

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 зчіпного пристрою для роботи самохідних
скреперів в режимі скреперного потягу"**

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

Олександр Сторчак
" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
кандидат технічних наук, доцент

Сергій КАРПУШИН
" ____ " _____ 2024 р.

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект зчіпного пристрою для роботи самохідних скреперів в режимі скреперного потягу

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

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

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

- ### 3. Вихідні данні до проекту (роботи)

1. Технічні характеристики найбільш розповсюдженого в Україні самохідного скрепера;
2. Фізико-механічні властивості ґрунтових умов 1-III категорій.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _
Вступ; Патентний огляд; Опис прийнятої конструкції зчепно-штовхаючого пристрою;
Технологія і організація виконання скреперних робіт; 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:
 Рама тягова – 1х(А1); Зчепно-штовхальний пристрій – 1х(А1); Технологія виконання
 скреперних робіт – 1х(А1); Технологічні схеми – 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 д завдання 01 квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання Етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд нормативної бази стосовно проектування скреперів	01.04.24-02.04.24	
2	Патентний огляд	03.04.-12.04.24	
3	Опис прийнятої конструкції зчпного пристрою	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)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Розроблений проєкт зчепно-штовхаючого пристрою для скреперів, призначений для можливості максимального заповнення ковшів даних двох машин, що працюють в режимі скреперного потягу, завдяки даному пристрою. У найбільш відповідальний момент набору ґрунту, коли тягового зусилля тягача не достатньо для того щоб забезпечити копання товстою стружкою, яка мала б достатню силу проникнення в ківш, включається в роботу другий тягач. Другий тягач допомагає першому, виконуючи підштовхування першого та сприяє найбільш повному заповненню ковша першого скрепера. Потім розпочинає процес заповнення ковша другий скрепер, а перший виконує роль додаткового тяглика за умови великої зчіпної вали завантаженої машини. Варто зазначити, що пробуксовування колісного рушія в цих умовах виключені. За умови злагодженої дії двох операторів скреперів можна досягти суттєвого підвищення продуктивності двох машин та навіть деякого покращення щодо усунення процесу пробуксовування машин, зниження зносу шин, зменшення динамічних зусиль на металоконструкції машин, а відповідно і підвищення надійності скреперних агрегатів. Однією з головних вимог є вдала конструкція зчіпного пристрою, напівавтоматична, або автоматична система керування даним пристроєм, його простота і якомога нижча вартість.

SUMMARY

The developed project of the clutch-push device for scrapers is intended for the possibility of maximum filling of the data buckets of two machines operating in the scraper train mode, thanks to this device. At the most critical moment of soil collection, when the traction force of the tractor is not enough to ensure digging with thick shavings that would have sufficient power to penetrate the bucket, the second tractor is included in the work. The second tractor helps the first by pushing the first and contributes to the most complete filling of the bucket of the first scraper. Then the second scraper starts the process of filling the bucket, and the first scraper acts as an additional drawbar under the condition of a large coupling shaft of the loaded machine. It is worth noting that under these conditions, skidding of the wheel drive is excluded. Under the condition of the coordinated action of two scraper operators, it is possible to achieve a significant increase in the productivity of two machines and even some improvement in terms of eliminating the process of skidding of machines, reducing tire wear, reducing dynamic forces on the metal structure of the machines, and, accordingly, increasing the reliability of scraper units. One of the main requirements is a successful design of the coupling device, a semi-automatic or automatic control system for this device, its simplicity and the lowest possible cost.

З М І С Т

Вступ.....	2
Розділ 1 Патентний огляд існуючих науково-технічних рішень по підвищенню ефективності роботи скреперів в режимі потягу	4
Розділ 2 Обґрунтування прийнятої конструкції зчепно-штовхаючого пристрою для агрегування самохідних скреперів в скреперний потяг	20
Розділ 3 Розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції зчепно-штовхаючого пристрою для агрегування самохідних скреперів в скреперний потяг	27
Розділ 4 Охорона праці.....	51
ВИСНОВКИ.....	68
CONCLUSIONS	69
Список використаних джерел	70
ДОДАТКИ.....	73
Додаток А Розрахунок запобіжного клапана	
Додаток Б Специфікації на складальні креслення	
Додаток В Мультимедійна презентація з ілюстраційними та графічними матеріалами	

					КРБ 2113303 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Сторчак О.С.				Проект зчпного пристрою для роботи самохідних скреперів в режимі скреперного потягу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів	Карпушин С.О.						1	73
Реценз.						ЦНТУ зр. ГМ(ДМ)21СК-3		
Н. Контр.	Яцун В.В							
Затвердив	Настоящий В.А							

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в будівництві здійснюється на основі впровадження в виробництво принципово нової техніки і матеріалів, прогресивної технології, випуску машин і агрегатів великої одиничної потужності і продуктивності, а також малих машин для механізації робіт, що виконуються вручну.

Масштаби будівництва і необхідність впровадження передової технології виробництва земляних робіт вимагають конкретного рішення задач по обладнанню будівництв сучасними високопродуктивними машинами і механізмами, тому в розвитку народного господарства механізації земляних робіт приділяється велика увага.

Однак підвищення продуктивності праці в будівництві не може бути забезпечена тільки за рахунок збільшення кількості землерийних машин, необхідні якісні зміни в парку машин і обладнання, принципове покращення засобів механізації будівництва, прискорення заміни застарілої землерийно-транспортної техніки, збільшення одиничної потужності машин, створення і впровадження нових знарядь праці. Передбачається вдосконалення конструкцій робочих органів так званого традиційного типу при мінімальній їх переробці, розробка нових машин і комплексів, що забезпечують реалізацію безвідходної технології виробництва робіт, економію енергетичних, матеріальних, трудових і екологічних затрат при виконанні земляних робіт на всіх етапах промислового, цивільного, дорожнього, мостового і аеродромного будівництва, що визначає комплекс питань, рішення яких базується на науковому і виробничому потенціалі машинобудування.

Даний проєкт присвячений розробці зчепно-штовхаючого пристрою для роботи скреперів в режимі тягни-штовхай з метою досягнення більшої продуктивності.

З метою досягнення поставленої задачі необхідно вирішити ряд задач:

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
						2
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- 1) проаналізувати стан питання щодо існуючих технічних рішень зчепно-штовхаючих пристроїв до скреперних агрегатів в літературних та патентних джерелах інформації;
- 2) на основі аналізу відомих технічних рішень зчепно-штовхаючих пристроїв запропонувати власну конструкцію, що володіла би кращими техніко-економічними показниками або мала б позитивний ефект;
- 3) виконати необхідні конструкторські розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованого технічного рішення;
- 4) розробити технологічні схеми процесів набору ковша, руху від місця набору ґрунту до місця вивантаження, процесу відсипання ґрунту, процесу зворотнього ходу;
- 5) розробити заходи з техніки безпеки та охорони праці при роботі скреперного потягу в режимі тягни-штовхай.

Структура роботи. Робота містить 73 сторінки, у тому числі 28 рисунків, 4 таблиці, список з 22 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, 4 розділів, висновків за результатами проектування і трьох додатків на 21 сторінці.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 1

Патентний огляд існуючих науково-технічних рішень по підвищенню ефективності роботи скреперів в режимі потягу.

В дійсний час при виконанні земляних робіт скрепери знаходять широке застосування завдяки їх універсальності, що дає можливість при допомозі одної машини виконувати ряд процесів нульового циклу в будівництві. Найбільш ефективними є самохідні скрепери, що володіють високими транспортними швидкостями, що особливо важливо при виконанні великих об'ємів земляних робіт з транспортуванням ґрунту на відстань до 5км. Однак процес наповнення ковша самохідного скрепера ґрунтом затруднений по причині великого опору ґрунтового пласта в порожнині ковша, а також недостатньої зчіпної ваги тягача. Збільшення наповнення ковша для скреперів з тяговим завантаженням досягається застосуванням тракторів-штовхачів на гусеничному ході. Спосіб розробки ґрунту скреперами з застосуванням тракторів-штовхачів має ряд істотних недоліків: відсутня синхронність руху внаслідок різних характеристик двигунів і ходових пристроїв пневмоколісних тягачів скреперів і гусеничного штовхача; підштовхування не реалізує можливе тягове зусилля, необхідна спеціальна додаткова машина.

Одним з можливих резервів підвищення ефективності робочих процесів скреперів і їх продуктивності є застосування скреперних потягів. При цьому два або більше скреперів зчленовуються між собою і працюють сумісно, здійснюючи процес копання ґрунту і сумісними зусиллями забезпечуючи поперемінне заповнення ковшів ґрунтом в умовах виключення з роботи додаткового штовхача. Потім здійснюється роздільне транспортування ґрунту на необхідну відстань. Робота скреперних потягів при копанні ґрунту може організовуватися за різними технологічними схемами. Головна увага при організації роботи скреперів в режимі потягу приділяється зчепно-штовхаючому пристрою, що забезпечує передачу штовхаючих і тягових зусиль скреперів один

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

одному, а також можливість швидкої розцепки скреперів, бажано в автоматичному режимі, в момент здійснення процесу транспортування ґрунту. При конструюванні зчепно-штовхаючих пристроїв необхідно враховувати, що завантажуваний скрепер повинен мати повну свободу при копанні, т.б. процес копання повинен відбуватися незалежно від додаткового поточного або штовхаючого зусиль.

Аналіз патентно-технічних рішень показує, що в дійсний час на рівні винаходів розроблені різноманітні варіанти зчепно-штовхаючих пристроїв для роботи скреперів в режимі потягу.

Зчепно-штовхаючий пристрій скреперного потягу (рис.1.1) включає штовхаючу плиту 1, що встановлена на задньому скрепері 2, буферну плиту 3, що встановлена на передньому скрепері 4 з заднім ведомим мостом 5. На передньому скрепері 4 встановлені амортизатори 6. В нижній частині буферної плити 3 V – подібно встановлені ролики 7 для взаємодії з похилою опорно-підйомною плитою 8, що включає кругові сектори 9 з отворами 10. Фіксування кутового положення опорно-підйомної плити здійснюється пальцями 11, вставленими в отвори 10 кругових секторів і отвори 12 підсилюючого елемента 13, що встановлений на рамі 14 тягача заднього скрепера 2. У верхній частині буферної плити 3 шарнірно встановлений зчіпний крюк 15, пружно зв'язаний з допомогою пружини 16. Тильна поверхня крюка виконана випуклою вниз. Крюк також включає упорний виступ 17. На штовхаючій плиті встановлена зчіпна перекладина 18, на якій шарнірно встановлено коромисло 19, що включає розчіплюючу перекладину 20. Коромисло 19 з'єднано нижнім плечем 21 з гідроциліндром 22. Другим кінцем гідроциліндр 22 кріпиться на підсилюючому елементі 13 рами 14 тягача заднього скрепера 2.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ЗМ.					
Лист					
№ докум					
Підпис					
Дата					
КРБ 2113303 ПЗ					
Аркул	6				

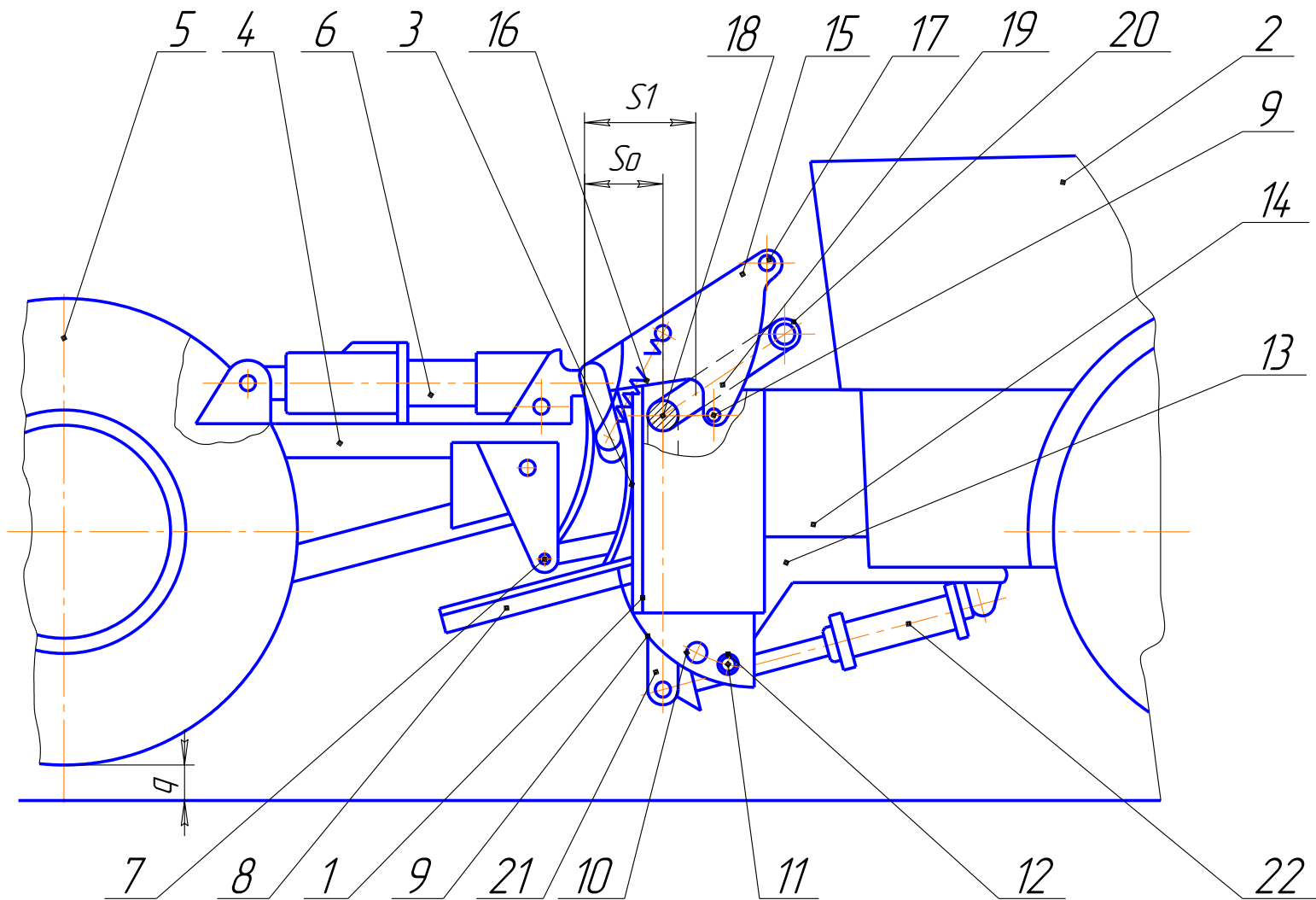


Рисунок 1.1 – Зчепно-штовхаючий пристрій скреперного потягу.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш

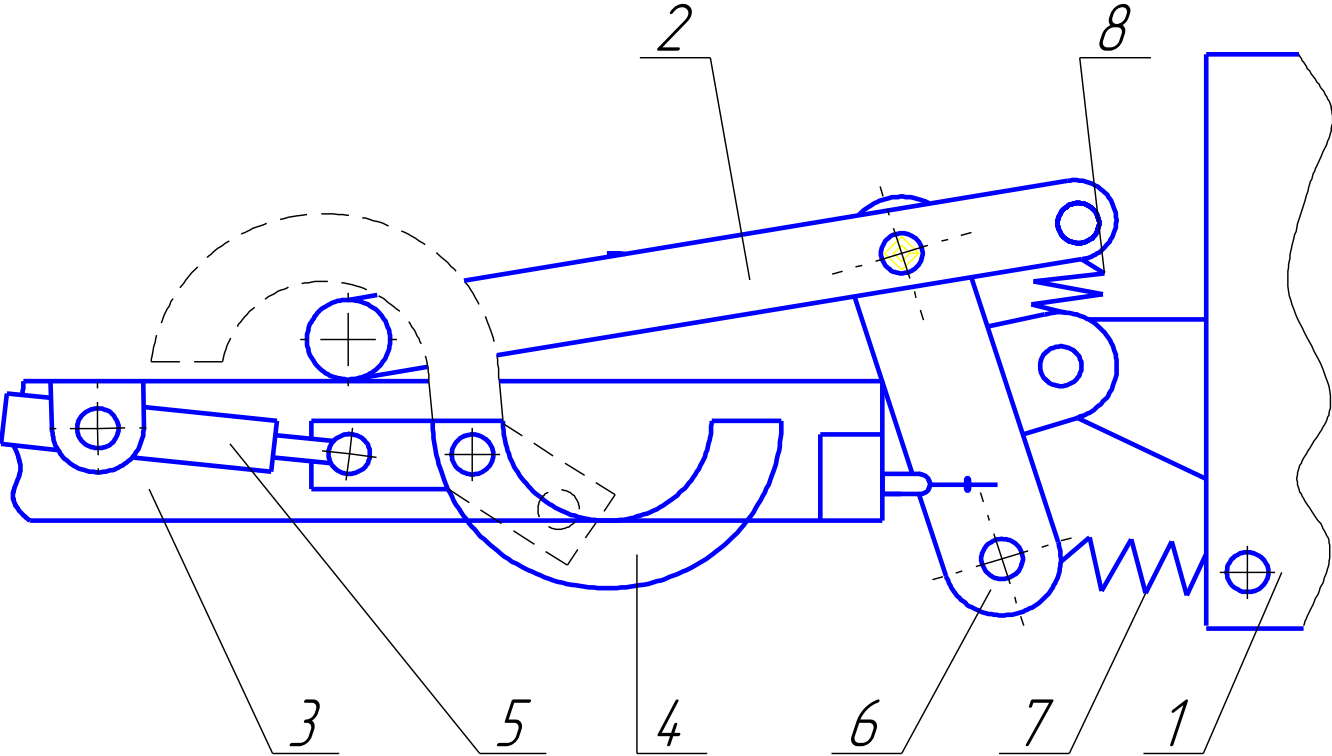


Рисунок 1.2 – Зчіпний пристрій скреперного потягу.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ	Архш

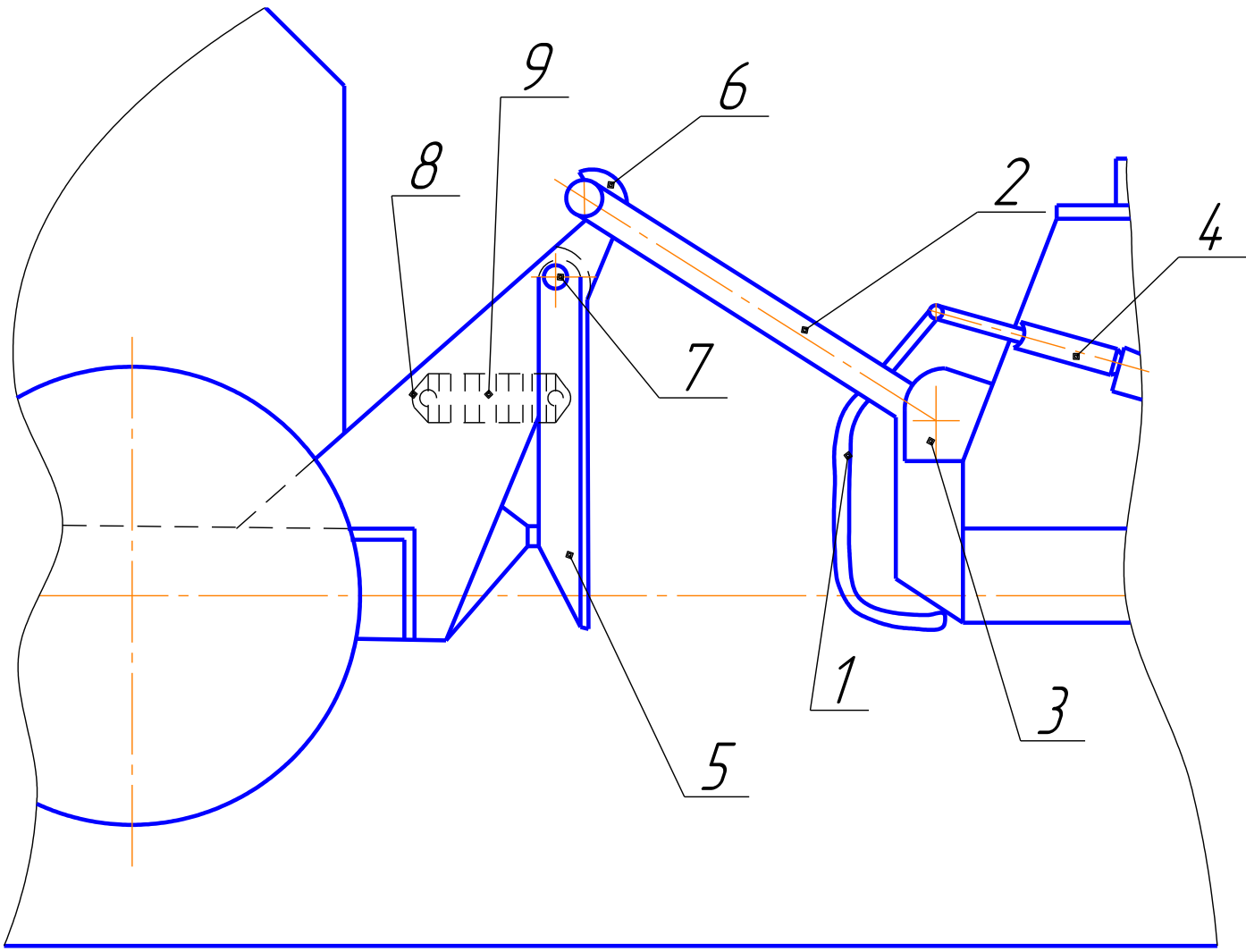


Рисунок 1.3 – Тягово-штовхаюча зчіпка для тягачів скреперів.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ	Архив

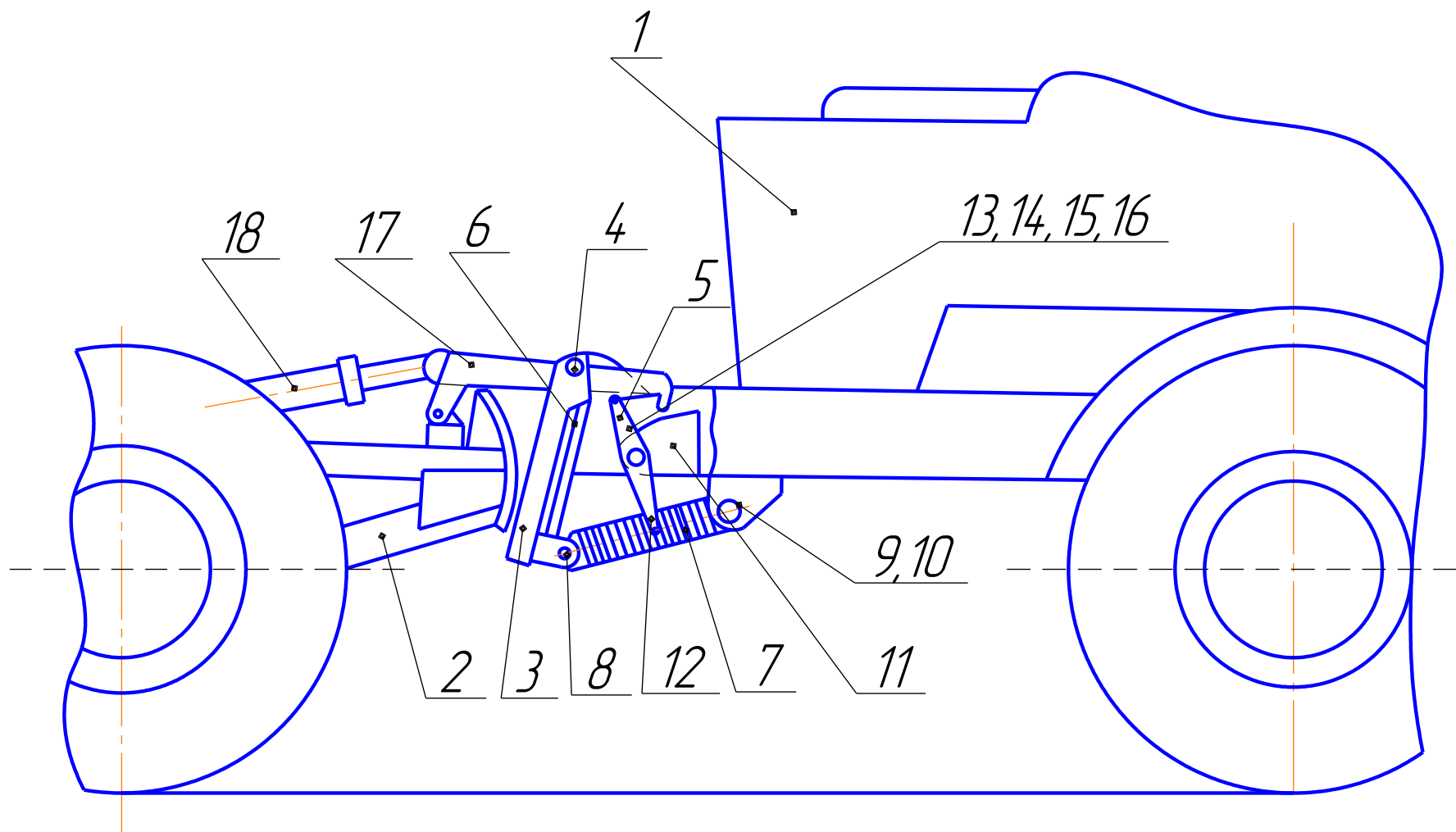


Рисунок 1.5 – Зчіпний пристрій скреперного потягу.

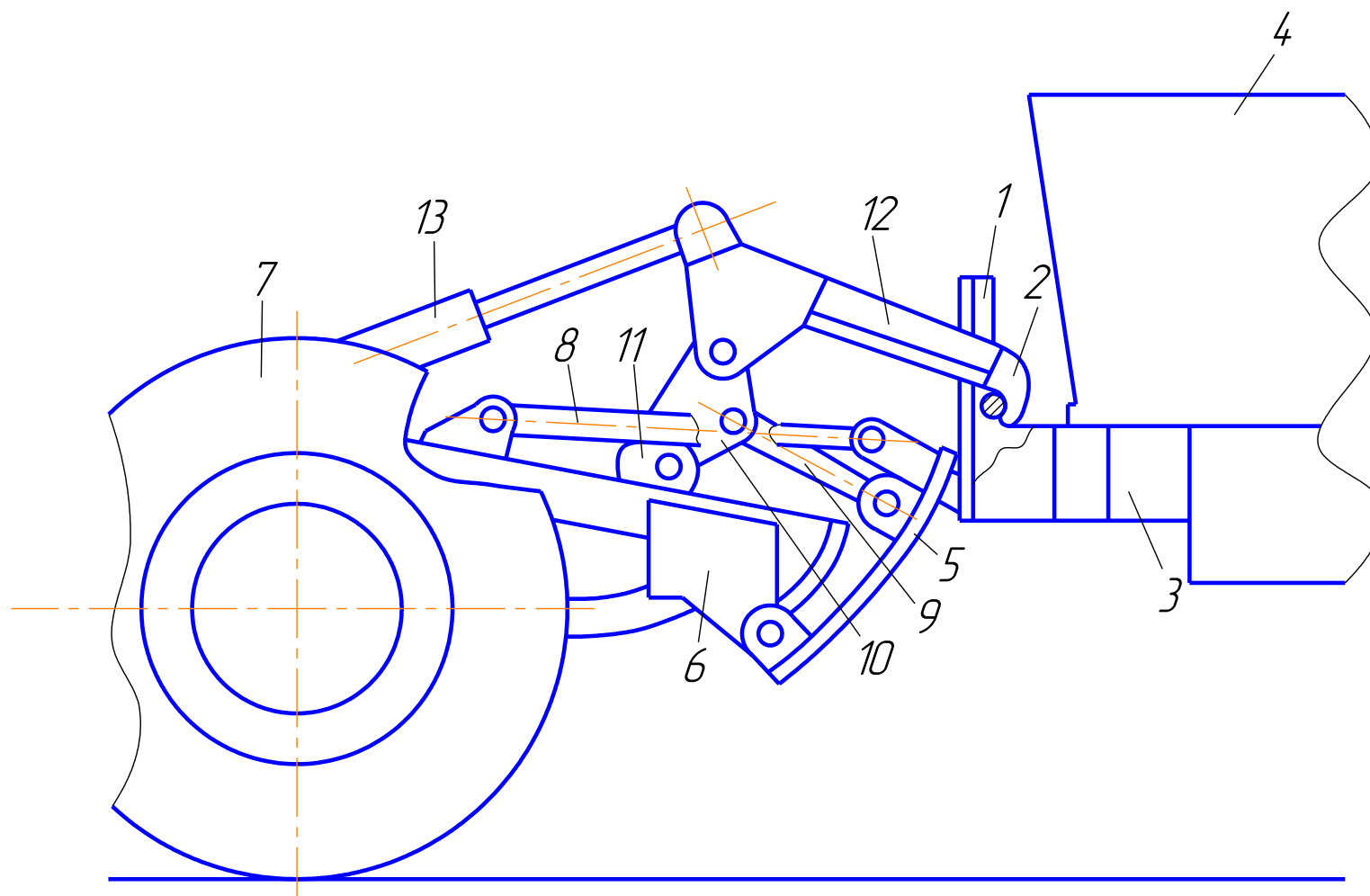


Рисунок 1.6 – Зчіпний пристрій скреперного потягу.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш

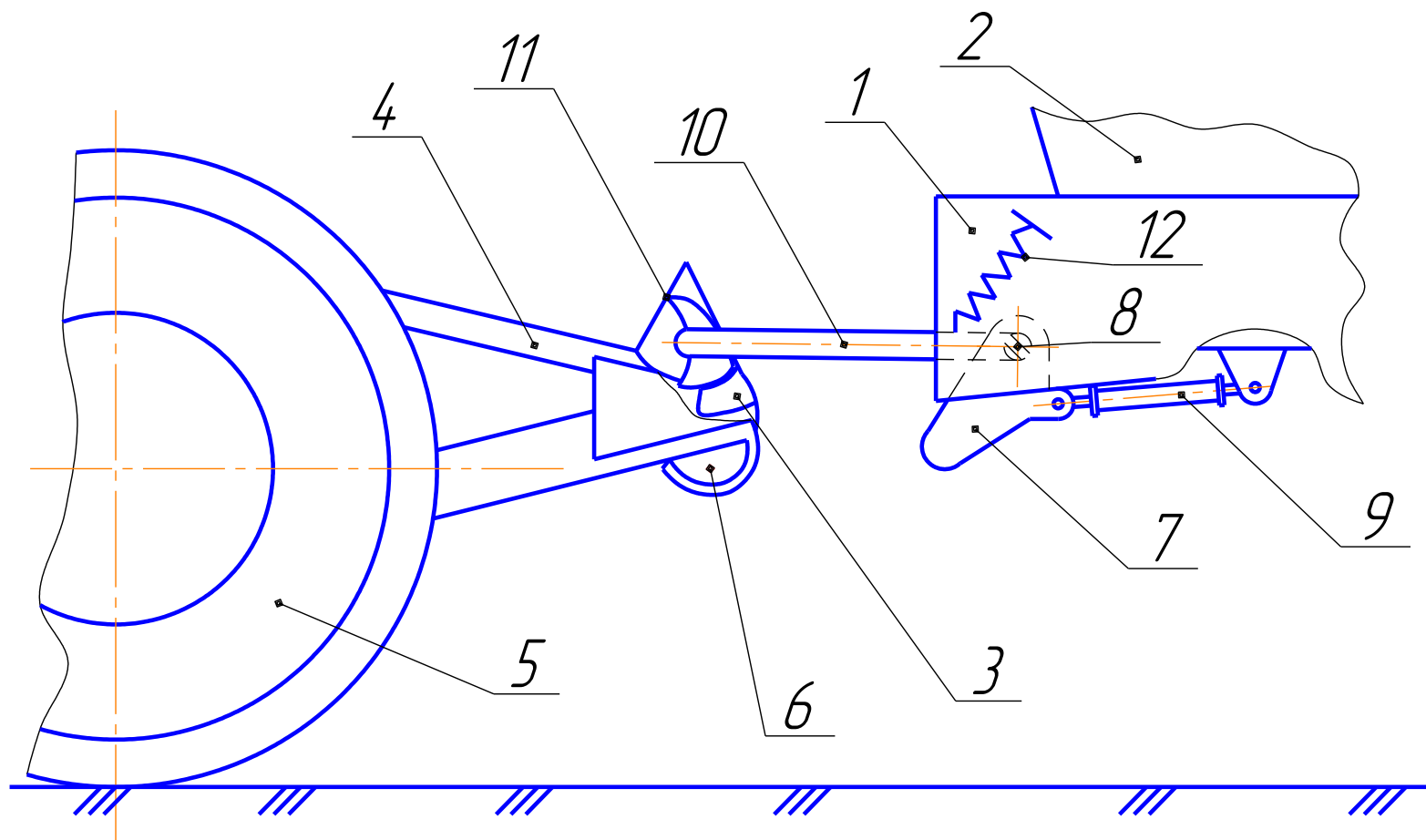


Рисунок 1.8 – Зчіпний пристрій скреперного потягу.

Зчепно-штовхаючий пристрій працює наступним чином. На ділянці набору ґрунту скрепери вистроюються один за одним, при цьому передній скрепер 4 стоїть на місці, а задній 2 рухається вперед, дотикаючись похилою опорно-підйомною плитою роликів 7, буферної плити 3 переднього скрепера 4. При подальшому русі ролики 7 перекочуються по відповідним поверхням похилої опорно-підйомної плити 8. Неточність установки скреперів відносно одне одного компенсується за рахунок V – подібної установки роликів на буферній плиті. При цьому задній міст 5 переднього скрепера 4 піднімається. Далі зчіпний кріюк 15 починає контактувати тильною поверхнею зі зчіпною перекладиною 18, причому тиск зі сторони останньої намагається повернути кріюк вниз, чому перешкоджає пружина 16.

Потім відбувається взаємодія буферної плити 3 зі штовхаючою плитою 1 і після цього здійснюється процес заповнення ґрунтом ковша переднього скрепера 4. Задній скрепер 2 при цьому працює в режимі штовхача. В процесі розробки ґрунту задній міст 5 переднього скрепера 4 знаходиться у вивішеному стані, що сприяє покращенню тягово-зчіпних характеристик скреперів. Після заповнення ковша переднього скрепера 4 в роботу вводиться ножова система заднього скрепера 2. При цьому кріюк 15, взаємодіючи зі зчіпною перекладиною 18, передає додаткове тягове зусилля від переднього скрепера 4, задній міст 5 котрого знаходиться у вивішеному стані, що забезпечує збільшення його сили тяги. По закінченню набору ґрунту заднім скрепером вмикається гідроциліндр 22, котрий розчіпляє агрегатовані скрепери. При цьому кріюк 15, що лежить упорним виступом на перекладині 20, що розчіпляє, двоплечого важеля 19, з поворотом останнього починає повертатися і потрапляє на зчіпну перекладину 18. Ролики 7 перекочуються вниз по похилій опорно-підйомній плиті 8, т.б. передній скрепер 4 своєю задньою частиною опускається вниз, тягнучи за собою і кріюк 15, котрий зісковзує зі зчіпної перекладини 18.

Цей зчепно-штовхаючий пристрій може бути використаний для

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

агрегатування в скреперний потяг двох самохідних скреперів, що дуже важливо для самохідних одномоторних скреперів. Однак, складність виготовлення даної конструкції може визвати визначені труднощі її практичної реалізації, особливо в умовах управління механізацією.

Зчепно-штовхаючий пристрій (рис.1.2) складається з встановлених на передньому буфері 1 заднього скрепера шарнірної скоби 2, а на задньому буфері 3 переднього скрепера шарнірно змонтованого крюка 4, з'єднаного з гідроциліндром 5 поворота. Скоба 2 шарнірно змонтована на проміжному двоплечому важелі 6, котрий шарнірно з'єднаний з переднім буфером 1. Між важелем 6 і буфером 1 встановлена пружина 7 і скоба 2 підпружинена відносно двоплечого важеля 6 пружиною 8.

Керуючи гідроциліндром 5, здійснюється поворот крюка 4 і захват ним скоби 2, якщо необхідно здійснювати сумісну роботу двох скреперів в режимі потягу. Для роз'єднання скреперів в умову транспортування ґрунту до місця місця вкладання, крюк 4 повертається у вихідне положення, звільнюючи при цьому скобу 2.

Відома конструкція тягово-штовхаючої зчепки для тягачів скреперів, що включає два незалежних вузла, встановлених на передній і задній рамах скрепера 4. Вузол, котрий розташований на передній рамі скрепера, включає упор 1, жорстко закріплений на рамі, поворотну скобу 2, кронштейн 3 для кріплення скоби 2 і механізм 4 керування поворотною скобою 2. Вузол, змонтований на задній рамі скрепера, включає штовхаючу плиту 5 з крюком 6, з'єднану при допомозі шарніра 7 з кронштейном 8 і амортизатором 9 (рис.1.3). Розташування крюка 6 і амортизатора 9 на штовхаючій плиті 5 по різні сторони від шарніра дозволяє працювати амортизаційному пристрою тільки на стискання як при штовханні, так і при тязі і виключити ударні навантаження на раму машини.

Недоліком цієї конструкції тягово-штовхаючої зчепки є її низька надійність, що заключається у можливості розстиковки зчепки як в режимі

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

штовхання, так і в режимі тяги – за рахунок розворотів крюк в сторону розкриття його зіва, при штовханні – із-за обмеженості сумісного вертикального зміщення агрегатів висотою штовхаючої плити.

Тягово-штовхаючий пристрій скреперного потягу (рис 1.4) складається також з двох блоків: переднього і заднього. Передній блок включає в себе крюк 1 з жорстко встановленою вертикальною стінкою 2, що є продовженням бампера 3, А-подібний зв'язок 4 і захисний козирьок 5. Конструкція цього блока виконана у виді земного модуля. Задній блок включає штовхаючу плиту 6, змонтовану на шарнірах 7 і амортизатор 8, встановлений на кронштейнах 9 і поворотну з приводом від гідроциліндра 10 скобу 11, що змонтована на кінцях качаючихся на шарнірах 12 двуплечих важелів 13, другі кінці котрих мають пази 14, що знаходяться у взаємодії з повідками 15 штовхаючої плити 6, і з'єднані гвинтовими монтажними стяжками 16, що мають пази 17 з кронштейнами 9. В задньому блоці встановлено три амортизатора 8, кожний з яких може бути незалежно змонтований і деформований, що дозволяє регулювати жорсткість пружного вузла зчепки. Для роботи в режимі тяги скоба 11 гідроциліндром 10 накидається на крюк 1. При цьому козирьок 5 захищає вузли скрепера від пошкодження. Скоба 11 в цьому режимі знаходиться в плаваючому положенні, що в сумі з її можливістю повороту відносно крюка 1 компенсує продольні вертикальні і кутові зміщення скреперів одного відносно іншого.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

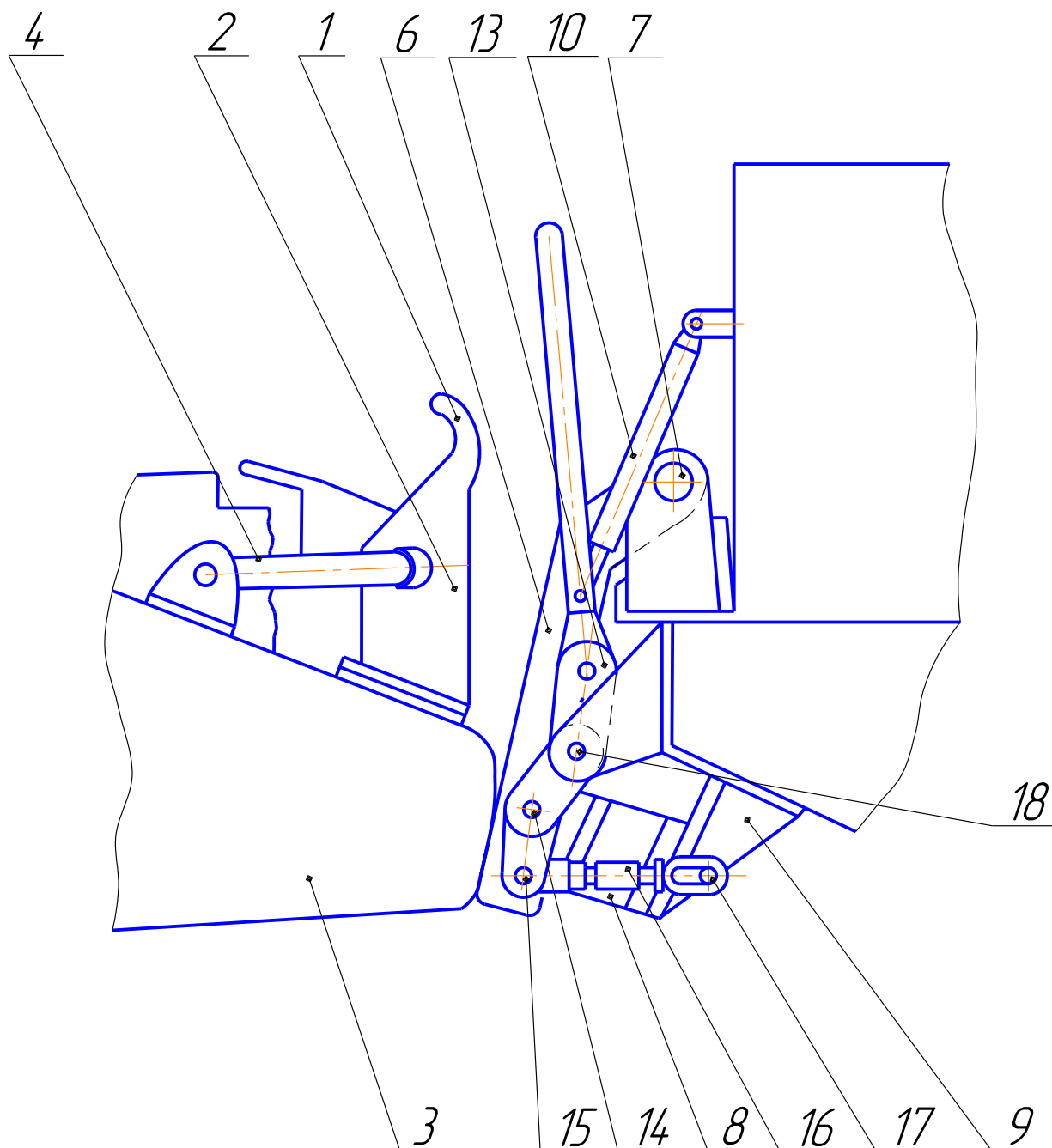


Рисунок 1.4 – Тягово-штовхаючий пристрій скреперного потягу.

Зчіпний пристрій скрепера (рис.1.5) включає штовхаючу плиту 1 заднього скрепера 2, буферний брус 3 переднього скрепера 4 з заднім веденим мостом 5. Нижче буфера 3 встановлені ролики 6, що взаємодіють з похилою площиною опорно-підйомної плити, виконаної в формі клина 7, поворотного навколо осі 8 посередництвом гідроциліндрів 9, встановлених на задньому скрепері 2. Зчіпний пристрій має поворотний навколо осі 8 зчіпний хомут 10, що

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

зачіпляється з нерухомо закріпленим на передньому скрепері 4 зчіпним крюком 11. Зчіпний хомут 10 притискається до зчіпного крюка 11 і буферного бруса 3 пружиною 12.

При копанні в режимі штовхання задній скрепер 2 з опущеним до фіксованого положення клином 7 зближується з переднім скрепером і впирається похилою площиною клина 7 в ролики 6, встановлені під буфером 3. Виникаючі при цьому динамічні навантаження сприймаються гідроциліндром 9. При подальшому приближенні виникає вивішування переднього скрепера 4 і збільшення зчіпної ваги заднього скрепера. Ступінь збільшення зчіпної ваги автоматично підтримується настроюванням клапана гідросистеми. Розчеплення скреперів 2 і 4 здійснюється автоматично при підйомі клина 7 посередництвом гідроциліндрів 9. Клин 7 при цьому завлікає за собою і зчіпний хомут 10, долаючи зусилля пружини 12.

Зчіпний пристрій скреперного потягу (рис1.6) змонтованого на тягачі 1 і задній рамі 2 скрепера 4 складається з шарнірно-підвішеної штовхаючої плити 3 відносно пальців 4 і опорної плити 5 з'єднаної з пальцями 4 і зігнутим брусом 6, блоків 7 амортизаторів, посередництвом пальців 8 і 9 з'єднаних з плитами 3 і 5 і з рамою тягача 1 посередництвом пальця 10, а також шарнірно-встановлених на кронштейні 11 двоплечого важеля 12, з'єданого тягою 13 і пальцями 14 і 15 з плитою 5, а упором 16 – з зчіпним крюком 17. Привід зчіпного пристрою здійснюється від гідроциліндра 18, встановленого на рамі 2 скрепера 3. Задній скрепер, зближуючись з переднім, впирається в нього штовхаючою плитою 3. При цьому повздовжні динамічні навантаження сприймаються блоками 7 амортизатора. Гідроциліндром 18 опускається зчіпний крюк 17 котрий потрапляючи у V – подібний виріз штовхаючої плити 3, забезпечує центрування скреперів.

В режимі буксування зчіпний крюк 17 повертає двоплечий важіль 12 і через тягу 13 і плиту 5 стискає блоки 7 амортизаторів забезпечуючи понижену жорсткість амортизаторів.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Робота двох скреперів в режимі потяга може бути забезпечена за рахунок використання тягово-зчіпного пристрою, представленого на рис.1.7.

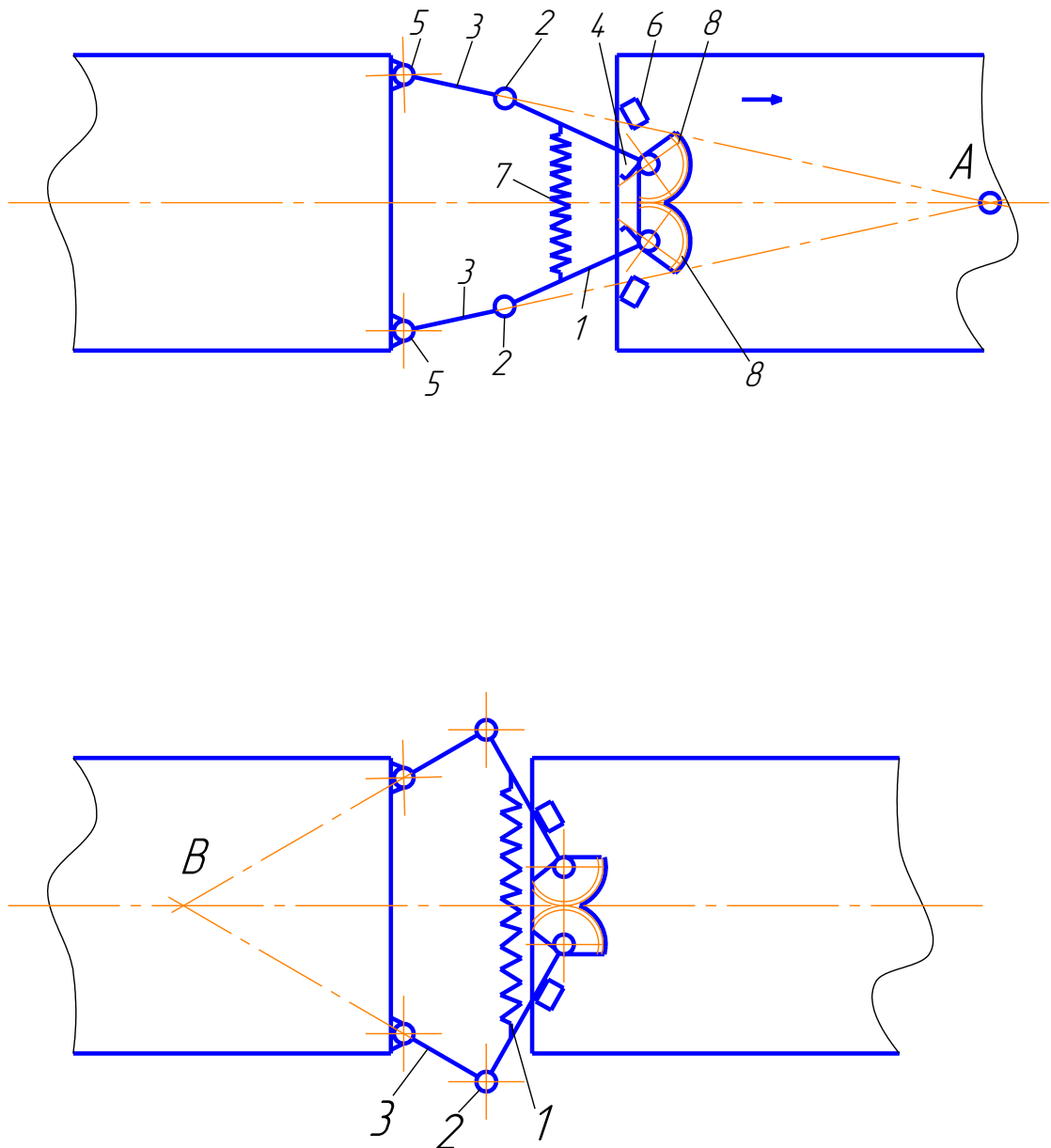


Рисунок 1.7 – Тягово-зчіпний пристрій скреперів.

При русі скреперного потягу тягове зусилля від тягача до через ланки 1 тяг і шарніри 2 передається ланкам 3 тяг, котрі в свою чергу передають його зусилля задньому скреперу. При цьому ланки 1 тяг дотикаються упорів 4 тягача. В цьому випадку тягово-зчіпний пристрій забезпечує положення точки

прикладання рівнодіючої сили на задній скрепер зі сторони тягача в точці А, що кінематично еквівалентно положенню точки зчепки в точці А на перетині ліній продовжень тяг 1.

При різкому гальмуванні, а для скреперів то може бути режим штовхання, ланки 1 тяг повертаються відносно шарнірів 5 до зовнішніх упорів 6. При цьому пружина 7 розтягується, а вільні кінці ланок 1 тяг розсуваються і в свою чергу, через шарніри 2 розсувають кінці ланок 2 тяг. Таке переміщення забезпечується завдяки наявності зубчатих секторів 8.

Зчіпний пристрій скреперного потягу (рис.1.8) включає штовхаючу плиту 1 і упор 2, встановлені на подовженій рамі 3 заднього скрепера 4, і буфер 5, шарнірно закріплений на рамі 6 переднього скрепера 7 і, що має амортизатори 8 двохсторонньої дії. При цьому буфер 5 посередництвом тяг 9 шарнірно з'єднаний з коромислом 10, котре шарнірно з'єднане з рамою 6 переднього скрепера 7 проушинами 11 і шарнірно з'єднано зі зчіпним крюком 12, керованим гідроциліндром 13 і взаємодіюче з штовхаючою плитою 1 і упором 2 заднього скрепера 4.

Перед стиковкою зчіпний крюк 12 повинен знаходитися у верхньому положенні. При упорі штовхаючої плити 1 заднього скрепера 4 в буфер 5 переднього скрепера 7 динамічні навантаження поглинаються амортизаторами 8 двохсторонньої дії, а зчіпний крюк 12 опускають гідроциліндром 13 до дотику з рамою 3 і упором 2 заднього скрепера 4. При зміні штовхаючого зусилля заднього скрепера 4, а значить і хода амортизаторів 8 робоча порожнина зчіпного крюка 12 буде завжди знаходитися поблизу свого першопочаткового положення відносно буфера 5, т. як і при стисненні і при розтягу амортизаторів 8 робоча крайка зчіпного крюка 12 переміщується в тому ж напрямку, що і буфер 5 переднього скрепера 7. Приєднання тяги 9 до коромисла 10 вище кріплення коромисла 10 до рами 6 дозволяє при використанні в якості амортизуючих елементів буфера амортизаторів 8 забезпечити при деформації цих амортизаторів 8 незначне переміщення робочої крайки крюка 12 відносно

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

буфера і тим самим максимально зменшити вагу переднього скрепера 4.

На підставі аналізу патентно-технічних рішень можна зробити висновок, що найбільш простим, з точки зору практичної реалізації, способом інтенсифікації процесу розробки ґрунту скреперами може бути застосування зчепно-штовхаючого пристрою для агрегування самохідних скреперів в потяг. Використовуючи принцип “тягни-штовхай” і працюючи попарно, обладнані зчепно-штовхаючими пристроями скрепера служать по чергово штовхачем або додатковим тягачем для розроблюючого ґрунту скрепера. В цьому випадку скрепери працюють в режимі потягу в умовах виключення з робочого процесу додаткового трактора штовхача.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 2

Обґрунтування прийнятої конструкції зчепно-штовхаючого пристрою для агрегування самохідних скреперів в скреперний потяг

В розробленій конструкції зчепно-штовхаючого пристрою, враховувалися особливості конструкції самохідного скрепера ДЗ-87-1А і можливість роботи скреперів за різноманітними схемами: “тільки тягни”, “тільки штовхай”, “тягни-штовхай”. При цьому особлива увага приділялася надійності в роботі конструкції, легкості в керуванні і можливості здійснення автоматичної зчепки і розчепки скреперів в процесі експлуатації їх в режимі потягу.

При проектуванні і виготовленні зчепно-штовхаючого пристрою стосовно до самохідних скреперів ДЗ-87-1А, що працюють в режимі потягу, для забезпечення ефективної і надійної їх роботи необхідно керуватися отриманими на основі результатів експериментально-теоретичних досліджень наступними рекомендаціями.

Для забезпечення автоматичного зчіплювання скреперів кут β (рис.2.1), що визначає положення поперечної пластини або нахил зчіпного крюка, необхідно визначити у відповідності з наступною залежністю:

$$\beta = \arctg \frac{1}{f} - \alpha_c^3$$

де f – коефіцієнт тертя метала по металу;

α_c^3 - задній кут звісу скрепера, град.

Результати експериментальних досліджень по відпрацюванню раціональних параметрів зчепно-штовхаючого пристрою представлені на рис.2.2. Крива 1 характеризує як змінюється відношення N/P від кута встановлення зчіпного (скрепера) крюка або нахилу поперечної пластини. Тут P – зусилля, що розвивається тягачем скрепера; N – нормальне зусилля,

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

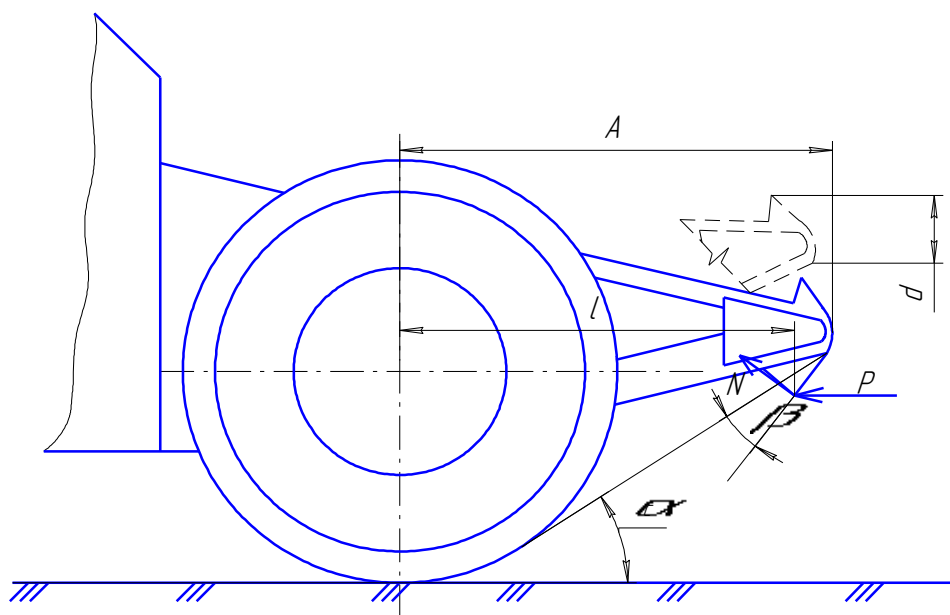


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема до визначення параметрів встановлення поперечної пластини.

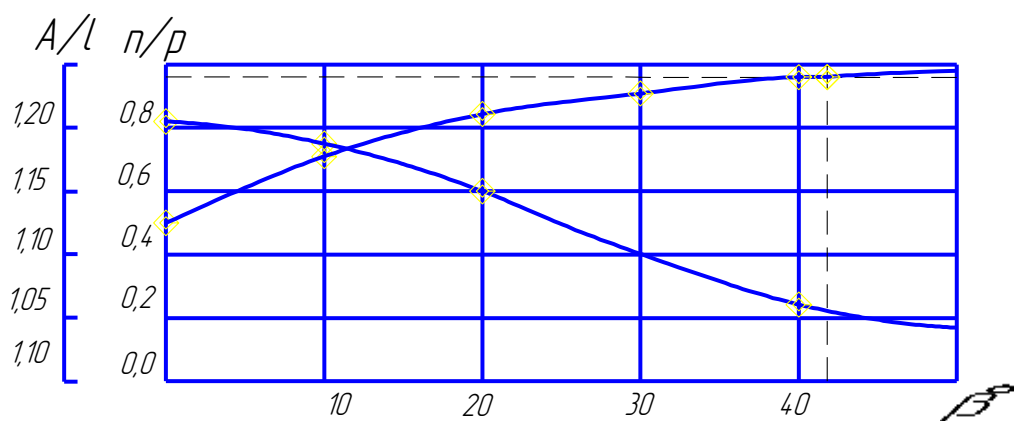


Рисунок 2.2 – Експериментальні графічні залежності для визначення параметрів встановлення поперечної пластини.

що діє на похилу стійку, або зчіпний крюк. З врахуванням забезпечення зміщення зчіпного крюка відносно поперечної пластини визначається кутом $\beta=41...42^0$. Крива 2 характеризує як змінюється відношення A/L в залежності від кута установки поперечної пластини β в умовах забезпечення достатньої надійності контакту зчіпного важеля зі зчіпним крюком і можливості відчеплення заднього скрепера шляхом підйому буфера переднього скрепера на відстань a (див. рис.2.1), що регламентується величиною кліренсу ковша. З врахуванням цих умов при куті установки поперечної пластини $\beta=41...42^0$ співвідношення $A/L=1,06...1,07$. Виконання цих умов співвідношення геометричних параметрів установки зчіпного важеля сприяє забезпеченню автоматичної зчепки двох скреперів.

Довжина зчіпного крюка L_x може бути визначена по наступній залежності:

$$L_x = \frac{(L_c - L_B - A) \operatorname{tg} \alpha_c^n - K}{\cos \alpha i} + A - L + 0,2,$$

де L_c - довжина скрепера з штовхачем, м;

L_B - база скрепера, м;

A – довжина буфера скрепера;

α_c^n - передній кут звісу скрепера, град.;

K – кліренс скрепера, м;

α - кут повороту зчіпного крюка, град.;

i – уклін, на якому може працювати скрепер;

L – відстань від задньої осі скрепера до крайки зчіпної пластини, м;

0,2 – зазор між буфером переднього скрепера і рамою заднього тягача скрепера, м.

З врахуванням отриманих рекомендацій по вибору раціональних параметрів можна зробити висновок $L_k \geq 0,45$ м.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

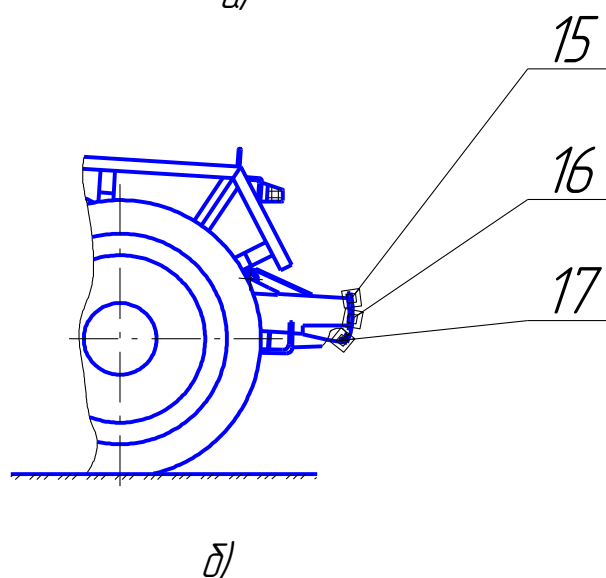
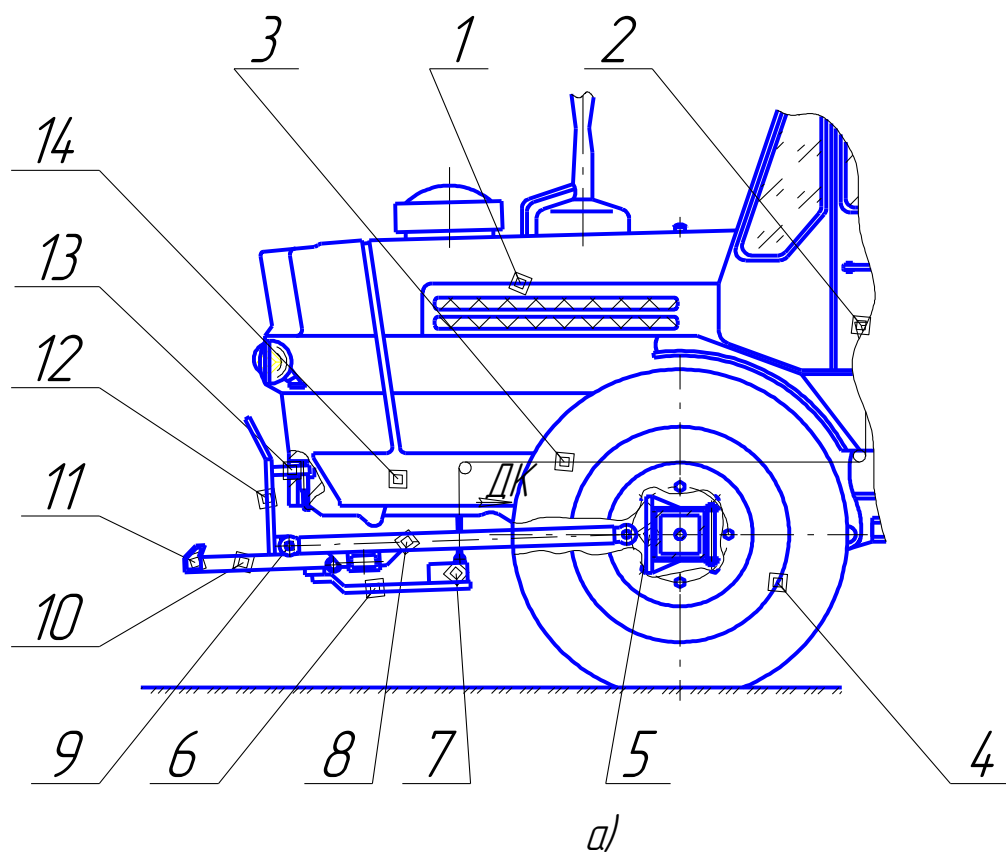
Зчепно-штовхаючий пристрій самохідного скреперного потягу (рис.2.3) встановлено на тягачі скрепера 1 і на буфері скрепера. На рамі 14 тягача в передній його частині при допомозі провущин 13 шарнірно змонтована штовхаюча плита 12. В нижній частині плита 12 посередництвом штовхаючих балок 8 шарнірно з'єднана з обв'язочними рамами 5 встановленими на мості тягача 4. На штовхаючих балках 8 при допомозі шарніру 9 змонтовано важіль 10 зі зчіпним крюком 11, на протилежному кінці котрого посередництвом важеля 6 встановлена контвага 7.

Важіль 6 канатом 3 з'єднаний з важелем керування 2, виведеним в кабінку скрепера 1. На буфері 15 скрепера 1 в нижній частині жорстко змонтована поперечна пластина 16, на якій з внутрішньої сторони закріплений циліндричний пруток 17 (рис. 2.3,б). Зчепно-штовхаючий пристрій монтується на самохідному скрепері посередництвом відповідних провущин і фіксуючих пальців, що забезпечує зручність монтажно-демонтажних операцій і мінімальні затрати часу на агрегування скреперів в потяг.

При роботі скреперного потягу (рис.2.4) початково здійснюється заповнення ґрунтом ковша переднього скрепера 1 (рис.2.4, а). При цьому задній скрепер 4 працює в режимі штовхача, передаючи посередництвом штовхаючої плити 3 додаткове зусилля на буфер 5 переднього скрепера 1. Штовхаючі балки сприймають динамічні навантаження, що виникають при роботі скреперного потягу в режимі “штовхай”, і передають їх через обв'язочні рами на мост 6 тягача, забезпечуючи розвантаження рами тягача від зверх допустимих зусиль.

Зчепний кріюк 2, закріплений на важелі 9 під впливом противаги 7 встановленої на важелі 8 займає нейтральне положення і не входить у взаємодію з буфером 5 переднього скрепера 1. Передній скрепер 1 також як і задній скрепер 4 обладнаний штовхаючою плитою 15 закріпленою

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



а) – передня частина скрепера;

б) – загальний вид буфера

Рисунок 2.3 – Загальний вид зчепно-штовхаючого пристрою

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

посередництвом провущин 16 на рамі. Нижня частина штовхаючої плити 15 штовхаючими балками з'єднана з мостом 10. Наявність в передньому скрепері 1 зчіпного крюка 14 встановленого на важелі 13 і противаги 11 з важелем 12 забезпечують можливість агрегування його з любым скрепером, що знаходиться в забої.

Після заповнення ковша переднього скрепера 1 скреперний потяг починає працювати в режимі “тягни”, забезпечуючи заповнення ковша заднього скрепера. В цьому випадку здійснюється автоматичне зачеплення зчіпного крюка 2, встановленого на важелі 9 з пластиною обладнаною циліндричним прутком, розміщеною на буфері переднього скрепера 1 (рис.2.4 б). Надійність зачеплення пристрою забезпечується наявністю контрваги. Після заповнення ковша другого скрепера 1 здійснюється розчеплення скреперів. Розчеплення може виконуватися шляхом підйому важеля 8 з контрвагою при допомозі важеля керування і каната. При цьому зчепний кріюк 2 виходє з взаємодії з поперечною перекладаиною буфера скрепера і здійснюється в подальшому транспортування ґрунту кожним скрепером окремо. Ручна система керування розчепленням скреперів застосовується у випадку роботи скреперів на нерівних ділянках забою. При роботі скреперів на відносно рівних ділянках забою, при знятті рослинного шару, розчеплення їх може здійснюватися автоматично. При цьому ківш переднього скрепера опускається в нижнє положення, буфер його піднімається вгору і поперечна пластина виходить із зачеплення зі зчіпним кріюком 2. Потім здійснюється транспортування ґрунту до місця його вкладання.

Застосування зчепно-штовхаючого пристрою на самохідних скреперах забезпечує їх роботу в режимі скреперного потягу без додаткового трактора-штовхача. Це дозволяє досягнути істотної економії матеріальних, енергетичних і трудових затрат.

Виготовити запропонований зчепно-штовхаючий пристрій можна в

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

умовах механічних майстерень трестів і управлінь механізації.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 3

Розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції зчепно-штовхаючого пристрою для агрегування самохідних скреперів в скреперний потяг

3.1. Тяговий розрахунок.

Величину опору ґрунта копанню в кінці заповнення ковша при роботі скрепера з штовхачем і без нього на різних категоріях ґрунтів визначимо з формули, що запропонована Петерсом []:

$$P = (G + V\gamma_p)f + bH^2\gamma_p(y\mu + x) + (K + H\gamma_p)F, \quad (3.1)$$

де P – тяга;

$G = 49 \text{ кН}$ – вага скрепера;

V – об'єм ґрунту в ковші;

γ_p – об'ємна вага розпушеного ґрунту;

f – коефіцієнт опору перекочуванню;

b – ширина ножів;

H – висота ґрунту в ковші;

y – коефіцієнт призми волочіння перед заслінкою;

μ – коефіцієнт тертя призми волочіння по ґрунту;

x – коефіцієнт, що характеризує ґрунт;

K – коефіцієнт опору ґрунту різанню кН/м^2 ;

h – товщина стружки, м;

F – площа поперечного перерізу стружки, м^2 ;

Для східчастих ножів (рис.3.1):

$$F = bh_1 - (b - b_1)(h_1 - h_2);$$

$$F = 2,43h_1 - (2,46 - 1,26)0,054 = 2,43h_1 - 0,063$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

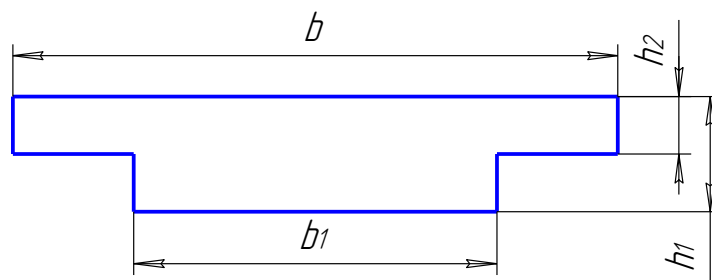


Рисунок 3.1 – Схема східчастої ножової системи.

Де $b = 2,43\text{м}$; $b_1 = 1,26\text{м}$; $h_1 - h_2 = 0,054\text{м}$ – різниця висот середнього і крайніх ножів в процесі різання значення останніх величин, що входять в формулу (3.1) беремо з довідника конструктора дорожніх машин стор. 298-299 [].

3.1.1 Необхідне тягове зусилля при копанні ґрунтів I-III категорій.

При об'ємі ґрунта в ковші $V = 5\text{м}^3$ I категорія ґрунту висота наповнення $H = 1,2\text{м}$ покладемо, що середній ніж зрізає стружку товщиною $h = 0,007\text{м}$, по формулі (3.1) знаходимо:

$$P = (49 + 5 \cdot 15)0,1 + 2,43 \cdot 1,25^2 15(0,5 \cdot 0,5 + 0,48) + (60 + 1,25 \cdot 15)(2,43 \cdot 0,07 - 0,063) = 60,5\text{кН} \approx 60\text{кН}$$

Що приблизно рівне тяговому зусиллю трактора Т-150К на першій передачі. При використанні штовхача скрепер ДЗ-87-1А заповнюється з шапкою, при цьому об'єм ґрунту в ковші складає $V = 6\text{м}^3$, котрому відповідає висота заповнення $H = 1,44\text{м}$.

В якості штовхача приймаємо трактор Т-150К з тяговим зусиллям $T_T = 60\text{кН}$, вважаючи, що товщина стружки ґрунту, що зрізається середнім ножем рівним $0,23\text{м}$ по формулі (3.1) знаходимо:

$$P = (49 + 6 \cdot 15)0,1 + 2,43 \cdot 1,44^2 15(0,5 \cdot 0,5 + 0,48) + (60 + 1,44 \cdot 15)(2,43 \cdot 0,23 - 0,063) = 109,5\text{кН} \approx 110\text{кН}$$

що менше сумарного тягового зусилля трактора Т-150К і штовхача Т-150К, рівного 120кН .

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок необхідного тягового зусилля для ґрунтів II і III категорій аналогічний. Результати розрахунку представлені в таблиці 3.1.

Аналізуючи результати розрахунків приходимо до висновку, що необхідна умова для забезпечення набору ґрунту скреперами виконується для різних типів ґрунтів.

3.2 Міцнісні розрахунки основних елементів зчепно-штовхаючого пристрою

Так як основні динамічні навантаження приходяться на раму, то необхідно виконати розрахунок на стійкість і міцність при стисненні.

Спочатку необхідно підібрати розміри поперечного перерізу по методу допустимих напружень. Навантаження N беремо по граничній силі тяги котру може розвивати скрепер на твердому покритті в завантаженому стані $N=109\text{кН}$, але в зв'язку з небезпекою несумісних дій подвоюємо навантаження $N=218\text{кН}$.

Приймаємо для першої спроби $\phi=0,5$ (по ДБН)

Необхідну площу знаходимо за формулою:

$$необA = \frac{N}{\phi[G]},$$

де $[G] = 160\text{МПа}$.

$$необA = \frac{218 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 160 \cdot 10^6} = 45,21 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

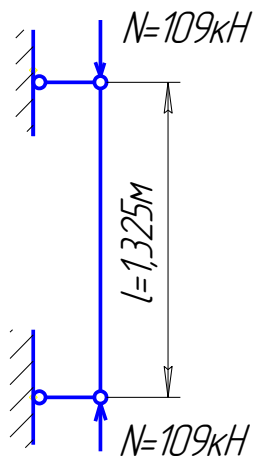


Рисунок 3.2 – Схема навантажень, що діють на балку.

Площа одного швелера $A_1 = 22,46\text{ cm}^2$.

По сортаменту ГОСТ 8240-88 приймаємо [№20 у котрого $A_1 = 23,4\text{ cm}^2$, $J_x = 1520\text{ cm}^4$, $J_y = 113\text{ cm}^4$, $z_0 = 2,07\text{ cm}$.

Обидва кінці балки закріплено шарнірно, довжина балки $l = 1,325\text{ m}$.

Визначаємо головні координати центрального моменту інерції перерізу.

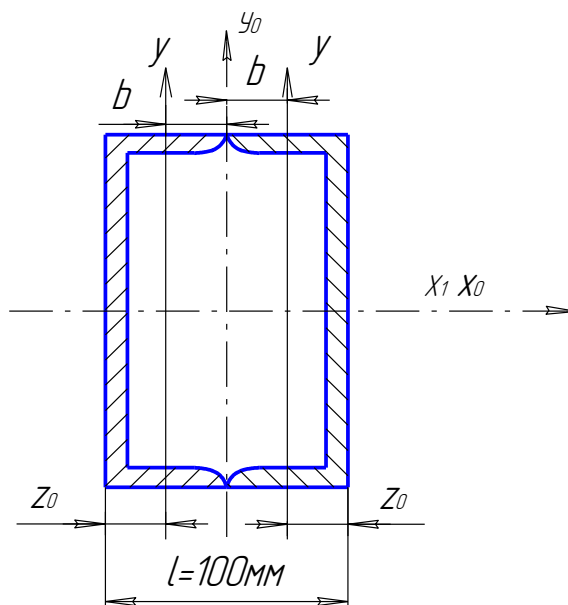


Рисунок 3.3 – Поперечний переріз балки.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$J_{x0} = 2J_x = 2 \cdot 1520 = 3040 \text{ см}^4$$

$$J_{y0} = 2(J_y + A_1 b^2) = 2(113 + 23,4 \cdot 2,93^2) = 535,1 \text{ см}^4$$

$$\text{де } b = \frac{l - 2z_0}{2} = \frac{10 - 2 \cdot 2,07}{2} = 2,93 \text{ см}$$

$$\text{Значить } J_{\min} = J_{y0} = 535,1 \text{ см}^4 \text{ тому } i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{2A}}$$

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{535,1}{2 \cdot 23,4}} = 3,38 \text{ см}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\mu l}{i_{\min}} \quad \lambda_{\max} \leq \lambda_u ,$$

де μ - коефіцієнт приведеної довжини, $\mu = 0,5$.

$$\lambda_{\max} = \frac{0,5 \cdot 132,5}{3,38} = 19,6 < 100$$

За таблицею значень φ для $\lambda_{\max} = 19,6$ (для сталі 3) (ДБН) шляхом інтерполяції знаходимо дійсне значення $\varphi_d = 0,981$.

Визначаємо дійсне значення $G_{\text{расч}}$. І співставляємо його з допустимим $[G] = 160 \text{ МПа}$.

$$G_{\text{расч}} = \frac{N}{\varphi_0 2A_1} = \frac{218 \cdot 10^3}{0,981 \cdot 2 \cdot 23,4 \cdot 10^{-4}} = 147 \text{ МПа}$$

$$G_{\text{расч}} = 147 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа}$$

Недонапруження складає 8%, що допустимо. І так з розрахунку на стійкість приймаємо [№20, матеріал Ст.3.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3.3 Визначення зусиль в гідроциліндрі задньої стінки

Задня стінка, переміщуючись, виштовхує ґрунт з ковша. Найбільші навантаження на гідроциліндрі виштовхування задньої стінки будуть в крайньому задньому положенні.

Навантаження на гідроциліндр визначаються з наступного рівняння

$$P = G_{гр} \cdot f + G_{ст} \cdot f_{кач},$$

де $G_{гр}$ – вага ґрунта в ковші, т;

$$G_{гр} = V_k \cdot \gamma_{гр},$$

V_k – об'єм ковша скрепера, $V_k = 5.7 \text{ м}^3$;

$\gamma_{гр}$ - об'ємна вага ґрунта, т/м^3 ;

$$G_{гр} = 5.7 \cdot 1.7 = 9.69$$

f – коефіцієнт тертя ґрунта по днищу ковша, $f = 0,6$;

$G_{ст}$ – вага задньої стінки, $G_{ст} = 0,37 \text{ т}$;

$f_{кач}$ – коефіцієнт опору коченню роликів стінки по днищу ковша, $f_{кач} = 0,1$

$$P = 9.69 \cdot 0.6 + 0.37 \cdot 0.1 = 5.85 \text{ т}.$$

3.4 Визначення навантажень в шарнірах рами

Розрахунок виконуємо для упряжних шарнірів та гідроциліндрів.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зусилля в гідроциліндрі 2S визначимо з рівняння моментів відносно точки С.

$$\sum M = 0; T_{uu}(\kappa - d) - P_{uu}l + 2Sl_s \cos \alpha + 2S\kappa \sin \alpha = 0$$

$$2S = \frac{P_{uu}l - T_{uu}(\kappa - d)}{l_s \cos \alpha + \kappa \sin \alpha}$$

Горизонтальну складову R_{cx} в уп'язному шарнірі визначаємо з рівняння проекції сил на вісь х

$$\sum x = 0; T_{uu} + 2S \sin \alpha - 2R_{cx} = 0,$$

$$R_{cx} = \frac{T_{uu} + 2S \sin \alpha}{2}$$

Вертикальну складову в уп'язному шарнірі R_{cy} визначаємо з рівняння проекції на вісь у

$$\sum y = 0; P_{uu} - 2S \cos \alpha + 2R_{cy} = 0,$$

$$R_{cy} = \frac{2S \cos \alpha - P_{uu}}{2}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

3.5 Розрахунок седільного пристрою

Сідельний пристрій (рис. 3.4) сприймає горизонтальне та вертикальне навантаження, передається від скрепера на трактор.

З таблиці 3. вибираємо найбільші значення цих навантажень

$$T_{ш} = 3 \text{ т}, P_{ш} = 5,6 \text{ т.}$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

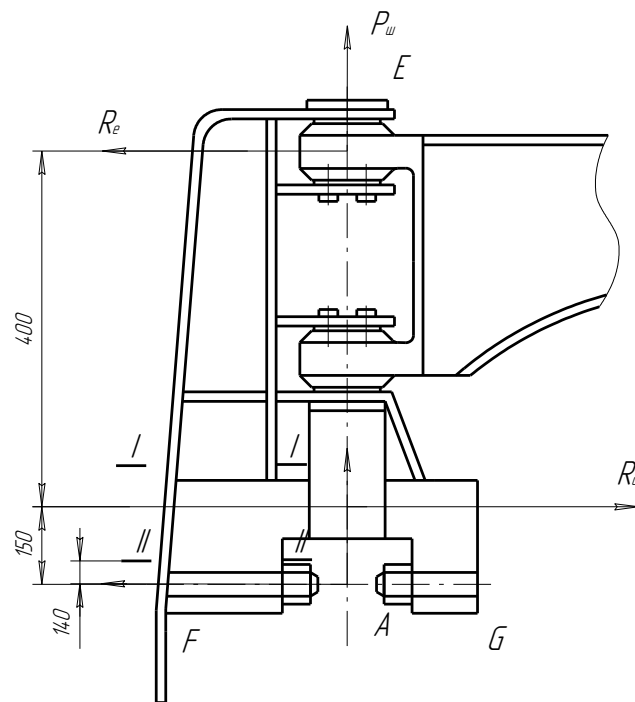


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку на міцність седільного пристрою.

Вертикальне навантаження P_w сприймається опорами F і G та розподіляється на них порівну

$$R_F = R_G = \frac{P_w}{2} = \frac{5,6}{2} = 2,8m$$

Це навантаження сприймається пальцями в опорах F і G

Діаметр пальця $d = 6\text{см}$.

Довжина робочої поверхні $L = 8\text{ см}$.

Питомий тиск на пальцях F і G

$$P = \frac{R_F}{dL} = \frac{2,8}{6 \cdot 8} = 58\text{кг} / \text{см}^2$$

Питомий тиск на вертикальному під'ятнику (опора Д) (рис. 3.5).

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$P_o^D = \frac{P_u}{F} = \frac{5600}{\pi/4(12^2 - 8^2)} = 89,17 \text{ кг/см}^2$$

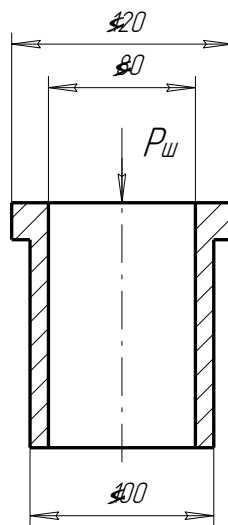


Рисунок 3.5 – Підп'ятник опори Д.

Питомий тиск на горизонтальному підп'ятнику (опора F) (рис. 3.6).

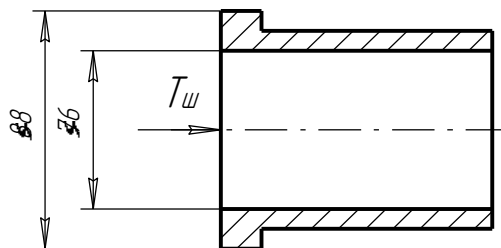


Рисунок 3.6 – Підп'ятник опори F

$$P_o^F = \frac{T_u}{F} = \frac{3000}{\pi/4(8,8^2 - 7,6^2)} = 194,2 \text{ кг/см}^2$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Реакція в опорі Д дорівнює:

$$R_D = \frac{T_{ш} \cdot 55}{40} = \frac{3 \cdot 55}{40} = 4,1 \text{ Т}$$

Реакція в опорі Е дорівнює:

$$R_E = R_D - T_{ш} = 4,1 - 3 = 1,1 \text{ Т}$$

3.6 Розрахунок рами

Для розрахунку тягову раму розбиваємо на 2 елементи:

1. Дишло (кривий брус);
2. П-подібна рама.

3.6.1 Розрахунок дишла

Розрахункова схема представлена на рис. 3.7.

Дишло представляє собою кривий брус з прямолінійними ділянками по кінцям.

Найбільш важкий випадок навантаження для дишла – кінець виглиблення $R_H = 0$.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

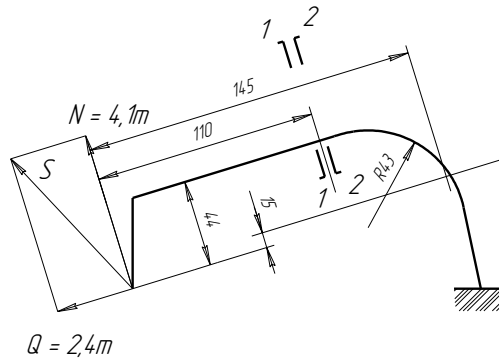
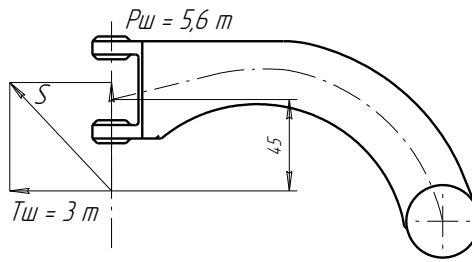


Рисунок 3.7 – Розрахункова схема дишла

$$T_{ш} = 3000 \text{ кг};$$

$$P_{ш} = 5600 \text{ кг.}$$

Визначимо напруження на граничній ділянці переходу в перерізу 1 – 1.

Для визначення навантажень в перерізу 1 – 1 замінюємо сили $T_{ш}$ і $P_{ш}$ їх рівнодіючою, $S = 6,35$, яку потім розкладемо на силу N яка перпендикулярна перерізу 1 – 1 і силу Q яка паралельна перерізу 1 – 1.

Цю операцію проводимо графічно.

$$N = 4,1 \text{ т}, Q = 2,4 \text{ т.}$$

Визначимо напруження в перерізу 1 – 1.

Навантаження які діють в перерізу:

Розтягуюча сила $Q = 2,4 \text{ т};$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Перерізуюча сила $N = 4,1\text{т}$.

Згинальний момент:

$$M = Q \cdot 0,44 + N \cdot 1,1 = 2,4 \cdot 0,44 + 4,1 \cdot 1,1 = 5,6\text{т}\cdot\text{м}$$

Вважаючи, що переріз 1 – 1 представляє собою прямокутник, визначимо напруження.

Геометрична характеристика перерізу 1 – 1.

Розрахункова схема показана на рис. 3.8.

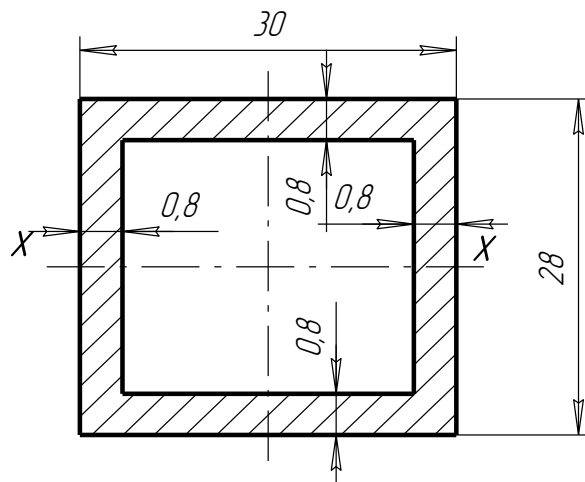


Рисунок 3.8 – Переріз 1- 1

Площа перерізу:

$$F = 30 \cdot 28 - 28,4 \cdot 26,4 = 90\text{см}^2$$

$$W_x = \frac{30 \cdot 28^3 - 28,4 \cdot 26,4^3}{6 \cdot 28} = 1040\text{см}^2$$

Напруження в перерізу 1 – 1:

$$\sigma_{1-1} = \frac{M}{W} + \frac{N}{F} = \frac{560000}{1040} + \frac{4100}{90} = 538,5 + 45,6 = 584,1\text{кг} / \text{см}^2$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначимо напруження в перерізі 2 – 2.

Розрахункову схему показано на рисунку 3.9.

$$F = 30 \cdot 28 - 28,4 \cdot 26,4 = 90 \text{ см}^2$$

$R_0 = 43$ см – радіус кривизни центрів тяжіння перерізів;

$R_1 = 30$ см – внутрішній радіус кривизни;

$R_2 = 60$ см – навколишній радіус кривизни

$$a = R_1 + \delta = 30 + 0,8 = 30,8 \text{ см}$$

$$c = R_2 - \delta = 60 - 0,8 = 59,2 \text{ см}$$

ρ - радіус кривизни нейтрального шару

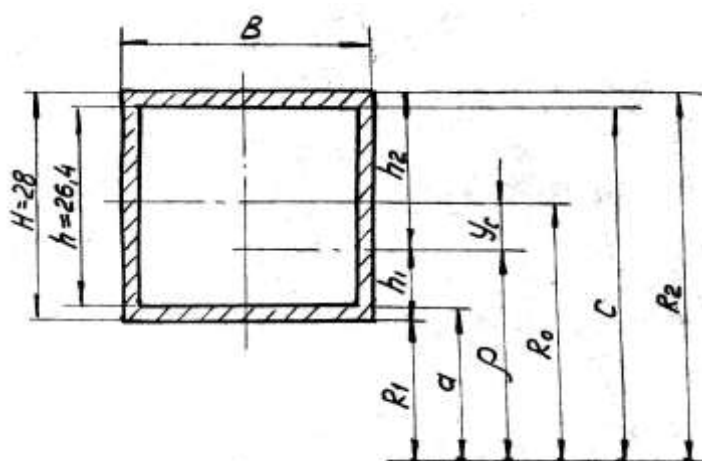


Рисунок 3.9 – Переріз 2 - 2

$$\rho = \frac{2B\delta + 2Bh}{B \ln \frac{a}{R_1} + 2\delta \ln \frac{c}{a} + B \ln \frac{R_2}{c}}$$

$$\rho = \frac{2 \cdot 30 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,8 \cdot 26,4}{30 \ln \frac{30,8}{30} + 2 \cdot 0,8 \ln \frac{59,2}{30,8} + 30 \ln \frac{60}{59,2}} =$$

$$= \frac{48 + 42,3}{30 \ln 1,026 + 1,6 \ln 1,92 + 30 \ln 1,012} = 38,3 \text{ см}$$

$y_0 = R_0 - \rho = 43 - 38,3 = 4,7 \text{ см}$ - відстань від нейтрального шару до центра тяжіння перерізу.

$h_1 = \frac{H}{2} - y_0 = \frac{28}{2} - 4,7 = 9,3 \text{ см}$ - відстань від нейтральної лінії до найбільш віддалених стиснених волокон.

$h_2 = H - h_1 = 28 - 9,3 = 18,7 \text{ см}$ - відстань від нейтрального шару до найбільш віддалених розтягнутих волокон.

Напруження в перерізі 2 – 2 для стиснутих волокон.

$$\sigma_x = \frac{M h_2}{F y_0 R_1} - \frac{N}{F} = \frac{560000 \cdot 18,7}{90 \cdot 4,7 \cdot 60} - \frac{4100}{90} = 367 \text{ кг / см}^2.$$

Напруження в перерізі 2 – 2 для розтягнутих волокон.

$$\sigma_x = \frac{M h_1}{F y_0 R_1} - \frac{N}{F} = \frac{560000 \cdot 9,3}{90 \cdot 4,7 \cdot 30} - \frac{4100}{90} = 364,8 \text{ кг / см}^2.$$

Визначимо напруження в перерізі 3 – 3.

Навантаження, що діють в перерізі 3 - -3:

Розтягуюча сила $N = 4,1 \text{ т}$;

Перерізаюча сила $Q = 2,4 \text{ т}$.

Згинальний момент

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$M = N \cdot 1,37 + Q \cdot 0,11 = 4,1 \cdot 1,37 + 2,4 \cdot 0,15 = 5,9_{\text{Т} \cdot \text{М}}$$

Враховуючи те, що діючі в перерізі 3 – 3 навантаження приблизно такі ж як в перерізі 2 – 2, а переріз 2 – 2 значно менше ніж переріз 3 – 3 можна зробити висновок, що напруження в перерізі 3 – 3 будуть менше ніж в 2 – 2.

3.6.2 Розрахунок П-подібної рами

Розрахункова схема показана на рисунку 3.10.

Розкладемо навантаження, що діють на уп'язному шарнірі П-подібної рами, на сили, що лежать в площині рами та перпендикулярні площині рами. Цю операцію проводимо графічно.

Потім визначимо реакції в закріплені дишла по формулам

$$R_x = 2P_x; \quad R_y = 2P_y; \quad M_D = 2P_z h = 2P_z \cdot 3,19$$

Одержані результати зводимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків навантажень на П-подібну раму

Випадок навантажень	Умови навантаження		Навантаження в уп'язному шарнірі						
					R _{cx}	R _{cy}	P _x	P _z	M _D
			Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т М
1	Початок вигиблиння	R _H =0	1,6	0,68	1,55	0,66	3,1	1,32	4,2
		R _H =0	1,5	-0,64	1,46	0,62	2,92	1,24	3,96
2	Кінець вигиблиння	R _H =0	1,5	1,24	1,46	1,2	2,92	2,4	7,7
		R _H =0	1,5	0,72	1,46	0,7	2,92	1,4	4,5
3	Транспортне положення		2,7	1,08	2,62	1,05	5,24	2,1	6,7

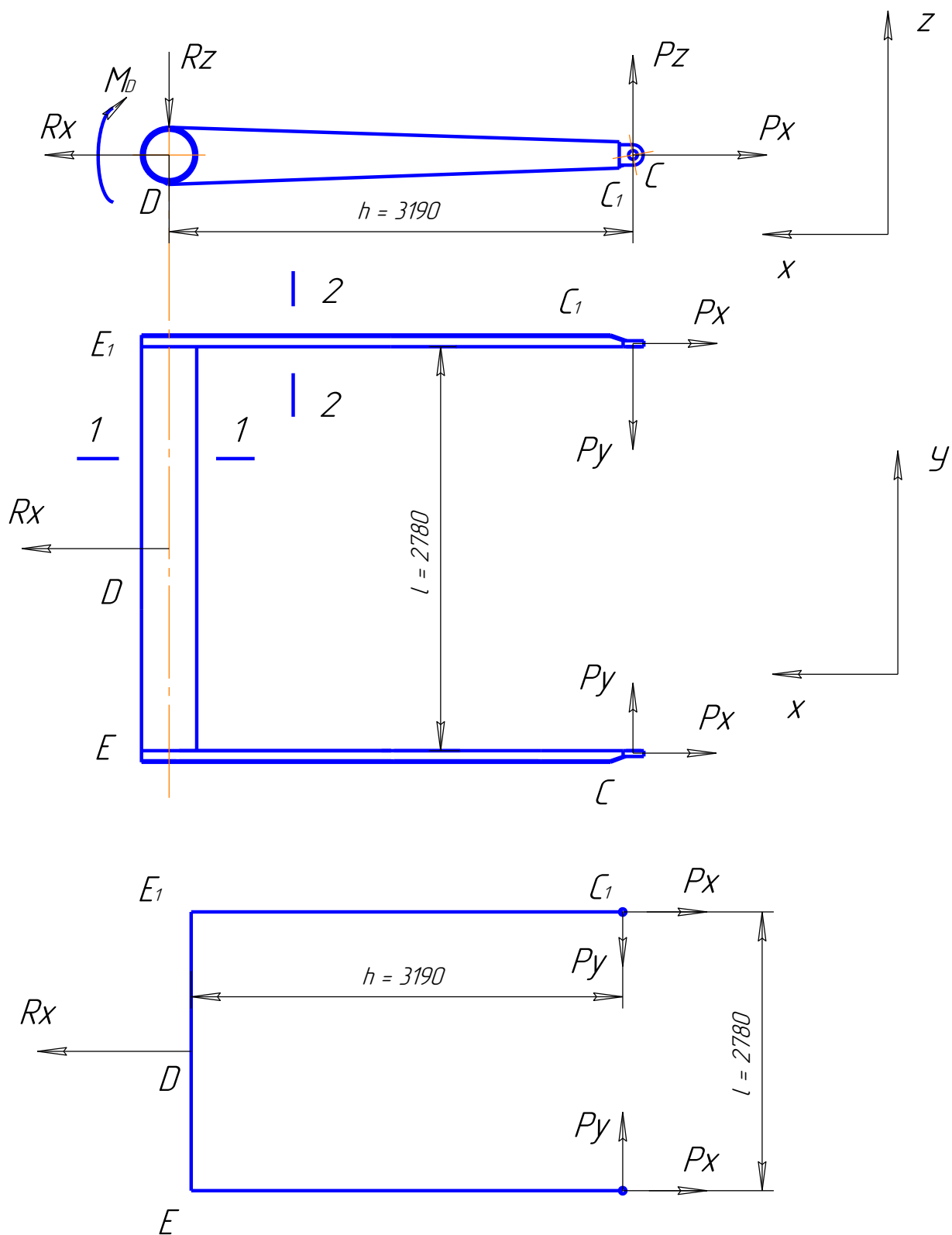


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема П-подібної тягової рами

Визначимо геометричну характеристику перерізів.

Розрахункову схему перерізу 1 – 1 показано на рисунку 3.11.

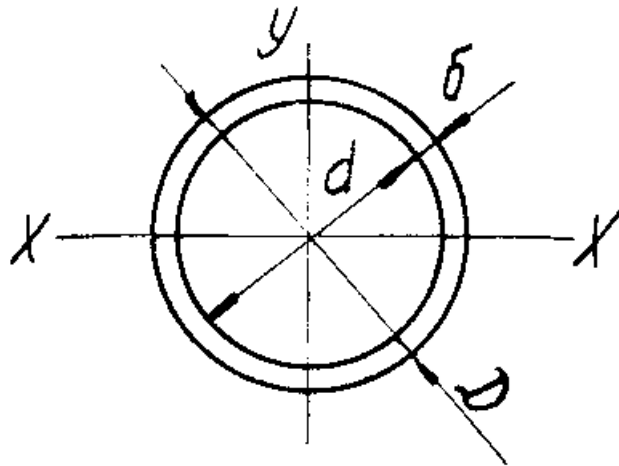


Рисунок 3.11 – Розрахункова схема для перерізу 1 – 1

$$D = 273\text{мм}; \delta = 8\text{мм}; d = 257\text{мм};$$

$$F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4}(27,3^2 - 25,7^2) = 63\text{см}^2,$$

$$I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64}(27,3^4 - 25,7^4) = 10,8 \cdot 10^3 \text{см}^4,$$

$$W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left(\frac{27,3^4 - 25,7^4}{27,3} \right) = 790 \text{см}^3,$$

$$W_p = \frac{\pi}{16} = 2W = 790 \cdot 2 = 1580 \text{см}^3.$$

Переріз 2 – 2.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Схему для розрахунку основних характеристик перерізу 2 - 2 показано на рисунку 3.12.

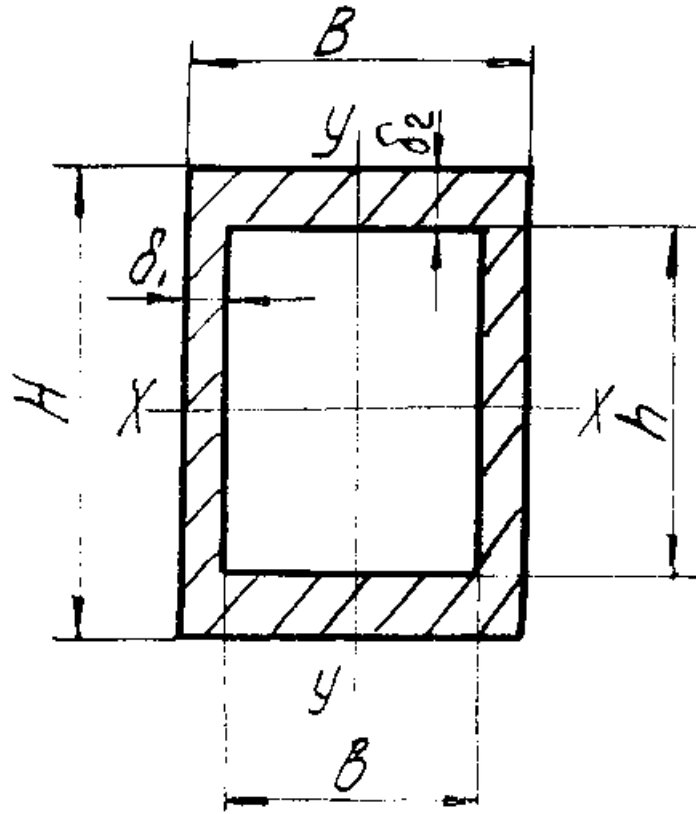


Рисунок 3.12 – Схема для розрахунку геометричних характеристик перерізу 2 – 2.

$H = 300 \text{ мм}; B = 96 \text{ мм}; h = 280 \text{ мм}; b = 80 \text{ мм}; \delta_1 = 8 \text{ мм}; \delta_2 = 10 \text{ мм}.$

$$F = 2H\delta_1 + 2b\delta_2 = 2 \cdot 30 \cdot 0,8 + 2 \cdot 8 \cdot 1 = 64 \text{ см}^2;$$

$$I_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12} = \frac{9,6 \cdot 30^3}{12} - \frac{8 \cdot 28^3}{12} = 7000 \text{ см}^4;$$

$$W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6 \cdot H} = \frac{9,6 \cdot 30^3 - 8 \cdot 28^3}{6 \cdot 30} = 470 \text{ см}^3;$$

$$I_y = \frac{HB^3 - hb^3}{12} = \frac{30 \cdot 9,6^3 - 28 \cdot 8^3}{12} = 780 \text{ см}^4;$$

$$W_y = \frac{HB^3 - hb^3}{6B} = \frac{30 \cdot 9,6^3 - 28 \cdot 8^3}{6 \cdot 9,6} = 210 \text{ см}^3.$$

Переріз 3 – 3.

Розрахункову схему представлено на рисунку 3.13.

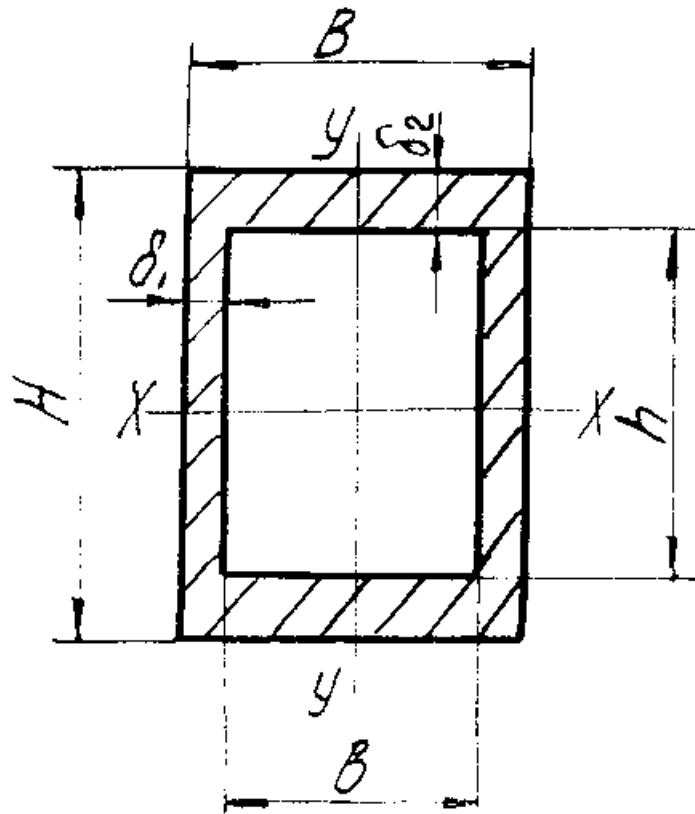


Рисунок 3.13 – Схема для розрахунку геометричних характеристик перерізу 3 – 3.

$H = 230 \text{ мм}; B = 96 \text{ мм}; h = 210 \text{ мм}; b = 80 \text{ мм}; \delta_1 = 8 \text{ мм}; \delta_2 = 10 \text{ мм}.$

$$F = 2H\delta_1 + 2b\delta_2 = 2 \cdot 23 \cdot 0,8 + 2 \cdot 8 \cdot 1 = 52,8 \text{ см}^2,$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$I_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12} = \frac{9,6 \cdot 23^3}{12} - \frac{8 \cdot 21^3}{12} = 3500 \text{ см}^4,$$

$$W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6 \cdot H} = \frac{9,6 \cdot 23^3 - 8 \cdot 21^3}{6 \cdot 23} = 300 \text{ см}^3,$$

$$I_y = \frac{HB^3 - hb^3}{12} = \frac{23 \cdot 9,6^3 - 21 \cdot 8^3}{12} = 690 \text{ см}^4,$$

$$W_y = \frac{HB^3 - hb^3}{6B} = \frac{23 \cdot 9,6^3 - 21 \cdot 8^3}{6 \cdot 9,6} = 180 \text{ см}^3.$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3.— Результати розрахунків основних геометричних характеристик перерізів.

Пере- різ	F, см ²	Вісь x - x		Вісь y - y		W _p , см ³
		I _x , см ⁴	W _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	
1 – 1	63	10800	790	10800	790	1580
2 – 2	64	7000	470	780	210	
3 – 3	52,8	3500	300	690	180	

Розрахунок П-подібної рами виконуємо, виходячи з наступних припущень:

1. Найбільш навантажений випадок – кінець виглиблення;
2. Опори С і С₁ представляють шарніри;
3. Не враховуємо викривлення нейтральної вісі повздовжніх брусків;

4. Навантаження розглядаємо як зосередженні;
5. Жорсткість повздовжніх тяг приймаємо постійною і рівною жорсткості середнього перерізу 3 – 3 повздовжньої тяги.

Визначимо реакції B_y в точках C і C_1 :

$$P_y = \frac{3 \cdot R_x \cdot l}{8 \cdot h \cdot k_0},$$

де $k_0 = 2k + 3$;

$$k = \frac{I}{I_1} \cdot \frac{h}{l} = \frac{10800}{690} \cdot \frac{3190}{2780} = 18;$$

$$k_0 = 2 \cdot 18 + 3 = 39$$

$$P_y = \frac{3 \cdot 2,92 \cdot 2,78}{8 \cdot 3,19 \cdot 39} = 0,024.$$

Визначимо згинальні моменти в площині XOY від сили R_x :

$$M_E = M_{E_1} = P_y \cdot h = 0,024 \cdot 3,19 = 0,1 m \cdot m;$$

$$M_D = \frac{R_x \cdot l}{4} - P_y \cdot h = \frac{2,92 \cdot 2,78}{4} - 0,024 \cdot 3,19 = 1,9 m \cdot m.$$

Згинальний момент в площині XOZ:

$$M_E = M_{E_1} = P_z h = 1,2 \cdot 3,19 = 3,8 m \cdot m;$$

$$M_D = \frac{R_z l}{4} = \frac{2,4 \cdot 2,78}{4} = 1,7 m \cdot m.$$

Крутний момент:

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$M_{кр} = P_z \cdot h = 1,2 \cdot 3,19 = 3,8m \cdot m.$$

Епюри показані на рисунку 3.14.

Визначення в небезпечних перерізах.

Переріз Е і Е₁.

Напруження від згинального моменту в площині ХОУ:

$$\sigma_{ХОУ} = \frac{M_E}{W_{y2-2}} = \frac{10000}{210} = 87 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Напруження від згинального моменту в площині ХОZ:

$$\sigma_{ХОZ} = \frac{M_E}{W_{x2-2}} = \frac{380000}{470} = 808 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Напруження від зусилля, що діє на розтяг:

$$\sigma_P = \frac{P_X}{F_{2-2}} = \frac{1460}{64} = 23 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Сумарне напруження в точці Е

$$\sigma = \sigma_{ХОУ} + \sigma_{ХОZ} + \sigma_P = 87 + 808 + 23 = 918 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Переріз Д

Напруження від згинального моменту в площині ХОУ

$$\sigma_{ХОУ} = \frac{M_D}{W} = \frac{380000}{790} = 481 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Напруження від згинального моменту в площині ХОZ

$$\sigma_{ХОZ} = \frac{M_D}{W} = \frac{170000}{790} = 215 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Сумарне напруження від згинальних моментів:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{xOY}^2 + \sigma_{xOZ}^2} = 526,9 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Дотичні напруження від крутного моменту:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{380000}{1580} = 240 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Сумарне напруження:

$$\sigma_E^D = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{526,9^2 + 4 \cdot 240^2} = 712,8 \text{ кг} / \text{см}^2$$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КРБ 2113303 ПЗ							
Таблиця 3.1 – Значення опорів копанню.												
Кате- горія грунту	Тяга	V	γ	f	y	x	μ	K	H	h	H ²	P
		м ³	Н/м ³					кН/м ²	м	м	м	кН
I	Без штовхача T=60кН	5	15	0,1	0,5	0,48	0,5	60	1,25	0,07	0,02	60,5
	3 штовха- чем T=120кН	6	15	0,1	0,5	0,48	0,5	60	1,44	0,23	0,18	109,5
II	Без штовхача T=60кН	5	16	0,04	0,5	0,37	0,4	80	1,25	0,11	0,06	60,2
	3 штовха- чем T=120кН	6	16	0,04	0,5	0,37	0,4	80	1,44	0,26	0,21	110,4
III	Без штовхача T=60кН	5	11	0,04	0,5	0,25	0,4	120	1,25	0,10	0,05	59,8
	3 штовха- чем T=120кН	6	11	0,04	0,5	0,25	0,4	120	1,44	0,21	0,16	109,2
		</										

Розділ 4

Охорона праці

4.1 Заходи по створенню нормальних та нешкідливих санітарно гігієнічних умов праці.

4.1.1 Аналіз та розробка заходів, які забезпечують комфортні умови на робочому місці.

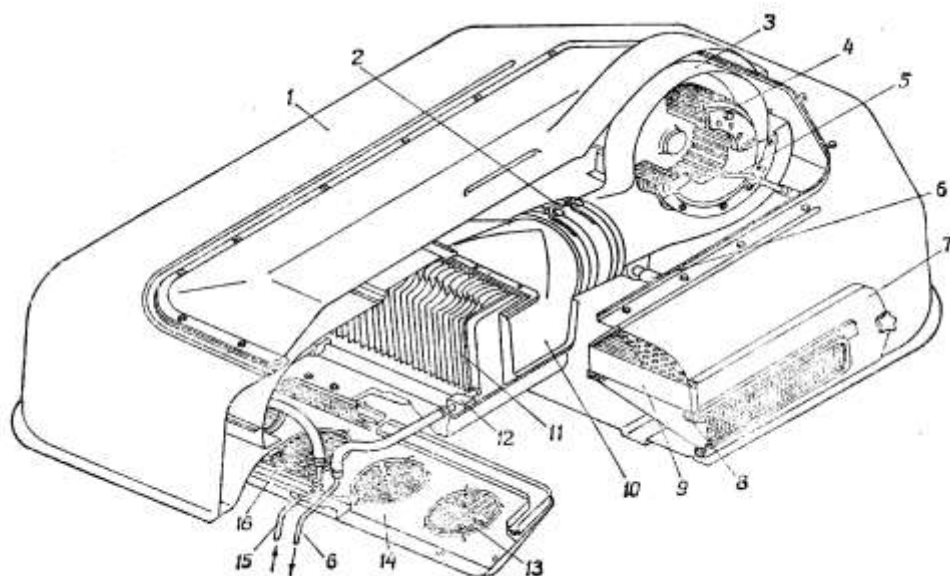
Безпосередній вплив на самопочуття машиніста та відповідно на якість виконання робіт, справляють параметри мікроклімату в кабіні. Тому конструкція кабіни тягача сконструйована з урахуванням, того щоб ці параметри були в межах які встановлені основним нормативним документом, що визначає параметри мікроклімату – ГОСТ 12.1.005-88.

До основних параметрів відносять: температуру, вологість та швидкість повітря в робочій зоні. Тривалий вплив високої температури у поєднанні із значною вологістю приводить до накопичення теплоти в організмі, а отже 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 скрепериста, то конструкція кабіни повинна мати оптимальні (комфортні) умови праці, як холодний так і в зимовий періоди року.

З метою забезпечення комфортності мікроклімату в кабіні вона обладнана системою опалення та вентиляції (рис. 4.1). Використання системи при мінусових температурах приводить до усунення запотівання та обмерзання скла забезпечуючи нормальну роботу оператора. При цьому система обігріву в сполученні з теплоізоляцією забезпечують захист водія від перегріву. Так при русі базової 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

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

повітря в кількості не менше 30м³/год.



- 1 – корпус;
- 2 – з'єднувальний патрубок;
- 3 – вентилятор – зволожувач;
- 4 – колесо робоче;
- 5 – сопло;
- 6 – трубопровід зливний;
- 7 – кришка фільтру;
- 8 – ущільнювач фільтра;
- 9 – фільтр;
- 10 – повітропровід;
- 11 – теплообмінник-краплезатримувач;
- 12 – ущільнювач трубки;
- 13 – решітка розподільна;
- 14 – корпус повітрярозподільвача;
- 15 – трубопровід напірний;
- 16 – рука гнучкий

Рисунок 4.1 – Системи забезпечення мікроклімату в кабіні.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

В теплий період року для захисту водія від перегріву передбачено вентиляційний люк, який відкривається з кабіни трактора. В літній період температура в кабіні перевищує температуру зовнішнього повітря на 5 - 10°, а в умовах запиленості зовнішнього повітря, коли вікна кабіни зачиняють, температура в кабіні перевищує зовнішню на 10 - 15°. Тому для створення нормальних умов роботи в кабіні тягача скрепера встановлено фільтровентиляційну установку, яка очищує повітря від пилу та регулює в кабіні температуру на протязі всього року.

4.1.2 Визначення необхідності улаштування штучного освітлення

Для використання скрепера в темний період доби він оснащений освітлювальними пристроями (зовнішніми та внутрішніми), які забезпечують нормальні умови роботи як механізмів так і водія.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації механізмів та приборів всередині кабіни, освітленість повинна бути не меншою 50лк. Для запобігання осліплення в даному випадку використовують світильники розсіяного світла. Освітлення приладів та показчиків на панелі приладів не повинно давати відблисків на стеклах цих приладів, не діяти подразливо на очі оператора та виключати необхідність міняти машиністу позу при огляді приладу. Величина освітленості на панелях повинна бути в межах 0,3-1,1 лк, 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.

Для забезпечення зовнішнього освітлення та освітлення робочих органів скрепера при роботі в темний період доби на тракторі встановлені дві транспортні фари попереду та дві робочі фари позаду.

Для забезпечення безпечного руху на шляхах загального використання

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

тягач напівпричіпного скрепера оснащений світлосигнальними пристроями: ліхтарями – показчики повороту, габаритними ліхтарями, сигналом “стоп”, ліхтарем номерного знака.

Освітлення базової машини відповідає ДБН.

4.1.3 Аналіз роботи машини на можливість видалення токсичних газів та пилу

При роботі скрепера в навколишнє середовище викидається багато шкідливих речовин і газів, а робочі процеси виконуються при наявності пилу. Тому для оператора постійно існує небезпека отруєння, ступінь якої безпосередньо залежить від багатьох факторів таки як токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов та від індивідуальних особливостей організму.

Небезпечними є відпрацьовані гази які в даному випадку є задушливими (табл. 4.1). Так, наприклад, сажа довго може утримуватися в завислому стані, що збільшує час її дії.

Токсичність від згоряння дизельного палива в двигуні тягача Т-150К зведена в табл. 4.1.

З метою зниження кількості потрапляння токсичних речовин в кабінку трактора Т-150К встановлений фільтровентиляційний пристрій. Він може очищати повітря та регулює в кабіні температурний режим на протязі всього року. При запиленості зовнішнього повітря 43 мг/м^3 запиленість в кабіні не перевищує $0,9 \text{ мг/м}^3$. Вихлопна труба трактора розташована на капоті та її довжина забезпечує найменше попадання вихлопних газів в кабінку.

Вражаючи дія пилу, що представляє собою розсіяні в повітряному середовищі мілкі частинки твердої або рідкої речовини, в основному визначається дисперсністю тобто розміром окремих частинок, їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею. Найбільш небезпечними є дрібні частинки з розмірами до 10 мк, тому що вони погано затримуються в

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

верхніх дихальних шляхах чим і викликають професійне захворювання легень – пневмоконіоз, силікоз, асбестоз.

Таблиця 4.1 – Токсичність вихлопних газів у дизельного двигуна

№ п/п	Токсична речовина	Кількість токсичних речовин на 1000 л палива, яке згорає
		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

Повітря робочої зони відповідає ГОСТ 12.1.005-76.

4.1.4 Аналіз роботи машини на виникнення шумів

Основним джерелом шуму при роботі машини є двигун внутрішнього згорання та відвід відпрацьованих газів. Для зменшення цього шуму на вихлопну трубу двигуна встановлюють глушник (рис. 5.2), який за рахунок власної конструкції значно знижує рівень шуму.

Для зменшення рівня шуму в кабіні трактора використовують лицювальні панелі та інші матеріали з великим внутрішнім тертям. Вони здатні сприймати навантаження від деталей, та демпфірують їх. Звукоізоляція шумних вузлів скрепера забезпечується за допомогою встановлення звукоізоляційних кожухів.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

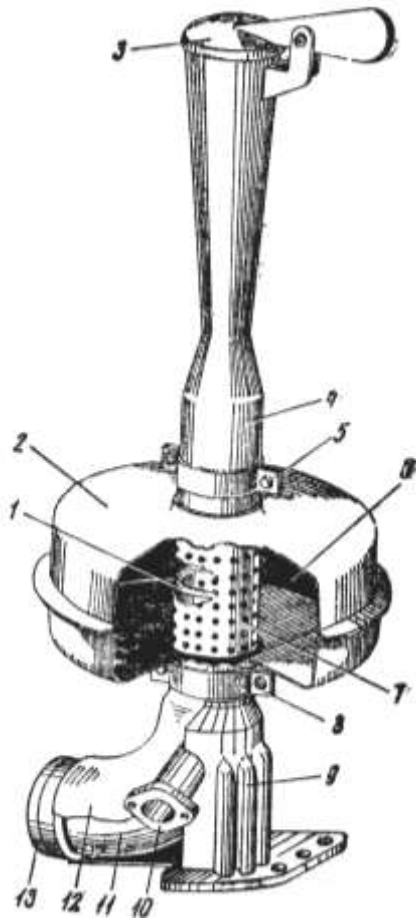


Рисунок 4.2 – Глушник трактора Т-150К.

Взагалі при роботі скрепера на об'єктах, від оператора потрібна повна зосередженість та відповідальність, тому рівень шуму на об'єктах де застосовується машина не повинен перевищувати 75дБ.

Шум який створюється в кабіні відповідає ГОСТ 12.1.003-76.

4.1.5 Аналіз роботи проектуємої машини по відношенню до струсів та вібрацій

Під час підйому та опускання робочого обладнання (ковша), його заповнення виникають динамічні навантаження, які в свою чергу викликають струс та вібрацію. Джерелом вібрації є також працюючий двигун (рис.4.3), тому при його встановленні використовують гумові матеріали, які запобігають

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

вібрації.

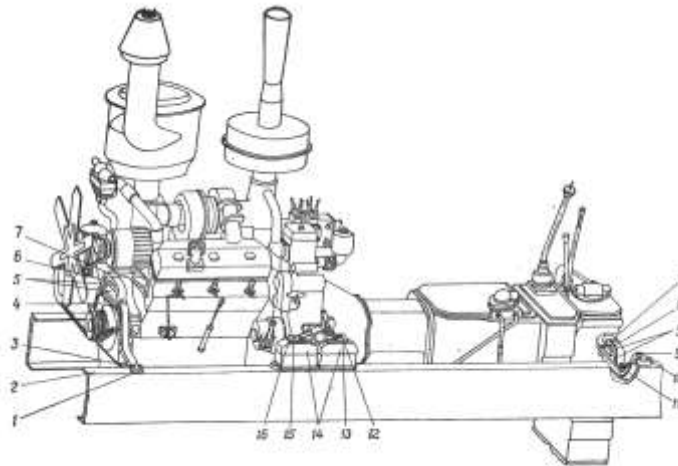


Рисунок 4.3 – Двигун базового трактора Т-150К та його встановлення на напіврамі.

Крісло машиніста (рис.4.4) виконано з використанням пружин, що зменшують шкідливу дію струсу та вібрації (за рахунок великого внутрішнього тертя).



Рисунок 4.4 – Крісло машиніста скрепера ДЗ-87-1.

Машина відповідає ГОСТ 12.1.012-78.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.2 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

4.2.1 Визначення небезпечних зон.

Небезпечною зоною при роботі скрепера є зона в 5 м від кожної рухомої деталі. Також за небезпечну зону вважають ту територію на якій проходить розробка ґрунту (фронт роботи).

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

4.2.2 Визначення та розробка необхідних запобіжних пристроїв.

В скрепері необхідним є використання гідравлічних, електричних та інших запобіжних пристроїв.

Так при пошкодженні ізоляції під напругою виявляються корпуса електрообладнання. У випадку дотику людини до металевих частин обладнання, це приводить до електротравматизму. З метою запобігання враженням електричним струмом на скрепері передбачено захисне відключення. При виникненні на ділянці електричної схеми небезпечності (замикання фази на корпус) враження електричним струмом ця ділянка вимикається.

В процесі роботи скрепера можливі аварійні ситуації, які пов'язані з зустріччю нездоланної перешкоди. Для захисту деталей та вузлів обладнання від недопустимих навантажень, в гідросистемі приводу робочого обладнання передбачено запобіжний клапан.

Запобіжний клапан захищає гідросистему або окремі її ланки від підвищення тиску робочої рідини зверх встановленого рівня, який задається настройкою зусилля пружини, діючої на запірно-регулюючий елемент. Обмеження тиску досягається шляхом відводу в зливну лінію частини або всієї стиснутої рідини через запобіжний клапан, запірно-регулюючий елемент якого відкривається під дією тиску, коли він досягає встановленої настройкою величини. Заданий тиск повинен бути дещо вищим від тиску при нормальній роботі гідросистеми і водночас безпечним для неї. При правильній настройці

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

запобіжний клапан під час роботи гідросистеми закритий і спрацьовує періодично при різких змінах витрати робочої рідини або при перевантаженні робочих органів.

4.2.3 Оцінка надійності роботи приладів вузлів та агрегатів машини

Надійність скрепера має велике значення при його експлуатації, так як при раптовому виходу з ладу механізмів можливі аварії які можуть привести до важкої форми травматизму.

Надійність машини – це властивість виконувати задані функції зберігаючи при цьому свої експлуатаційні показники на протязі встановленого проміжку часу. Надійність машини обумовлюється її безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю та збережуваністю.

Робочі вузли даної конструкції зчіпного пристрою скрепера розраховано та перевірено на їх працездатність та надійність. Тому пристрій та машину можна вважати надійною в роботі, але при проведенні ТО та Р слід приділяти більше уваги поверхням, що труться (крюк, буфер).

Технологія надійності скрепера відповідає ГОСТ 13377-75.

4.2.4 Оцінка потрібності у встановленні гальмівних систем на машині.

Важливу роль для забезпечення безпечних умов праці відіграє наявність гальм з метою збільшення стійкості скрепера. Всі ці гальмівні пристрої є неодмінною та потрібною частиною машини. Гальма в скрепері ДЗ-87-1 колодочні, привід пневматичний. Т.б. забороняється рух машини до досягнення необхідного тиску в гальмівній системі. Конструкцією передбачено ручне керування гальмами та стоянкове гальмо.

4.2.5 Оцінка стійкості машини.

Під час проведення скреперних робіт виникають небезпечні випадки які можуть привести до перекидання машини. Більшість виробничих травм

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

пов'язано з втратою стійкості машини, що в кінцевому випадку приводить до тяжких травм (струс мозку, перелом кінцівок, та ін.). Тому стійкості слід приділяти багато уваги.

Стійкість машини оцінюється коефіцієнтом стійкості, який повинен бути рівним або не перевищувати допустимий.

При веденні будь яких робіт уклони на підйомах та спусках, а також крени в поперечному напрямку не повинні перевищувати граничних значень, які вказує завод виробник в інструкції по експлуатації. Для скреперів ці значення не повинні перевищувати для підйомів 25°, спусків 35°, для бокових кренів 12 - 20°.

Для запобігання випадків перекидання на скрепері встановлено обмежник кренів (показник поперечного нахилу). По ньому машиніст може орієнтуватися та запобігти випадкам перекидання скрепера.

4.2.6 Розробка заходів по створенню зручності на робочому місці.

Взагалі, для покращення умов праці машиніста в кабіні, створені умови які відповідають ГОСТ 12.2.032-78. Найбільш відповідальні частини розташовуються (по відношенню до водія) 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 оператора, що забезпечує необхідну швидкість та об'єм його робочих рухів у процесі керування машиною. Кабіна має скляні пройми, які забезпечують необхідну оглядовість під час роботи скрепера.

В кабіні скрепера 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.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.3 Заходи з пожежної профілактики

Дизельне паливо, яке призначене для роботи двигуна трактора Т-150К відповідає ГОСТ 305-73, 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 трактора (в задній частині) де він захищений від випадкового запалення при короткому замиканні у проводці. Підтікання дизельного палива з паливо проводів 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 базовий трактор паливом дозволяється тільки при вимкненому двигуні та запаленні.

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

Вогнегасник розташований на машині згідно ГОСТ 12.1.045-84

4.4 Техніка безпеки при проведенні скреперних робіт

4.4.1 Правила техніки безпеки при роботі на скрепері.

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

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

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Для роботи вночі машини повинні бути оснащені 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 скрепері 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 базової машини та скреперного агрегату.

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 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.

10. Розробку ґрунту скрепером поблизу електрокабелів, які знаходяться під напругою, заборонено.

11. Переїжджати через тимчасові мости і інші дорожні споруди можна тільки після перевірки їх вантажопідйомності і стану, прийнявши до уваги, що

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

маса скрепера з порожнім ковшем складає 12300кг, а з завантаженим – 20300кг.

4.4.2 Правила для машиніста, який працює на скрепері.

1. До роботи на скрепері допускаються трактористи, що пройшли спеціальне навчання і що мають посвідчення на керування скрепером.

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

3. Заправляти скрепер пальним дозволяється тільки при вимкненому двигуні.

4. При зніманні заливної пробки з радіатора гарячого двигуна необхідно бути обережним; щоб не опекти руки, пробку знімають, прикривши її щільно ганчіркою.

5. Доливати рідину в радіатор слід при вимкненому двигуні або працюючому на малих обертах. Якщо двигун перегрітий, заливати в радіатор рідину забороняється.

6. Запускати двигун скрепера без ввімкненого повітро-очищувача забороняється, оскільки це призводить до швидкого спрацювання двигуна.

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

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

9. Машиніст повинен постійно стежити, щоб під ковшем або близько від нього не знаходились люди. Якщо в заборонених зонах знаходяться люди, роботу скрепера слід негайно припинити.

10. Під час роботи або транспортного пересування будь-кому забороняється знаходитися на металоконструкціях – ковші, тяговій рамі та інших подібних елементах.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

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

12. При оглядах і підтягуванні кріплень і з'єднань вузлів, агрегатів або з'єднань трубопроводів гідросистеми привод 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.

13. Машиніст не повинен залишати без догляду скрепер, якщо його двигун працює. Якщо він відходить від машини, повинен вимкнути його двигун.

14. З початком руху або роботи скрепера 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.

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

16. При пересуванні вниз по уклонах передачі трансмісії базової машини залишають ввімкненими.

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

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

19. При зупинці скрепера вмикають гальма. При стоянках скрепера на уклонах повинні бути ввімкнені стоянкові гальма.

20. Машиніст не повинен входити з машини до її повної зупинки.

21. Для запобігання зсувам скрепера під укіс його ставлять так, щоб віддаль від будь-якого колеса до бровки становила понад 1 м.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

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

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

4.4.3 Основні протипожежні правила

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

2. Забороняється вивід на роботу скрепера 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.

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 скрепері або під ним забороняється заливати полум'я водою, тому що це може викликати вибух.

6. 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.

4.4.4 Правила користування інструментом при ремонті скрепера.

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.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

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 або класти у зів ключа прокладки (відкрути, 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.

9. Працюють з ручним і механізованим інструментом в рукавицях.

4.4.5 Правила для осіб, що знаходяться поблизу скрепера.

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

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

- не перебігати раптово шлях пересування скрепера;
- поступатися дорогою 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 скрепера, що працює або стоїть;

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- при наближенні до скрепера не мати відкритого вогню.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Результати проектування зчіпно-штовхального пристрою для забезпечення можливості роботи скреперів в режимі скреперного потягу дозволяють зробити наступні висновки:

1. В результаті аналізу можливих технічних рішень зчіпних пристроїв встановлені їх переваги та недоліки.
2. На підставі аналізу переваг і недоліків існуючих технічних рішень зчіпних пристроїв запропонована власна конструкція зчіпного пристрою, що має елементи автоматичного зачеплення, дистанційного роз'єднання та дозволяє забезпечити технологію роботи скреперів в режимі скреперного потягу;
3. Виконані інженерні розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції зчепно-штовхального пристрою.
4. Розроблені і представлені в графічній частині проекту технологічні схеми роботи скреперів в режимах – тягни- штовхай.
5. Розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки при проведенні скреперних робіт в режимі скреперного потягу - тягни-штовхай. Виконано розрахунок запобіжного клапана гідравлічної системи скрепера.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

CONCLUSIONS

The results of the design of the coupling-push device to ensure the possibility of scraper operation in the scraper train mode allow us to draw the following conclusions:

1. As a result of the analysis of possible technical solutions of coupling devices, their advantages and disadvantages are established;
2. Based on the analysis of the advantages and disadvantages of the existing technical solutions of coupling devices, a proprietary design of the coupling device is proposed, which has elements of automatic engagement, remote disconnection and allows to ensure the technology of scraper operation in the scraper train mode;
3. Engineering calculations were performed, which confirm the operability of the proposed design of the clutch-push device;
4. Developed and presented in the graphic part of the project, the technological schemes of scrapers in pull-push modes;
5. Developed measures for occupational health and safety during scraping operations in the mode of a scraper train - pull-push. The calculation of the safety valve of the hydraulic system of the scraper is performed.

					КРБ 2113303 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 // Гірн., 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 2113303 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 2113303 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.

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

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

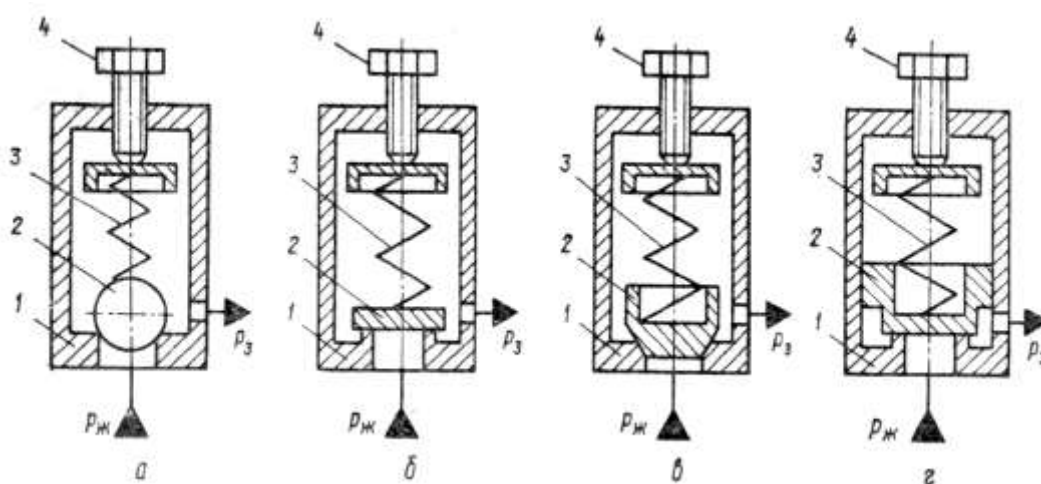
ДОДАТКИ

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А

Розрахунок запобіжного клапана

Запобіжні клапани (рис. А1) по конструкції запірно-регулюючого елементу поділяються на кулькові, тарілчасті, конусні та плунжерні. Кожен з них складається із корпусу 1, перекриваючого елемента 2, циліндричної пружини 3 і регулюючого гвинта 4. У корпусі кожного клапана є канали, один з яких з'єднаний з джерелом живлення, а другий – із зливною лінією.



а – кулькова;

б – тарілчаста;

в – конусна;

г - плунжерна

Рисунок А1 – Схеми запобіжних клапанів прямої дії.

Проведемо розрахунок для кулькового запобіжника (див. рис. А1) по формулам [21]:

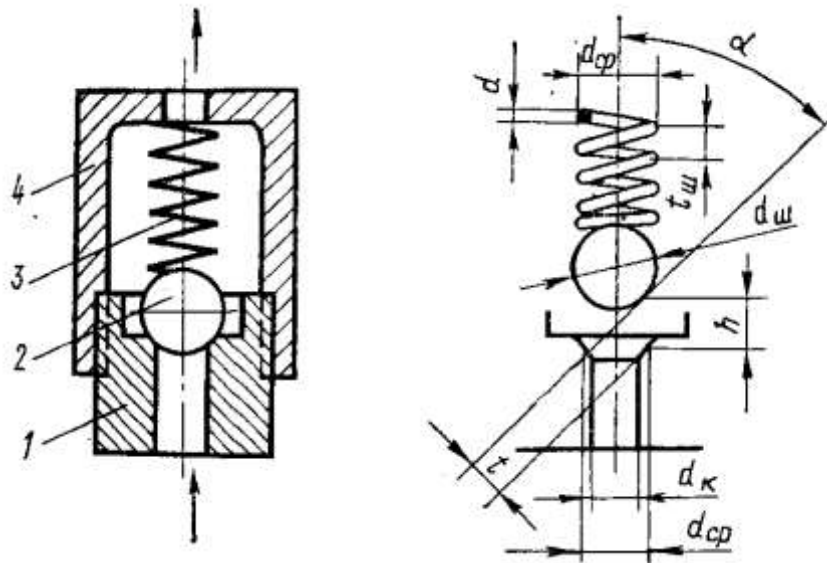
Діаметр клапана, м:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}},$$

де Q – витрата рідини через клапан, м³/с;

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

v – швидкість руху рідини, в залежності від тиску, $p \leq 12$ МПа $v = 5 - 12$ м/с. Приймаємо $v = 10$ м/с;



- 1 – корпус;
- 2 – кулька;
- 3 – пружина;
- 4 – ковпак.

Рисунок А2 – Схема устрою кулькового гідроклапана

Витрата рідини через клапан [22, ст124];

$$Q = \mu \cdot f \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma} \cdot \Delta p} ,$$

де μ - коефіцієнт витрат, для кульки, $\mu = 0,65$;

f – площа робочого вікна клапана, яка залежить від величини тиску, що діє на перекриваючий елемент, $f = 0,76 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$;

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

γ - питома вага рідини, $\gamma = 8338,5 \text{ Н/м}^3$;

Δp – перепад тиску на робочому вікні (отворі), $\Delta p = 71580 \text{ Па}$

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Отримаємо,

$$Q = 0,65 \cdot 0,74 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{8338,5}} \cdot 71580 = 6,242 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} ;$$

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,242 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 10}} 0,008916 \text{ м} = 8,916 \text{ мм} .$$

Знаходимо середній діаметр сідла під кульку, мм:

$$d_{CP} = d_k + (0,3 \div 0,5);$$

$$d_{CP} = 8,916 + (0,3 \div 0,5) = 9,416 \text{ мм} .$$

Діаметр кульки, мм:

$$d_{ш} = 1,5 \cdot d_k ;$$

$$d_{ш} = 1,5 \cdot 8,916 = 13,374 \text{ мм} .$$

Зусилля пружини при початковому відкритті гідроклапана, Н :

$$P_{пр} = \frac{p \cdot \pi \cdot d_{CP}^2}{4} ,$$

де p – тиск рідини в гідролінії, $p = 10^7$ Па;

$$P_{пр} = \frac{10^7 \cdot 3,14 \cdot (9,416 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 696 \text{ Н} .$$

Висоту підйому кульки визначають з умови, щоб площа щілини для пропускання масла була меншою за площу пропускного каналу. В цьому випадку висота h , мм:

$$h = \frac{d_k^2}{4 \cdot d_{CP} \cdot \sin \alpha} ,$$

де α - кут підйому сідла.

Для кульки $\alpha = 45^\circ$, тому формула прийме наступний вид [21, ст178]:

$$h = (0,25 \div 0,5) \cdot d_k ;$$

$$h = 0,4 \cdot 8,916 = 3,5664 \text{ мм} .$$

Згідно розрахунку вибирається кулька [22, ст155], яка має таку характеристику (табл.А1):

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця А1 – Геометричні параметри кульки запобіжного механізму

Діаметр кульки, мм	$D_{CP, мм}$	$H_{MAX, м}$ м	Маса кульки, г	Допустиме відхилення діаметру кульки від номінального значення, мм
13,494	10	3,8	10,097	±0,05

Запобіжний клапан повинен закриватись спеціальним кожухом, щоб запобігти самовільному регулюванню клапанів обслуговуючим персоналом. Після спрацювання запобіжного клапана оператор повинен негайно відрегулювати тиск [23].

Трубопроводи періодично підлягають зовнішньому огляду та гідравлічному випробуванню. При зовнішньому огляді визначається стан зварних і фланцевих з'єднань, сальників, перевіряють ухили, прогини, міцність несучих конструкцій. Здійснюється гідравлічне випробування встановленим тиском в залежності від матеріалу трубопроводу. Результати гідравлічного випробування вважаються задовільними, якщо тиск не впав, а у зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено ознак розривів, витікань або запотівання.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток В

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

« Проект зчпного пристрою для роботи самохідних скреперів в режимі скреперного потягу»

(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»

Олександр Сторчак

" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
кандидат технічних наук, доцент

Сергій КАРПУШИН

" ____ " _____ 2024 р.

					КРБ 2113303 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		