньо вплив на самопочуття машиніста, тому конструкція кабіни навантажувача ТО-30 сконструйована так, щоб ці параметри були в межах які встановлені основним нормативним документом, що визначає параметри мікроклімату – ГОСТ 12.1.005-88.

До основних параметрів відносять: температуру, вологість та швидкість повітря в робочій зоні. Так, при тривалому впливі високої температури у поєднанні із значною вологістю приводить до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану при котрому температура тіла піднімається до 38 - 40°C. Швидкість повітря в кабіні при повітрообміні в теплу пору року допускається від 1,0 до 2,0м/с, а в холодний період – не більше 0,5м/с. Так, як ці параметри завжди є присутніми на робочому місці машиніста навантажувача, то конструкція кабіни повинна мати оптимальні (комфортні) умови праці, як холодний так і в зимовий періоди року.

Допустимі мікрокліматичні умови передбачають можливість напруженої роботи механізму терморегуляції, що не виходить за межі можливостей організму, а також дискомфортні відчуття.

З метою забезпечення комфортності мікроклімату в кабіні вона обладнана системою опалення та вентиляції, що також приводить до усунення запотівання та обмерзання скла при мінусових температурах. При цьому система обігріву в сполученні з теплоізоляцією забезпечують захист водія від перегріву. Так при русі машини система обігріву забезпечує обігрів кабіни не менше 15°C при навколишній температурі до 25°C та більше 10°C при навколишній температурі до 40°C. Система вентиляції кабіни забезпечує доступ свіжого повітря в кількості не менше 30м³/год.

В теплий період року для захисту оператора від перегріву передбачено вентиляційний люк, який відкривається з кабіни навантажувача. В літній період температура в кабіні перевищує температуру зовнішнього повітря на 5 - 10°, а в

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

умовах запиленості зовнішнього повітря, коли вікна кабіни зачиняють, температура в кабіні перевищує зовнішню на 10 - 15°. Тому для створення нормальних умов роботи та зниження кількості потрапляння токсичних речовин і пилу в кабіну, на навантажувачі встановлено фільтровентиляційну установку, яка очищує повітря та регулює в кабіні температуру на протязі всього року.

Так як навантажувач працює на малих швидкостях, то його вихлопна труба розташована за кабіною (по ходу машини) на капоті та на такій висоті яка забезпечує мінімальне попадання токсичних речовин в кабіну.

Повітря робочої зони відповідає ГОСТ 12.1.005-76.

Для використання навантажувача в темний період доби він має освітлювальні пристрої (зовнішні та внутрішні), які забезпечують нормальні умови роботи як механізмів так і водія.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації механізмів та приладів всередині кабіни, освітленість повинна бути не меншою 50лк. Величина освітленості на панелях повинна бути в межах 0.3-1.1лк, яка забезпечується індивідуальним світильником. Індивідуальне освітлення використовують для кожного приладу шляхом розміщення малогабаритного світильника за панеллю приладу.

У світлий період доби природного освітлення достатньо для нормальних умов праці механізмів та їх керування.

Небезпечною зоною при роботі навантажувача є зона в 5 м від кожної рухомої деталі. Також за небезпечну зону вважають ту територію на якій відбуваються навантажувально-розвантажувальні операції, проходить розробка ґрунту (фронт роботи).

Для запобігання випадкового потрапляння людини в робочу зону потрібно помітити її за допомогою червоних прапорців або світильників.

5.4 Ергономічні вимоги до робочого місця

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Наука - що вивчає людину (або групу людей) і його (їх) діяльність в умовах сучасного виробництва з метою оптимізації засобів, умов і процесу праці. Система досліджень “людина-машина”.

Вимоги, що пред'являються до робочого місця відповідають ГОСТ 12.2.032-78 і зводяться до наступних необхідних та обов'язкових умов:

- Робоче місце повинно бути обладнане зручним малогабаритним кріслом, яке легко трансформується під показники ваги та росту водія;

- Система шумопониження в машині повинна зводити різкі та монотонні звуки до мінімуму;

- Ізолювання від пилу та бруду повинно не дозволяти проникати в середину кабіни найдрібніших часток, котрі будуть погіршувати здоров'я оператора;

- Вібрація не повинна перевищувати допустимих частот, що в свою чергу не знижує працездатність водія;

- Мікроклімат в кабіні повинен дотримуватися постійного показника в залежності від пори року та часу доби;

- Можливість доступу оператора до будь-яких важелів та приладів в середині кабіни повинна бути максимальна.

Всі вище перераховані фактори, які присутні на робочому місці, повинні бути в точності виконані та дотримані. Це дозволить працювати водію з максимальною продуктивністю та якістю паці з мінімальними шкідливими наслідками для свого здоров'я.

Найбільш відповідальні частини розташовуються (по відношенню до машиніста) так, щоб не створювати суттєвих ускладнень для їх вмикання або вимикання. Важелі та тумблери органів керування розташовані у послідовності, яка виключає схрещування рук під час роботи машиніста. Зусилля, які необхідно подолати незначні.

Сидіння, яке можна регулювати забезпечує оптимальне положення тіла

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

оператора, що забезпечує необхідну швидкість та об'єм його робочих рухів у процесі керування машиною. Кабіна має скляні пройоми, які забезпечують необхідну оглядовість під час роботи навантажувача.

В кабіні навантажувача обов'язково повинні бути: аптечка першої медичної допомоги, термос з водою (ємністю до 5л) та вогнегасник ОУ-5 (ємністю 5л).

Таким чином, всі потрібні умови для полегшення умов праці оператора (зменшення його фізичної роботи) виконуються.

5.5 Пожежна безпека

5.5.1 Загальні положення.

Пожежна безпека (ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення) – це стан об'єкта, при котрому виключається можливість пожежі, а у випадку виникнення запобігається його небезпечна дія на людей та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі і пожежним захистом. Система запобігання пожежі – комплекс організаційних дій і технічних засобів направлених на виключення пожежі.

Система пожежного захисту - комплекс організаційних дій і технічних засобів направлених на запобігання дії на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальної шкоди від нього.

Речовини, які мають підвищену пожежну небезпеку, називаються пожежонебезпечними.

Горючі речовини – речовини, які можуть горіти після видалення джерела запалення.

Вибухонебезпечні – речовини, здатні до вибуху або детонації без участі кисню.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5.5.2 Аналіз роботи ТО-30 з точки зору пожежної безпеки.

Дизельне паливо, яке призначене для роботи двигуна навантажувача ТО-30 відповідає ДСТУ 7688: 2015 «Паливо дизельне ЄВРО. Технічні умови», та поділяється на дві марки: Л та З. Дизельне паливо відноситься до легкозаймистих рідин, а масло гідросистеми є горючою рідиною. Паливо зберігається в баку при температурі навколишнього середовища та при атмосферному тиску. Бак змонтований під кабіною навантажувача де він захищений від випадкового механічного пошкодження та займання при короткому замиканні у проводці. Підтікання дизельного палива з паливопроводів недопустимо. У гідросистемі використовується робоча рідина двох сортів: ВМГЗ (ТУ №38-101479-74) та МГ-30 (ТУ №38-1-01-50-70). Підтікання робочої рідини з трубопроводів також недопустимо. Заправляти машину паливом дозволяється тільки при вимкненому двигуні та запаленні.

Робоче місце з точки зору пожежної безпеки є небезпечним. В кабіні знаходяться багато легкозаймистих матеріалів. Тому під час роботи заборонено користуватися відкритими джерелами вогню та палити. На випадок займання робоче місце оператора обладнане вогнегасником ОУ-5, який надає змогу гасити полум'я під напругою. Не допускається гасіння вогнегасником речовин, які горять без доступу повітря.

5.5.3. Протипожежні правила

1. Працювати на навантажувачі, який не оснащений належними засобами вогнегасіння, заборонено.

2. Забороняється вивід на роботу навантажувача навіть з незначним витіканням палива з бака, паливо-проводів або інших агрегатів паливо подачі.

3. Забороняється мати в машині або близько від місця її стоянки замащені або насичені паливом ганчірки і інші обтиральні матеріали.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Забороняється палити і тримати відкритий вогонь (факели, сірники) близько від машини, а також при регулювальних, складально-демонтажних, ремонтних і інших роботах на машині.

5. При займанні палива на навантажувачі або під ним забороняється заливати полум'я водою, тому що це може викликати вибух.

При виникненні пожежі машиніст повинен перекрити краники паливо-провода, а потім гасити полум'я вогнегасником, засипати його піском, землею, або накрити брезентом, повністю, щоб припинити доступ повітря до полум'я.

Вимоги з техніки безпеки при роботі навантажувача, а також розрахунки на стійкість навантажувача представлені в додатку А.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Результати проектування адаптивного робочого органу для одноківшевого фронтального навантажувача дозволяють зробити наступні висновки:

1. В результаті аналізу можливих технічних рішень багатоцільового робочого обладнання встановлені їх переваги та недоліки.
2. На підставі аналізу переваг і недоліків існуючих технічних рішень зчіпних пристроїв до проектування прийнята ідея робочого органу ковша навантажувача з рухомими боковими стінками, що рухаються в напрямних за допомогою гідроциліндрів та виконують функції захватів для довгомірних штучних вантажів;
3. Виконані інженерні розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції адаптивного робочого органу навантажувача.
4. Розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки при проведенні навантажувальних та будівельно-монтажних робіт за участю навантажувача. Виконано розрахунок стійкості навантажувача.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

CONCLUSIONS

The results of designing an adaptive working body for a single-bucket front loader allow us to draw the following conclusions:

1. As a result of the analysis of possible technical solutions of multi-purpose work equipment, their advantages and disadvantages are established.

2. Based on the analysis of the advantages and disadvantages of the existing technical solutions of coupling devices, the idea of the working body of the loader bucket with movable side walls, which move in the guides with the help of hydraulic cylinders and perform the functions of grippers for long artificial loads, was adopted for designing;

3. Engineering calculations were performed, which confirm the operability of the proposed design of the adaptive working body of the loader.

4. Developed occupational health and safety measures during loading and construction and assembly work involving a forklift. The calculation of the stability of the loader was performed.

					КРБ 2113306 ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хмара Л.А., Колесник М.П., Станевський В.П. Модернізація та підвищення продуктивності будівельних машин. – К.: Будівельник, 1992. – 152 с.
2. Машина для земляних робіт: Підручник / Л.А. Хмара, С.В.Кравець, М.П.Скоблюк та ін.; за заг. ред. д.т.н., проф. Л.А. Хмари та д.т.н., проф. С.В. Кравця. – Х.: ХНАДУ, 2014 – 548с.
3. Баладінський В.Л. Машина для земляних робіт: Підручник / В.Л. Баладінський, О.М. Гаркавенко, С.В. Каравець, І.В. Русан, А.В.Фомін – Рівне: Вид-во РДТУ, 1999. – 228 с.
4. Голубченко О.І. Землерийно-транспортна машина безперервної дії: Патент на корисну модель №46899. Україна. МПК E02F5/00 / Голубченко О.І., Хожило М.Є., Фоменко Г.К. - №u 200907318; Заявлено 13.07.2009; Опубл. 11.01.2010, Бюл. №1. – 3с.
5. Хмара Л.А. Робочий орган землерийної машини безперервної дії: Патент на корисну модель №48487. Україна. МПК E02F5/00 /Хмара Л.А., Голубченко О.І., Хожило М.Є. - №u 200908122; Заявлено 03.08.2009; Опубл. 25.03.2010, Бюл. №6. – 4с.
6. Горбатюк Є.В. Створення робочого органа землерийної машини з орієнтованими потоками виносу ґрунту: Дис. ... канд. техн. наук. / Є.В.Горбатюк – К.: КНУБА, 2006. – 180с.
7. ГорбатюкЄ.В. Високоєфективні малогабаритні машини для земляних робіт з високошвидкісними робочими органами / Є.В.Горбатюк, О.А.Третяк // Гірни., буд., дор. Та меліорат. Машина: Всеукр. Міжвід. Збірник наукових праць, - К.: КНУБА, 2007. Вип.69 – С.71-74.
8. Пелевін Л.Є. Створення високопродуктивних робочих органів землерийних машин: монографія / Л.Є. Пелевін, Є.В.Горбатюк – К.: КНУБА, 2011. – 128с.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

9. Нічке В.В., Антонов М.А., Єрмакова О.А. Робочі процеси землерийно-транспортних машин і їх інтенсифікація: Учбовий посібник. - Х.: УСДО, 1995. - 184 с.

10. Кравець С.В. Ґрунтозахисні та енергозберігаючі машини для прокладки підземних комунікацій. (Основи теорії, проектування та створення): навч. посіб. [для студ. спец. «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання»]. / С.В. Кравець. – Рівне: Вид-во РДТУ, 1999. – 278 с.

11. «ДСТУ Б В 2.1-3-96 (ГОСТ 30416-96) Ґрунти. Лабораторні випробування. Загальні положення. – 26 с.

12. «ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Ґрунти. Класифікація. – 47 с.»

13. «ДСТУ Б В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформативності: – К.:Мінбуд України, 1996. – 102 с.»

14. «ДСТУ Б В.2.1-5-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань. – 25 с.»

15. «ДСТУ Б.В.2.1-9- 2002 (ГОСТ 19912-2001) ГРУНТИ. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. – 21 с.»

16. Kuneš, Josef. (2012). Similarity and Modeling in Science and Engineering. DOI:10.1007/978-1-907343-78-0

17. Talal Alanazi. Construction and Analysis of Experimental Designs. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. School of Science College of Science, Engineering and Health RMIT University. 2018. pages: 176. <https://is.gd/JxH0Ce>

18. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно – будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. За редакцією В.В. Сафонова – Київ: Основа, 2000. – 336 с.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

19. Магістерська робота: метод. рекомендації для здобувачів освіти спеціальностей: 192 - Будівництво та цивільна інженерія, 133 - Галузеве машинобудування / [уклад.: В.А. Пашинський, В. А. Настоящий]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. будівельних, дорожніх машин і будівництва. - Кропивницький: ЦНТУ, 2021. - 33 с.

20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.

21. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А

Вимоги щодо техніки безпеки при роботі навантажувача та розрахунок стійкості навантажувача

Техніка безпеки при роботі навантажувача

1. Виконувати роботи дозволяється тільки на повністю справній машині. Забороняється робота навантажувача, у якого несправні навіть окремі вузли і механізми.

2. Забороняється направляти на роботу навантажувач з несправними гальмами, а також з несправними стояковими гальмами.

3. Для роботи вночі машина повинні бути оснащена достатньою кількістю внутрішніх і зовнішніх приладів освітлення. Працювати в темряві без увімкнених приладів зовнішнього освітлення забороняється.

4. Паливні баки та опалювальні пристрої, в тому числі для обігрівання кабіни, повинні бути забезпечені вогнегасниками.

5. Вали та інші обертові або рухомі деталі, поблизу котрих можуть знаходитися люди, повинні бути закриті захисними засобами або кожухами. Виконувати роботи або транспортні пересування на машинах зі знятими захисними засобами забороняється.

6. На навантажувачі з працюючим двигуном забороняється оглядати агрегати, вузли і виконувати складально-демонтажні, регулювальні, ремонтні та інші роботи.

7. При працюючому двигуні забороняється міняти масло в агрегатах і редукторах, а також змащувати вузли і деталі навантажувача.

8. Забороняється проводити огляди, ремонтні та будь-які інші роботи, знаходячись під робочими органами, піднятими і утримуваними гідравлічним механізмом привода (керування), а також знаходитись безпосередньо біля них.

Якщо під час будь-яких оглядів, налагоджувальних, регулювальних і ремонтних робіт робітник вимушений знаходитись під піднятим робочим

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

органом, забороняється будь-кому бути поблизу важелів і рукояток керування робочим обладнанням і торкатися цих важелів та рукояток, навіть якщо піднятий робочий орган поставлений на запор.

9. Поблизу підземних комунікацій та споруд дозволяється робота тільки в присутності майстра по цим роботам.

Правила для машиніста навантажувача

1. Машиніст повинен працювати на машині в міцному одязі, цілих рукавицях, щоб не зачепитися за рухомі частини машини порваними частинами одягу чи рукавиць.

2. Заправляти машину пальним дозволяється тільки при вимкненому двигуні.

3. При зніманні заливної пробки з радіатора гарячого двигуна необхідно бути обережним; щоб не опекти руки, пробку знімають, прикривши її щільно ганчіркою. Доливати рідину в радіатор слід при вимкненому двигуні або працюючому на малих обертах. Якщо двигун перегрітий, заливати в радіатор рідину забороняється.

4. Запускати двигун без повітро-очишувача забороняється, оскільки це призводить до швидкого спрацювання двигуна.

5. Не слід запускати двигун і давати йому працювати в закритих гаражах або сараях, щоб запобігти отруєнню людей продуктами згорання пального.

6. Перед запуском двигуна слід встановити в нейтральне вимкнене положення всі механізми привода, в тому числі механізми керування гідросистеми.

7. Машиніст повинен постійно стежити, щоб під стрілою, ковшем, механізмом вирівнювання або близько від нього не знаходились люди. Якщо в заборонених зонах знаходяться люди, роботу навантажувача слід негайно припинити.

8. Під час роботи або транспортного пересування будь-кому

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

забороняється знаходитися на металоконструкціях – стрілі, ковші, колісних щитках та інших подібних елементах.

9. В кабіні машини може знаходитися стільки людей, скільки передбачено інструкцією. Порушувати це правило суворо забороняється.

10. При оглядах і підтягуванні кріплень і з'єднань вузлів, агрегатів або з'єднань трубопроводів гідросистеми привід насосів повинен бути відімкнений, а гідросистема в цілому повинна бути звільнена від тиску, наприклад, шляхом розвантаження і опускання на землю робочого органу та перемикання всіх золотників розподільника на злив з виконавчих циліндрів у бак.

11. Машиніст не повинен залишати без догляду навантажувач, якщо його двигун працює. Якщо він відходить від машини то необхідно вимкнути двигун.

12. З початком руху або роботи навантажувача вмикають муфти (механізми, що їх замінюють) або збільшують подачу палива плавно, особливо при великих навантаженнях. Недотримання цього правила призводить до перевантажень, підвищеної спрацьованості і навіть до поломок механізмів машини.

13. Машиніст не повинен вмикати будь-який механізм, якщо його неможливо негайно вимкнути, бо може виникнути аварійна ситуація для машини або її робочого устаткування.

14. При пересуванні вниз по уклонах передачі трансмісії машини залишають ввімкненими.

15. Машиніст повинен вести машину на швидкостях, достатніх для безпечного руху.

16. При пересуванні в темряві по шляхах в загальному потоці транспорту обов'язково вмикають освітлювальні прилади, як того вимагають правила руху.

17. При зупинці навантажувача вмикають гальма. При стоянках навантажувача на уклонах повинні бути ввімкнені стоянкові гальма.

18. Машиніст не повинен виходити з машини до її повної зупинки.

19. Для запобігання зсувам навантажувача під укіс його ставлять так, щоб

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

віддаль від коліс до бровки становила понад 1 м.

20. Машиніст повинен періодично стежити за справністю паливного бака і герметичністю паливо-проводів і негайно усувати виявлені нещільності і витікання палива.

21. Машиніст повинен тримати в постійній справності інструментальний ящик і вогнегасник на випадок аварійного стану.

Правила користування інструментами при ремонті навантажувача

1. Перед роботою перевіряють надійність посадки рукояток на інструмент – наявність клинів у рукоятці молотка або кувалди, металевих кілець на рукоятках викруток або напильників і т.п.

2. Інструменти повинні бути постійно справними: ударний інструмент не повинен мати збитих бойкових частин, в рукоятках не повинно бути тріщин, задирок і т.п.

3. Рукоятки стандартних ключів подовжувати трубами забороняється, щоб запобігти травмуванню робітника при поломці губок ключа, зриванні нарізі і т.п.

4. Закручувати болти і гайки з невідповідним розміром зів а або класти у зів ключа прокладки (відкрутки, інший ключ і т.п.) між гранню гайки (болта) забороняється.

5. Забороняється бити по рукоятках інструмента, не призначеного під ударне навантаження.

6. Механізований інструмент (гайковерт, дрель і т.п.) вмикають тільки після встановлення в робоче положення.

7. При оглядах і ремонтах електричного або пневматичного механізованого інструмента його слід вимикати з джерел енергії.

8. При роботі з будь-яким ручним або механізованим інструментом необхідно стежити за тим, щоб інструмент (викрутка, свердло, зубило) не був спрямований в бік руки, яка підтримує оброблювану деталь.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

9. Працюють з ручним і механізованим інструментом в рукавицях.

Правила для осіб, що знаходяться близько робочої зони навантажувача.

1. Людина, що опинилася в зоні руху навантажувача або близько від місця його роботи, повинна стежити за пересуванням навантажувача і не заважати його роботі та пересуванню.

2. Знаходячись в зоні роботи навантажувача, всі робітники і пішоходи повинні дотримуватись таких правил:

- не перебігати раптово шляху пересування навантажувача;
- уступати дорогу рухомим машинам;
- переходячи дорогу двостороннього руху машин, спочатку слід подивитися ліворуч в напрямку переходу, дійшовши до середини дороги – праворуч;
- без службової потреби не підходити до навантажувача, що працює або стоїть;
- при наближенні до навантажувача не мати відкритого вогню.

Розрахунок стійкості навантажувача

У зв'язку з тим, що при однакової місткості ($V_k=1\text{м}^3$) маса, розробленого для навантажувача ТО-30 багатоцільового робочого органу m_{po} (кг) змінилася в більшу сторону в порівнянні з масою ковша нормальної місткості m_k (див. табл. 4.2) необхідно перевірити навантажувач на повздовжню стійкість. За розрахункове положення приймаємо рух навантажувача під нахил з гальмуванням при повністю завантаженому ковші ($K_r = 1,0$) та розвантаженим вильотом L_p , схема для розрахунку повздовжньої стійкості навантажувача приведена на рис. А.1.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

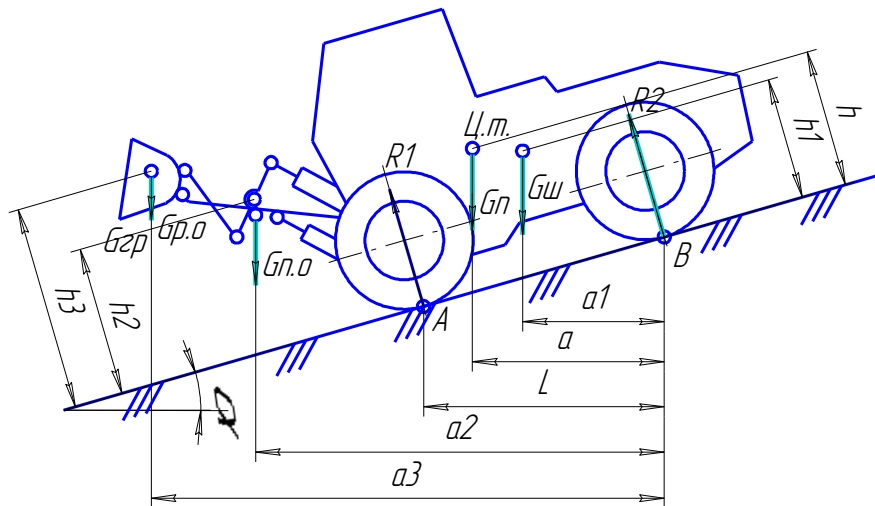


Рисунок А.1 – Схема до розрахунку повздожньої стійкості навантажувача ТО-30

На розрахунковій схемі позначені:

G_1 – вага багатоцільового робочого органу і матеріалу в ковші, Н;

G_2 – вага спецшасі з навантажувальним обладнанням, Н;

$P_{ин1}$ – сила інерції мас багатоцільового робочого органу і матеріалу в ковші, що поступально рухаються, Н;

$P_{ин2}$ – сила інерції мас спецшасі та навантажувального обладнання, що поступально рухаються, Н.

Вказані сили в (Н) визначаємо за наступними формулами:

$$G_1 = G_{po} + G_{гр} = 5170 + 19620 = 24790 \text{ Н};$$

$$G_2 = G_{ш.е} + G_{п.о} = 61999 + 7554 = 69555 \text{ Н};$$

$$P_{ин1} = \frac{G_1}{g} a; \quad (A.1)$$

$$P_{ин2} = \frac{G_2}{g} a, \quad (A.2)$$

де a – гальмування - прискорення сповільнення, $a_{гальм} = 2,0 \text{ м/с}^2$ [7, с 120].

$$P_{in1} = \frac{24790}{9,81} 2,0 = 5054 \text{ Н};$$

$$P_{in2} = \frac{69555}{9,81} 2,0 = 14180 \text{ Н}.$$

Координати a_4 , h_4 (м) мас (тяжесті) маси з навантажувальним обладнанням визначаємо за формулами:

$$a_4 = \frac{G_{ше} a_1 + G_{но} a_2}{G_{ше} + G_{но}} \quad (A,3)$$

$$a_4 = \frac{61999 \times 1,008 + 7554 \times 2,9}{61999 + 7554} = 1,213 \text{ м.};$$

$$h_4 = \frac{G_{ше} h_1 + G_{но} h_2}{G_{ше} + G_{но}} \quad (A,4)$$

$$h_4 = \frac{61999 \times 0,79 + 7554 \times 2,7}{61999 + 7554} = 0,997 \text{ м.},$$

де $G_{ше}$, $G_{но}$, a_4 , h_4 - вагові характеристики та лінійні розміри взяті з табл. 4.2

При розрахунку максимального кута нахилу γ (град) навантажувача до горизонту необхідно також враховувати кут додаткового нахилу навантажувача внаслідок деформації шин переднього моста - $\gamma_{упр}$, звичайно $\gamma_{упр} = 1,5^0$ (15, с 419).

Допустимий кут нахилу робочих площадок навантажувачів не повинен перевищувати $\gamma = 5^0$, тоді

$$\gamma = \gamma_{упр} + \gamma_o = 1,5 + 5,0 = 6,5^0$$

Коефіцієнт тривалості стійкості для даного розрахункового положення визначаємо по формулі:

$$K_{уст} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}}, \quad (A.5)$$

де $M_{уд}$ – момент утримуючих сил (відносно ребра перекидання точки А, див. рис А.1).

$M_{опр}$ – момент перекидаючих сил відносно точки А.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Величину $M_{уд}$ та $M_{опр}$ (Н м) визначаємо по формулам

$$M_{уд} = G_2 \cos \gamma (L - aL) = 69555 * \cos 6,5^\circ * (2,450 - 1,213) = 85490 \text{ Н м.};$$

$$M_{опр} = (P_{ин1} + G_1 \sin \gamma) h_3 + G_1 \cos \gamma (a_3 - L) + (P_{ин2} + G_2 \sin \gamma) h_4 \text{ Н м.}; \quad (A.6)$$

$$M_{опр} = (5054 + 24790 \sin 6,5) * 3,67 + 24790 \cos 6,5 (3,72 + 2,490) + \\ + (14180 + 69555 \sin 6,5) 0,997 = 71449 \text{ Н м.};$$

Тоді у відповідності з (A.5)

$$K_{уст} = \frac{85490}{71449} = 1,18$$

Умова неперевертання навантажувача виконується, так як фактичний коефіцієнт стійкості для найбільш важкого розрахункового випадку більше $K_{уст}$ допустимого, рівного $[K_{уст}] = 1,15$ [7, стор. 120].

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток В

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

**« Проект адаптивного робочого обладнання одноківшевого
фронтального навантажувача»**

(12 слайдів, у тому числі 6 креслень формату А1)

Допустити до захисту

Завідувач кафедри БДМБ, к.т.н., професор

Владислав НАСТОЯЩИЙ

" ____ " _____ 2024 р.

Виконав: здобувач освіти групи ГМ(ДМ) 21СК-3
спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

Владислав ТРОЦЬКИЙ

" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
кандидат технічних наук, доцент

Сергій КАРПУШИН

" ____ " _____ 2024 р.

					КРБ 2113306 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		