

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

«На правах рукопису»

УДК 621.878.44

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2024 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Конструювання та дизайн машин»
зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему _____
Пристосування для сколювання криги з дорожнього покриття

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу , групи МК – 21 мп

Порхун Назар Федорович

(прізвище ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доц., к.т.н Самойленко О.В.

(посада, науковий ступінь тавчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з розділу _____

(посада, науковий ступінь тавчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент:

_____ (посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ – 2024

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Конструювання та дизайн машин»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

Порхун Назар Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Пристосування для сколювання криги з дорожнього покриття

науковий керівник дисертації Самойленко О.В., доц., к.т.н

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від **“03” листопада 2023 року № 5127-с**

2. Термін подання студентом дисертації : 10.01.2024

3. Об'єкт дослідження: Навісне обладнання для сколювання криги з дорожнього покриття для потреб міського господарства

4. Предмет дослідження (Вихідні дані): Базова машина – навантажувач Бобкет модель s175. Форма виконання обладнання - навісне. Спосіб видалення криги – механічне дроблення з подальшим відкиданням на узбіччя. Принцип дії – комбінований (гравітаційний та ударний).

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Аналіз метеорологічних умов за місцем розробки. Патентно-інформаційні дослідження. Аналіз представленості на ринку обладнання. Розробка загальної конструкції пристосування. Аналіз стійкості навантажувача від перекидання. Розрахунок параметрів процесу дроблення криги.

Перевірка гідросистеми навантажувача на можливість використання обладнання. Перевірочні розрахунки окремих елементів. Оцінка економічної ефективності обладнання. Вимоги безпеки при роботі з обладнанням.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1. Класифікація способів видалення криги з дорожнього покриття. 2. Базова машина та її характеристики. 3. Сколювач криги (складальне). 4. Барабан (складальне). 5. Відвал (складальне). 6. Рама (складальне). 7. Кришка барабана (складальне). 8. Транспортні положення. 9. Гідросистема. 10. Сколювач криги (3D модель).

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав

9. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Ознайомлення із завданням	07.10.22-26.11.22	Виконано
2	Патентно-інформаційні дослідження, аналіз представленості на ринку	03.12.22-14.01.23	Виконано
3	Розрахунок технологічних параметрів сколювача криги	20.01.23-10.03.23	Виконано
4	Конструювання сколювача та його вузлів	15.03.23-05.05.23	Виконано
5	Перевірочні розрахунки	09.05.23-14.07.23	Виконано
6	Аналіз економічної ефективності та безпеки праці	17.07.23-16.09.23	Виконано
7	Представлення роботи на попередній захист	10.01.2024	Виконано
8	Виправлення зауважень	14.01.2024	Виконано
9	Представлення готової роботи	15.01.2024	Виконано

Студент

Назар ПОРХУН

Науковий керівник дисертації

Олексій САМОЙЛЕНКО

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота на тему «Пристосування для сколювання криги з дорожнього покриття», містить 95 сторінок пояснювальної записки, рисунків 26, таблиць 11, використаних джерел – 22, ілюстрації, що включають 20 слайдів презентації графічної частини.

Актуальність теми. У зимовий період є проблема прибирання криги та ущільненого снігу з дорожнього покриття, особливо на прибудинковій території або на тротуарах, де не має можливість заїхати велика техніка. Актуальним є розробка пристосування для сколювання криги з дорожнього покриття з метою підвищення безпеки та оптимізації інфраструктурних витрат в зимовий період на базі міні-навантажувача, як навісне обладнання. Міні-навантажувач часто використовується в житлово-комунальному господарстві для виконання різноманітних задач.

Мета дослідження. розробка та проектування обладнання із змінним робочим органом для Bobcat-S175.

Задачі досліджень:

- 1) Обґрунтування застосування обладнання для сколювання криги.
- 2) Патентно-інформаційні дослідження, аналіз обладнання на ринку України.
- 3) Розрахунок машини для сколювання криги, Опис конструкції пропонуваного обладнання
- 4) Аналіз гідросистеми на можливість використання обладнання, перевірочні розрахунки окремих вузлів і деталей

Методи дослідження: Аналіз інженерних рішень, методи активації пошуку інженерних рішень (мозковий штурм), аналіз представлених об'єктів на ринку, системний аналіз та відбір кращих рішень за системою критеріїв, моделювання компонентів.

Практичне зачення отриманих результатів: використовуючи результати розрахунків та проектування, було створено обладнання для сколювання криги.

Ключові слова: Кригосколювач, BobCat, ожеледиця, крига, пристрій, міні-навантажувач, сніг.

ABSTRACT

This master's thesis on the topic "Device for chipping ice from the road surface" contains 95 pages of an explanatory note, drawings 26, tables 11, used sources - 22, illustrations, including 20 slides of the presentation of the graphic part.

Actuality of theme. In the winter period, there is a problem of cleaning ice and compacted snow from the road surface, especially on the adjacent territory or on sidewalks, where large machinery cannot drive. The development of a device for chipping ice from the road surface in order to increase safety and optimize infrastructure costs in the winter period based on a mini-loader as an attachment is relevant. A mini-loader is often used in the housing and communal economy to perform various tasks.

The aim of the study. development and design of equipment with a variable working body for Bobcat-S175.

Objectives of the study:

- 1) Justification of the use of ice crushing equipment.
- 2) Patent and information research, analysis of the representation of equipment on the market of Ukraine.
- 3) Calculation of the machine for chipping ice, Description of the design of the proposed equipment
- 4) Analysis of the hydraulic system for the possibility of using the equipment, verification calculations of individual nodes and parts

Research methods: Analysis of engineering solutions, methods of activating the search for engineering solutions (brainstorming), analysis of presented objects on the market, system analysis and selection of the best solutions based on a system of criteria, modeling of components.

Practical application of the obtained results: using the results of calculations and design, ice chipping equipment was created.

Keywords: *Ice breaker, BobCat, icicles, ice, device, skid steer, snow.*

ЗМІСТ

Вступ.....		8
1	Обґрунтування застосування обладнання для сколювання криги.....	9
1.1	Метеорологічні умови Білоцерківського району Київської області	9
1.2	Способи видалення криги та снігу з дорожнього покриття.....	10
1.3	Опис і технічні характеристики базової моделі міні-навантажувача	16
2	Патентно-інформаційні дослідження	20
2.1	Патентні дослідження	20
2.1.1	Визначення індексів рубрик МПК.....	20
2.1.2	Результати патентного пошуку в Україні.....	22
2.1.3	Результати пошуку в патентному відомстві США.....	24
2.1.4	Результати пошуку в Європейському патентному відомстві.....	26
2.2	Аналіз представленості обладнання на ринку України.....	29
3	Проектний розділ	33
3.1	Опис конструкції пропонованого обладнання	33
3.2	Розрахунок машини для сколювання криги	35
3.2.1	Вибір основних параметрів. Визначення опорів	35
3.2.2	Розрахунок потужності на підйом робочого обладнання та визначення зусиль у гідроциліндрах	39
3.2.3	Розрахунок потужності механізму переміщення	40
3.2.4	Визначення потужності двигуна.....	42
3.2.5	Визначення стійкості від перекидання	43
3.2.6	Продуктивність.....	45
4	Конструкторський розділ.....	46
4.1	Аналіз гідросистеми на можливість використання обладнання	46
4.2	Перевірочні розрахунки окремих вузлів і деталей	49
4.3	Визначення потужності гідропривода і насоса	52
4.4	Вибір насосу	53
4.5	Розрахунок елементів конструкції на міцність	53
4.6	Перевірка зварного шва	56
5	Економічна ефективність впровадження льдосколювальної машини на базі міні-навантажувача BOBCAT S-175	58

5.1 Розрахунок вартості виготовлення кригосколюючого робочого обладнання	58
5.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження нового навісного обладнання	60
6 Вимоги безпеки для міні-навантажувача ВОВСАТ S-175.....	69
6.1 Вимоги до огляду робочого майданчика з кабіни.....	69
6.2 Шум та вібрація.....	69
6.3 Вібрація	70
6.4 Захист машиніста від шуму.....	72
6.5 Опалення та охолодження кабіни	73
6.6 Світлотехнічні прилади	74
6.7 Вимоги до безпеки	74
6.7.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	76
6.7.2 Вимоги безпеки під час роботи	76
6.7.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	78
6.7.4 Вимоги безпеки після закінчення робіт.....	78
Висновок.....	80
Список використаних джерел	82
Додаток А	85

ВСТУП

Ціллю магістерської роботи проектування та розрахунок кригосколювача на базі міні-навантажувача BobCat.

В даній роботі було виконано аналіз метеорологічних умов в місті Біла Церква та білоцерківського району в зимовий період.

Було проведено пошук способів видалення снігу та криги, а також патентний пошук обладнання для сколювання криги в патентних відомствах України, США та Європи.

Базовою машиною обрано міні-навантажувач BobCat, так як компактні розміри самохідної бази дозволяють успішно використовувати машину в умовах обмеженого робочого простору. Різноманітність навісного обладнання дозволяє виконувати міні-навантажувачу Bobcat цілий спектр робіт.

В даній роботі запропоновано навісне обладнання що складається з трьох основних частин: барабан з шипами, відвал і рама.

Принцип дії заснований на вільному обертанні барабана, який оснащений загостреними сталевими шипами. Відвал, що кріпиться на одній рамі з барабаном, прибирає зруйновану крижану кірку.

Дана тема доречна, оскільки на сьогоднішній день для боротьби зі складнощами, пов'язаними з крижаним покриттям прибудинкових територій таких як тротуари, вулиці між будинками, використовуються різні речовини, такі як солі та хімікати. Використання цих засобів призводить до забруднення навколишнього середовища, що негативно впливає на термін служби тротуарів та доріг. У той же час, механічне видалення льоду за допомогою ломів, скребків та інших ручних інструментів потребує значних фізичних зусиль, малопродуктивне та може пошкодити асфальтове покриття.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СКОЛЮВАННЯ КРИГИ

1.1 Метеорологічні умови Білоцерківського району Київської області

Клімат є помірно-континентальним, теплим, із достатнім зволоженням. Зима м'яка; середня температура січня $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Літо тепле; середня температура липня від 18 до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл 1.1). Опадів близько 600 мм на рік. Середньорічна кількість опадів — 500—600 мм, коефіцієнт зволоження 1,3. Середньорічна температура $+6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня тривалість безморозного (вегетаційного) періоду 160—170 днів. Переважають вітри західних і південно-західних напрямків.[2]

Таблиця 1.1 – Клімат в Білоцерківському районі [2, 10].

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, $^{\circ}\text{C}$	7,3						35,4	39,1					
Середній максимум, $^{\circ}\text{C}$	-3	-1	4	13	20	23	24	24	21	12	4	0	14
Середня температура, $^{\circ}\text{C}$	0,5	1	4,1	10,2	15,6	20,3	22,8	22,3	17,9	11,9	7,4	3,5	11,5
Середній мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-8	-7	-2	4	9	13	14	13	9	4	-1	-5	9
Абсолютний мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-21,2	-28,5					20,4	12,6					
Норма опадів, мм	48	46	39	49	53	73	88	69	47	35	51	52	650

Виконавши аналіз метеорологічних умов в Білій Церкві та районі можна спостерігати що в зимній період середня температура $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та достатня кількість опадів, також останні декілька років не рідким є перепади температури від позначки $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ у зимовий період, що в свою чергу сприяє утворенню криги та ущільненого снігу.

1.2 Способи видалення криги та снігу з дорожнього покриття

Зміст міських доріг - включає в себе різноманітні функціональні призначення, різні робочі витрати та методи виконання різних операцій. Однією з найбільш трудомістких і обсяжних операцій є утримання міських доріг чистими влітку та взимку.

Зимове прибирання. Основна мета – це забезпечити безпечний і безперебійний рух в межах швидкостей, встановлених правилами дорожнього руху для транспортних засобів.

Для прибиранні міських доріг в зимовий час виробляють три основні види робіт:

- 1) видаляють сніг та лід з дорожнього покриття, очищаючи його від свіжого або ущільненого снігу, а також від льоду та сніжно-крижаного нашарування.;
- 2) Очищають дорожні покриття від снігу та розбивають лід на смугах руху та автостоянках. засобів;
- 3) усувають ожеледь і слизькість, т. п. Усувають ожеледні плівки або застосовують засоби підвищення зчеплення на дорогах, покритих, ожеледних плівками, льодом або сніжно-крижаними накатами. Ліквідація сніжно-крижаних утворень-найбільш важливий етап збиральних робіт в зимовий час, так як результати і якість визначають експлуатаційний стан проїжджої частини дорожніх покриттів. Усувають сніжно-крижані освіти, як правило, в складних умовах - при інтенсивному русі транспортних засобів [1].

Ожеледь - тонкий льодяний шар, що утворюється на поверхні землі після дощу або відлиги при падінні температури. Також це прозорий льодяний покрив, що формується внаслідок замерзання крапель мряки чи дощу на поверхні землі або предметах при температурі від 0 до -6 °С. (рис.1.2). [13]

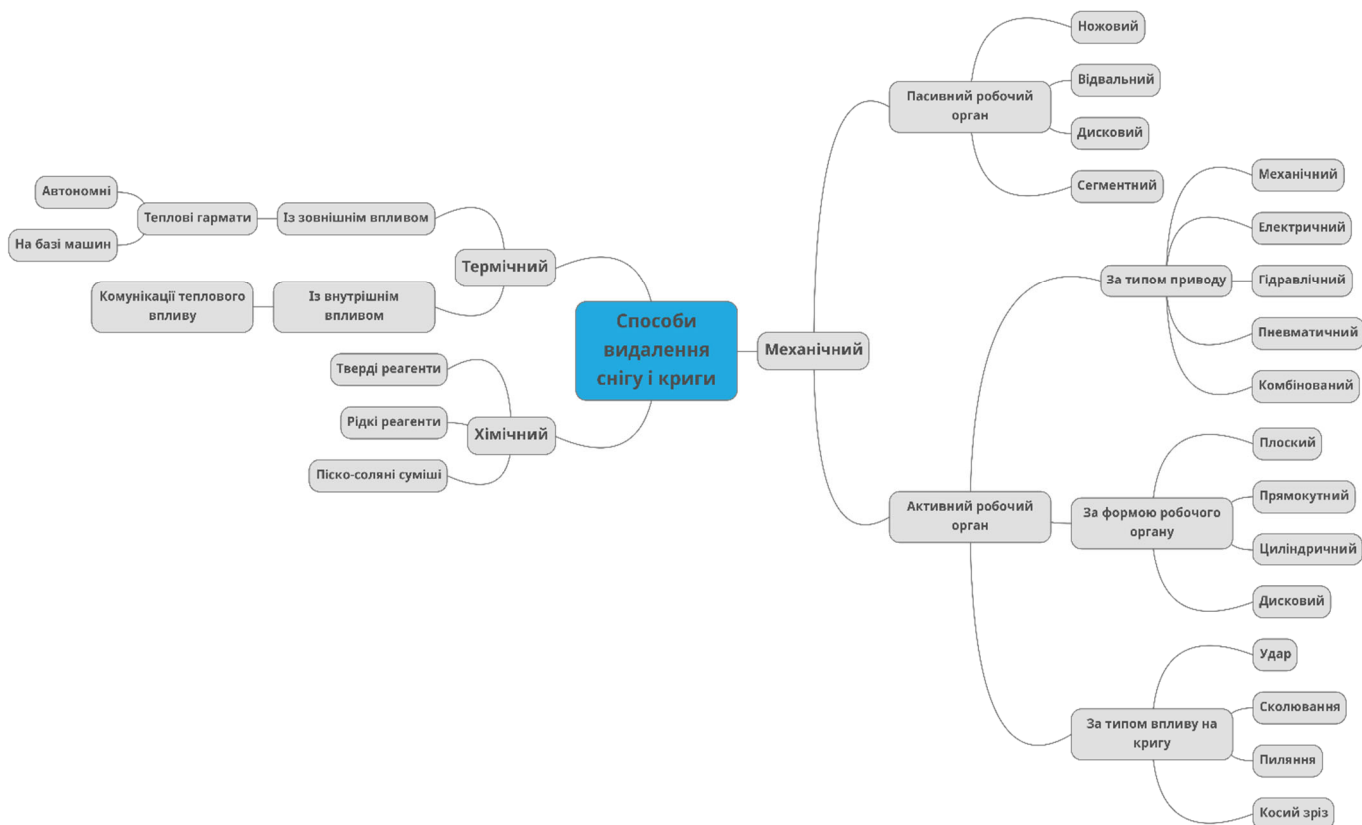


Рисунок 1.1 – Класифікація способів видалення криги.



Рисунок 1.2 – Ожеледь [15]

Мною було зафіксовано в місті Київ, вул. Межова, 18, 5 грудня 2023 року ожеледь (рис 1.3) що знаходиться під нахилом і на якому дуже важко пересуватися під час таких погодніх умов.



Рисунок 1.3 – Ожеледь в м.Київ

Після видалення криги або ущільненого снігу з приводом від кардана чи гідравлічного насоса, деформується покриття (рис 1.4).



Рисунок 1.4 – Деформоване покриття.

Ожеледиця формується у вигляді склоподібного льоду або інею, коли температура поверхні землі, дорожнього покриття, елементів дорожніх споруд та окремих предметів опускається нижче $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура повітря різко зростає від плюс 3 до мінус $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при високій (понад 90%) відносній вологості повітря, такій як туман, мряка, або при слабких дощових опадах. Ожеледиця зазвичай спостерігається передусім на ділянках, які пролягають неподалік від рік, каналів, боліт, озер та інших водойм.

Сніг приймає, якщо можливо сказати, процес метаморфозу, що полягає у переході від пухкого стану до твердого під впливом зовнішніх чинників, таких як транспортні засоби. Крім того, цей перехід відбувається за впливу змін температури повітря навколо. У випадку, коли снігопад відбувається при температурі близької до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, сніг дуже швидко стає щільним. При зниженні температури нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ та впливі коліс автомобілів, ущільнений сніг перетворюється в сніжно-крижаний накат або лід. Свіжо випавший сніг, який перетворюється в ущільнений або сніжно-крижаний накат, або лід, супроводжується значним збільшенням міцності цих утворень. Так, наприклад, міцність снігу після ущільнення зростає в 30 разів, а потім при перетворенні в лід - ще майже в 3 рази.

Крім того, освіту ущільненого снігу сніжно-крижаного накату або льоду на покритті супроводжується зниженням зчеплення коліс з ним, зміною опору перекочування і т. д.

Технологічні методи та технічні засоби для видалення ущільненого снігу, особливо льоду, виявляються складнішими порівняно зі свіжим неущільненим снігом. Тому необхідна періодична очистка дорожнього покриття від свіжого неущільненого снігу, що забезпечує належні умови для руху транспорту в найкоротший час. Для досягнення цієї мети застосовується ефективна обробка хімічними реагентами. У цьому випадку снігоочищення ґрунтується на введенні певної кількості реагентів відразу після випадання снігу, які зменшують температуру замерзання розчинів (утворених при контакті реагентів із снігом). Ці розчини, рухаючись під впливом транспортних засобів, рівномірно розподіляються по всьому об'єму снігу, утворюючи тонкий шар, що покриває кристали. Такий

процес змінює внутрішнє тертя і зчеплення між снігом та снігом, зберігаючи їхні властивості сипучості, та гальмує процеси ущільнення і прикочування. У таких умовах можна забезпечити якісне очищення дорожнього покриття за допомогою плужно-щіткових снігоочисників при інтенсивному русі транспортних засобів та виконанні певної технології робіт. (рис 1.1).

Очищення доріг від ущільненого снігу повинна бути організована відразу після його утворення, так як під впливом температури зовнішнього середовища і транспорту, що рухається він може перетворитися в сніжно-крижаний накат або лід; очищати треба за допомогою сколювачем-розпушувачів або автогрейдерів, забезпечених спеціальним ножем. Міцність змерзання сніжно-крижаного накату і льоду з дорожнім покриттям, що перевищує їх власну міцність, а також високий опір їх руйнувань навантажень різко ускладнюють механізацію робіт з очищення дорожніх покриттів в цих випадках. Технологія очищення доріг передбачає (як і під час снігоочиснення) комбіноване вплив на сніжно-крижаний накат і лід хімічними матеріалами і механізованими засобами.

Найчастіше сніжно-крижаний накат або лід формуються внаслідок тривалого утримання сніжного валу на обочині або внаслідок різких змін температури повітря (виникнення то плюсових, то мінусових температур). Рідше це відбувається на проїжджій частині доріг через несвоєчасне та неякісне прибирання ущільненого снігу з неї. Систематичне впливання на замерзання снігового нальоту або льоду на дорожньому покритті можна найбільш ефективно здійснювати за допомогою профілактичних методів, які передбачають зміну їх властивостей під час обробки реагентами та використання освітлення для утворення розчинів, що замерзають при низьких температурах. Для очищення льоду на великих площах використовують механічний льодовий сколювач, який є навісним обладнанням для авто-тракторної техніки.

Таке обладнання виробляють у різноманітній модифікації з влаштування та габаритів, що дозволяє працювати як на широких трасах, так і у маленьких дворах. Основним призначенням кригосколювача є розбивання крижаного шару на дорогах без пошкодження асфальтного покриття.

Використання обладнання для сколювання льоду на дорогах та тротуарах є критично важливим для безпеки та комфорту громадян під час зимових періодів. Ось декілька обґрунтувань для використання такого обладнання:

1. Забезпечення безпеки дорожнього руху: Зимові покриви, такі як сніг і лід, можуть суттєво збільшити ризик дорожньо-транспортних пригод, включаючи зіткнення та зісковзування автомобілів. Використання обладнання для сколювання льоду допомагає підтримувати дороги в безпечному стані та знижувати кількість аварій.

2. Забезпечення безпеки пішоходів: На тротуарах та пішохідних доріжках також може утворюватися лід, що призводить до травматичних падінь пішоходів. Сколювання льоду допомагає створити безпечні умови для пересування пішоходів.

3. Забезпечення доступності: Лід і сніг можуть ускладнювати доступ до магазинів, офісів, громадських послуг та інших місць. Забезпечення доступності для всіх громадян є важливою частиною соціальної відповідальності і громадянського обов'язку.

4. Економічні переваги: Видалення снігу та льоду з доріг та тротуарів сприяє збереженню інфраструктури та подовжує термін служби дорожнього покриття. Це може допомогти уникнути дорогих ремонтів та зберегти кошти на обслуговуванні і реконструкції доріг.

5. Підвищення комфорту: Використання обладнання для сколювання льоду допомагає підвищити комфорт громадян, особливо в зимовий період. Люди можуть спокійно пересуватися та водити авто, не переживаючи за безпеку.

6. Зменшення витрат часу і енергії: Видалення льоду та снігу з доріг та тротуарів дозволяє уникнути витрати значних кількостей часу та фізичної енергії громадян на боротьбу з небезпечними умовами.

Загалом, використання обладнання для сколювання льоду на дорогах та тротуарах є необхідним заходом для забезпечення безпеки, комфорту та доступності в зимовий період.

Серед всіх способів видалення снігу та криги (Рис 1.1) механічний з пасивним робочим органом у вигляді барабану з шипами має такі переваги:

1. Ефективність в очищенні. Механізм з бараном та шипами забезпечує високу ефективність при руйнуванні та видаленні снігу та льоду з доріг та тротуарів.

2. Висока прохідність. Шипи на барані дозволяють агрегату легко проникати в товстий шар снігу та льоду, покращуючи його прохідність.

3. Міцність та тривалість експлуатації. Використання такого механізму дозволяє забезпечити тривалий термін служби, оскільки шипи та механізм підшипників можуть бути стійкими до зносу.

4. Екологічність.

5. Енергоекономичний.

6. Простий в обслуговуванні.

Мною було проведено опитування серед співробітників житлового комунального господарства. За результатами опитування з'ясувалось що для видалення ущільненого снігу та криги немає необхідності в самостійній одиниці техніки, доцільніше використання навісного обладнання на міні-навантажувач який є на господарстві.

1.3 Опис і технічні характеристики базової моделі міні-навантажувача

Bobcat S175 є міні-навантажувачем (рис.1.5).



Рисунок 1.5 - Bobcat S175 [16]

Вітчизняні споживачі зупиняють свій вибір саме на навантажувачі Bobcat S175. За даними компанії 60% техніки бренду, що купується в Україні, становить модель саме міні-навантажувача. Він відноситься до будівельних машин середнього класу. З нього починається виробництво моделей навантажувачів з великою рамою, стріла яких піднімається за допомогою унікального вертикального триточкового механізму. Модель дуже популярна у всьому світі завдяки надійності та функціональності. Величезним плюсом буде ціна моделі, компактні розміри навантажувача, високий рівень продуктивності, а також можливість використання у важких умовах. За рахунок конструкції машина витривала та міцна, що підтверджується великою кількістю позитивних відгуків. Досягається це за рахунок міцної рами, унікальної будови стріли з чотирьох точковим підвісом. Якщо вірити статистиці, практично 3/5 покупців в Україні віддають перевагу саме цій моделі.[3]

Де використовується Bobcat S175:

Відмінною рисою навантажувача є широка сфера застосування. Модель оптимально підходить для роботи з вантажами різної ваги, габаритів та форми.

Найчастіше Bobcat S175 застосовується в наступних напрямках:

-Робота на промислових та будівельних об'єктах (рис 1.6);



Рисунок 1.6 - Bobcat S175 на будівельних об'єктах [18]

-Прибирання паркувань від снігу (рис 1.7);



Рисунок 1.7 - Bobcat S175 Прибирання від снігу [17]

-Робота у складських приміщеннях(рис 1.8);



Рисунок 1.8 - Bobcat S175 у складських приміщеннях [19]

-Експлуатація у портах, аеропортах;

-Переміщення крихкого вантажу.

Крім цього, Bobcat S175 використовується у сільськогосподарській сфері. За рахунок змінних навісних пристроїв він може застосовуватися для обробки землі, вирівнювання ґрунту, культивування. Допустимо застосування наважок для скошування трави та розпушування.

Величезна кількість навісного обладнання значно розширює сферу застосування міні-навантажувача.

Bobcat S175 - ціна та особливості моделі

Навантажувачі Bobcat S175 представлені у кількох модифікаціях. На посилених версіях ширший вибір наважок, а значить і ширша сфера застосування. При цьому всі модифікації схожі у плані маневреності за рахунок однакового розміру коліс та габаритів техніки.

Істотним плюсом буде й удосконалений процес навантаження. Тут він представлений гідравлічною системою. Це робить навантаження/розвантаження зручнішим.

Щодо технічних параметрів, то вони представлені такими показниками:

Довжина навантажувача 330 см;

Висота моделі 200 см;

Ширина машини 173 см.

У середньому витрата палива становить 11 л/год. Силова установка представлена 4-циліндровим двигуном об'ємом 2,2 л. Виробник двигуна Kubota. Він відповідає екологічним стандартам Tier 4. Крутний момент Bobcat S175 становить 145 Н/м, максимальна кількість обертів становить 2800 об/хв.

Маневреність та стійкість у будь-яких ситуаціях досягається за рахунок оптимального співвідношення колісної бази та ширини машини. Універсальність машини збільшує можливість застосування коліс із різним малюнком протектора. За бажанням замовника модель Bobcat S175 може укомплектовуватися шинами, призначеними для пересування певного типу поверхні. [3]

2 ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Патентні дослідження

2.1.1 Визначення індексів рубрик МПК

МПК - А01В 33/00

Ротаційний розпушувач ґрунту містить раму з розташованим на ній барабаном з ножами і горизонтальною віссю обертання, механізм приводу. Барабан розміщений перпендикулярно до напрямку руху машини і оснащений основними і додатковими ножами, які мають трикутну форму. При цьому додатковий ніж розміщений перпендикулярно до основного ножа на висоті 2/3 довжини від твірної барабана.

МПК - Е01Н 5/12

1. Пристрій для роботи з льодом, ущільненим снігом та/або ґрунтом містить робочі органи, встановлені з можливістю обертання та нахилені більшою основою своєї форми в сторону-вниз, який відрізняється тим, що кожний робочий орган встановлено в або на торець прута.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що на торці прута виконано посадочне місце (вісь) для встановлення на ньому робочого органу.

3. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що в торці виконано отвір для осі робочого органу з якою робочий орган виконано як одне ціле.

4. Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що на осі робочого органу виконано кільцеву канавку а в пруті посадочне місце для фіксатора.

5. Пристрій за п. 4, який відрізняється тим, що посадочне місце для фіксатора виконано в вигляді двох отворів які перетинають по баках отвір в пруті в місці де розташована канавка на встановленій в отвір прута, осі а фіксатор виконано з штиря (дроту).

6. Пристрій за п. 4, який відрізняється тим, що на пруті в місці де розташована канавка на встановленій в отвір осі, а фіксатор виконано в вигляді пружинної шайби.

7. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що робочий орган має тарільчасту форму, з отвором в дні.

8. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що робочий орган має форму конуса з твірною в вигляді кривої лінії.

9. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що робочий орган має форму конуса (зрізаного конуса) з прямою твірною.

10. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що в робочому органі зі сторони його більшої основи виконано заглиблення.

11. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що в робочому органі з боку його більшої основи він виконаний без заглиблення.

12. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що прут зігнуто.

13. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що в пруті виконано отвір(отвори) для фіксації його розташування.

14. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що пруди встановлено в деформовану під розмір прутів, частині труби та зафіксовано їх розташування штирями через отвори в прутах та трубі.

15. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що в недеформовану частину труби встановлено держак.

16. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що кут нахилу робочих органів зафіксовано відносно деформованої частини труби штирем встановленим в той чи інший отвір прута.

17. Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що робочий орган своєю віссю встановлений в отвір штиря на підшипнику ковзання.

18. Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що робочий орган своєю віссю встановлений в отвір штиря на підшипнику кочення.

МПК - E01H 5/09

Кінцева фреза, яка складається із монолітного стрижневого корпусу, на якому виконані прямокутні виточки гнізд, для кріплення в них ріжучих пластин гвинтами, який відрізняється тим, що гнізда під пластини виконані окремо в 2-х різцевих вставках, які закріплені до кінцевої фрези гвинтами і гнізда перетинаються

на прямолінійних прямих, а ріжучі кромки пластин розташовані у шаховому порядку.

МПК - А01В 21/08

Пристрій для чищення поверхні від льоду та ущільненого снігу, що містить щонайменше один робочий орган, нахилений боковою поверхнею, розташованою під кутом до площини обертання робочого органу, вверх, а більшою основою форми робочого органу - вниз, та вісь для обертання робочого органу, нахилену переважно поперек руху робочого органу, який відрізняється тим, що робочий орган встановлений на осі роз'ємним з'єднанням.

МПК - А01В 29/00

Ґрунтообробний коток містить маточину, на якій зібрані в батарею гофровані диски. Маточина виконана у вигляді циліндричної труби з двома співвісними цапфами. На ділянках між дисками встановлені гофровані втулки, торці яких відповідають поверхні гофрованого диска. Гофровані диски виконані симетричними відносно повздовжньої осі котка. При роботі гофровані диски розпушують шар ґрунту на величину заглиблення з одночасним ущільненням. [4], [12]

2.1.2 Результати патентного пошуку в Україні

1). Назва винаходу (корисної моделі) - робочий орган для очищення автомобільних шляхів та тротуарів від полою [UA] executive device for cleaning highways and pavements with grabbing [EN]

Індекс МПК - E01H5/12

Номер патенту – 15914

Країна – Україна

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 30.06.1997

Реферат - робочий орган містить горизонтальний привідний вал з руйнуючими елементами, виконаними у вигляді закріплених петле о подібно якірних ланцюгів.(рис 2.1) [11], [5]

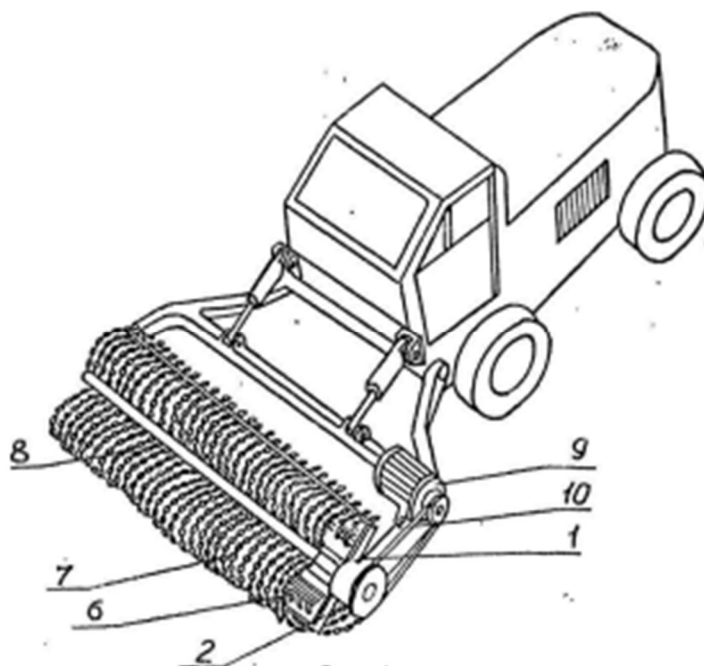


Рисунок 2.1 - Робочий орган для очищення автомобільних шляхів та тротуарів від полою [11]

2). Назва винаходу (корисної моделі) - робоче обладнання снігоочисника [UA], working equipment for snowplow [EN]

Індекс МПК - E01H5/09#

Номер патенту – 98989

Країна – Україна

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 12.05.2015

Реферат - Робоче обладнання снігоочисника містить праву і ліву стрічкові фрези, розсікач, лопатевий ротор. Розсікач виконаний у вигляді фрези, а на стрічкових фрезах встановлені гребінчасті різці. (рис 2.2) [11], [5]

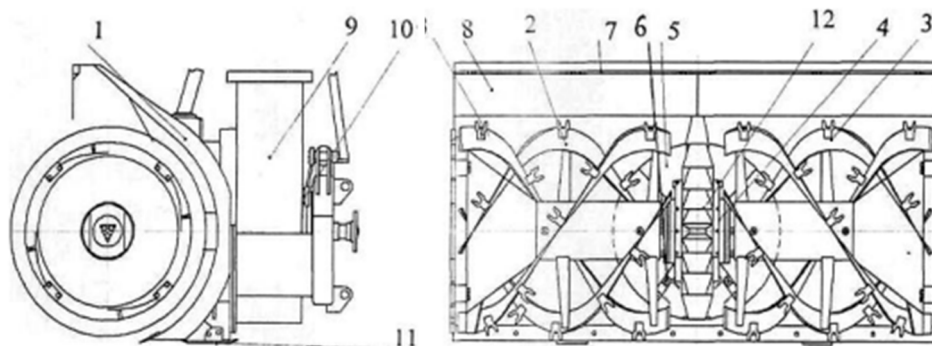


Рисунок 2.2 - Лопатевий ротор [11]

2.1.3 Результати пошуку в патентному відомстві США

1). Назва винаходу (корисної моделі) - апарат для видалення снігу та льоду
[UA] apparatus for removing snow and ice [EN]

Індекс МПК - А46В13/00 ; Е01Н5/09 ; Е01Н5/12

Номер патенту – СА2095399А1

Країна – USA

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 11.04.1994

Реферат - пристрій для видалення льоду та снігу з поверхні, що складається з опорної рами та подовженого елемента, встановленого на опорній рамі з можливістю обертання. Подовжений елемент має перший кінець і другий кінець. Безліч гнучких плечей відходять від подовженого елемента по суті по спіралі. Під час обертання подовженого елемента важелі різко вдаряються об поверхню ґрунту, щоб зрушити збитий сніг і лід, які потім переносяться спіральним малюнком плечей від першого кінця подовженого елемента до другого кінця. (рис. 2.3). [5]

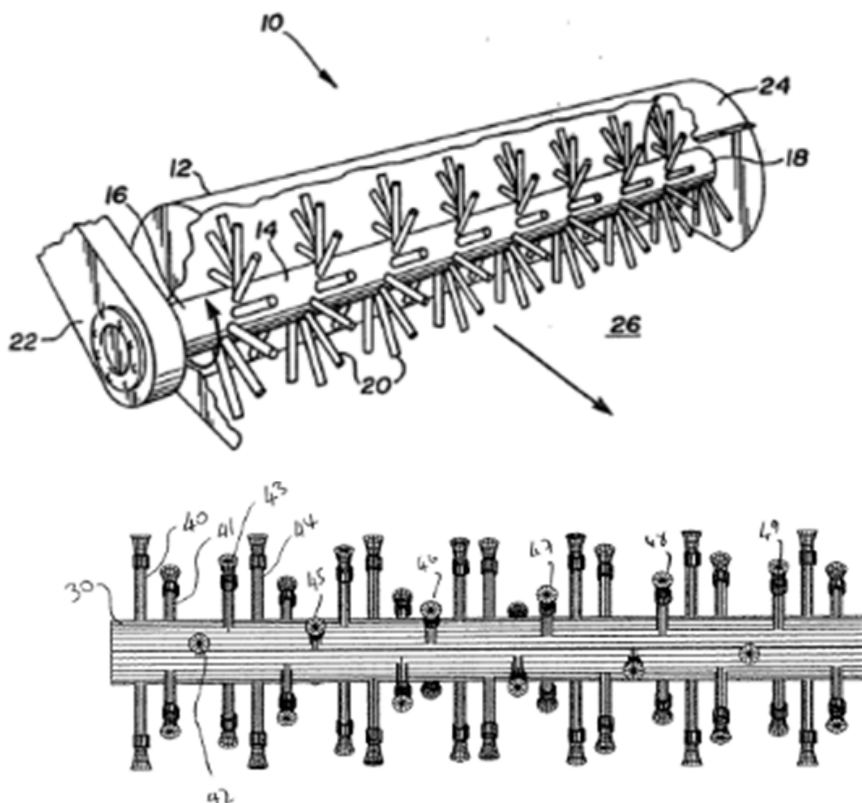


Рисунок 2.3 - Апарат для видалення снігу та льоду [5]

2). Назва винаходу (корисної моделі) – снігоприбиральний пристрій [UA]
snow removing device [EN]

Індекс МПК - E01H5/09 ; (IPC1-7):E01H5/00 ; E01H6/00 ;

Номер патенту – CA2096260A1

Країна – USA

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 15.11.1994

Реферат - шнековий шнек винаходу призначений для використання в механізмі для збирання снігу, подрібнення та викидання снігу з переднім завантаженням автомобільного транспортного засобу для прибирання снігу. Гвинт шнека складається з подовженої осі, вісь встановлюється горизонтально в знаряддя та має обертатися, подовжена вісь визначає першу та другу протилежні кінцеві частини та проміжну частину, розташовану між першою та другою кінцевими частинами; першу та другу спіралеподібні лопаті, інтегрально встановлені на першій кінцевій частині осі та спіралеподібні загалом уздовж паралельних спіральних шляхів; третя і четверта спіралеподібні лопаті, інтегрально встановлені на другій кінцевій частині осі і обертаються по спіралі загалом уздовж паралельних спіральних траєкторій, і визначають перший крок, інвертований відносно кроку, визначеного першою і другою спіральними лопатями. Будь-який матеріал, що зачепить будь-яку з перших по четверту лопаті, буде зміщено до проміжної частини осі для вивантаження з неї через жолоб. (рис. 2.4) [5]

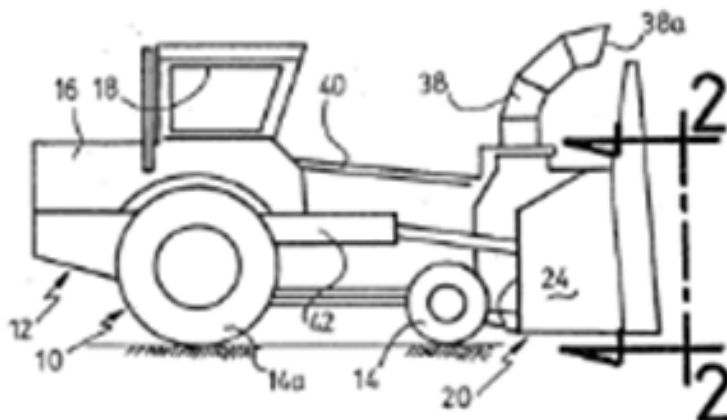


Рисунок 2.4 - снігоприбиральний пристрій [5]

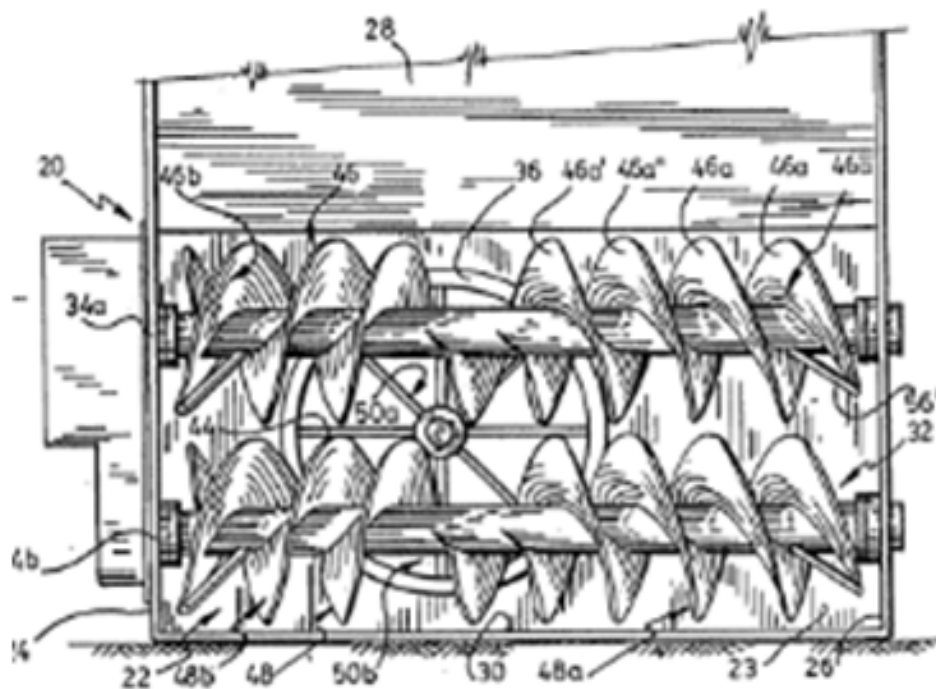


Рисунок 2.4 – Аркуш 2

2.1.4 Результати пошуку в Європейському патентному відомстві

1). Назва винаходу (корисної моделі) – протиожеледна снігоприбиральна машина [UA], Deicing snow throwing machine [EN]

Індекс МПК - E01H5/08

Номер патенту – CN205242340U

Країна – Фінляндія

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 18.05.2016

Реферат - Корисна модель розкриває протиожеледну машину для відкидання снігу, цей упакований пресом тюк складається з рами, поясної рейки, підйомного циліндра, коробки передач, пристрою для очищення від льоду та снігу, ураженої снігової клітки, спірального пристрою для видування снігу, очищаються лижі та привід механізм. Корисна модель розкриває імітаційний ручний принцип роботи, який розчищає сніг, чітко встановлює пристрій для льоду та снігу в рамі, в якому

ковзани лопати з'єднуються на головному валу, а лопата для ущільнення льоду та снігу легко обертається. на дорожньому покритті, переможений сніг моток клітка спіралі з крильчаткою, співпраця снігової секції товстого бамбука виходить, олово видувається снігом, лід і сніг видалення є прямим, ґрати дрозд дме снігу секцію товстого бамбука можна обертати, змінювати орієнтацію снігу. Корисна модель розкриває реалізацію повних механізованих операцій, фюзеляж невеликий, і це спритно працювати, і операція бути зручною для займає область, коли простоює і не вистачає, і трактор не втрачає своєї корисності, тому заощадити кошти, практичність хороша, зручна для популяризації та використання, і трактор служить для кількох цілей, він ефективний. (рис 2.5 та 2.6) [5]

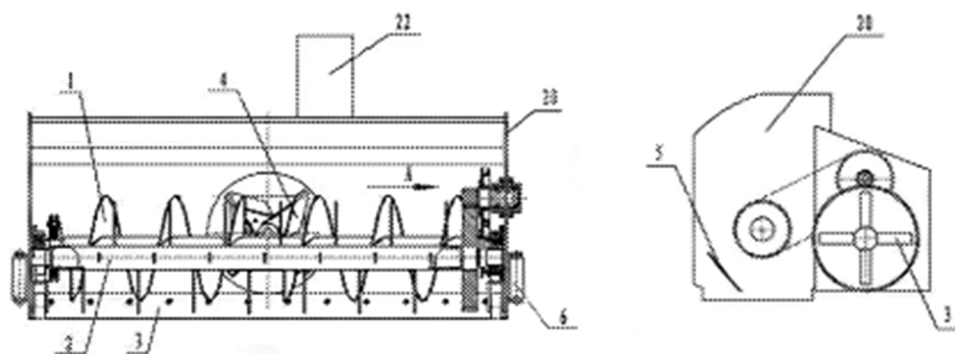


Рисунок 2.5 - протиожеледна снігоприбиральна машина [5]

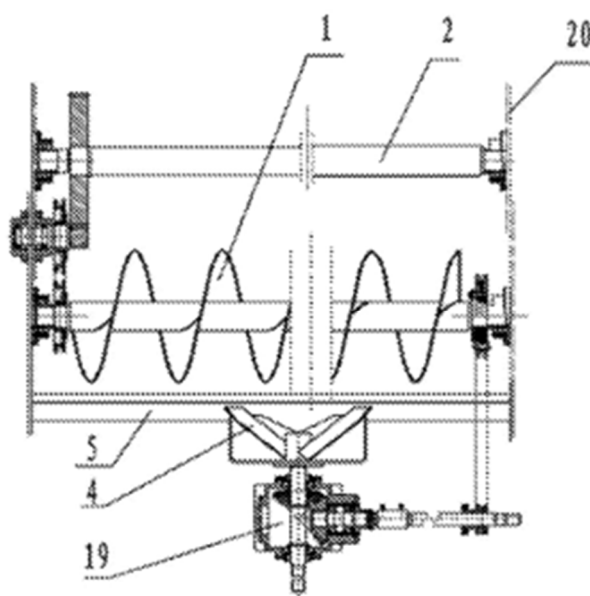


Рисунок 2.6 - протиожеледна снігоприбиральна машина [5]

2). Назва винаходу (корисної моделі) – Апарат для видалення скобів з ґрунтової поверхні [UA] Apparatus for Removing Scraping a Ground Surface [EN]

Індекс МПК - E01H5/09 ; E01H5/12 ;

Номер патенту – CA2126249A1

Країна – Австрія

Дата публікації відомостей про видачу патенту – 21.12.1995

Реферат - Пристрій для видалення льоду та снігу з поверхні, що складається з опорної рами та подовженого елемента, встановленого на опорній рамі з можливістю обертання. Подовжений елемент має перший кінець і другий кінець. Безліч гнучких плечей відходять від подовженого елемента по суті по спіралі. Під час обертання подовженого елемента важелі різко вдаряються об поверхню ґрунту, щоб зрушити збитий сніг і лід, які потім переносяться спіральним малюнком плечей від першого кінця подовженого елемента до другого кінця елемента. (рис. 2.7)

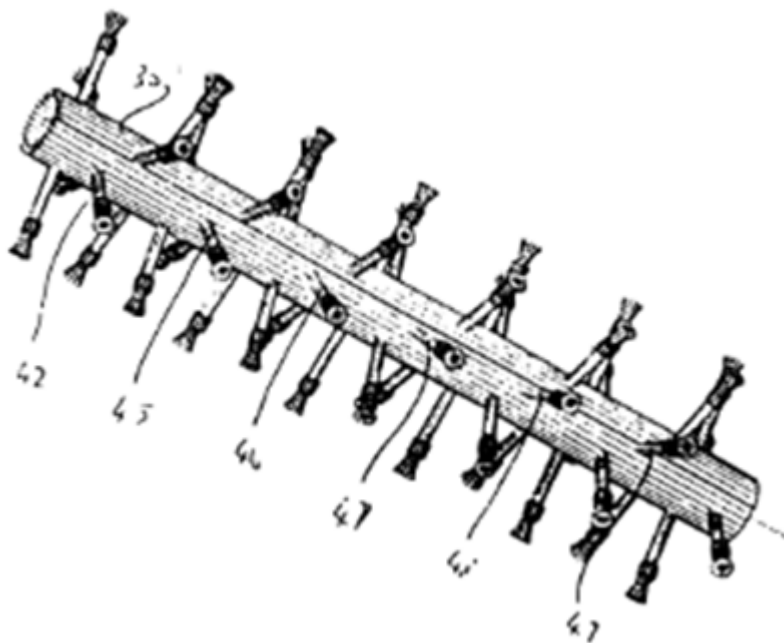


Рисунок 2.7 - Апарат для видалення скобів з ґрунтової поверхні

Виконавши аналіз патентно пошуку можна зробити висновок що патентів на даний пристрій досить мало як на патентних ресурсах України так і Європи та США

2.2 Аналіз представленості обладнання на ринку України

Сколювач льоду БЛ-2500

Конструкція сколювача складається з одинадцяти робочих дисків, на кожному з яких встановлено по шість різців (рис. 2.8). Ця модель сколювача може встановлюватися на місце щіткового агрегату. Також конструкція агрегату містить механізм захисту від перевантажень. Він запобігає пошкодженню дорожнього покриття або пошкодженню агрегата під час контакту з перешкодою.

Корпус сколювача обертається за допомогою ланцюгового приводу. Робочі елементи встановлені на ланцюгах. Вони з двох сторін притиснуті пружинами. Диски мають можливість рухатися в різних площинах, запобігаючи виникненню необроблених ділянок на оброблюваній площі. [6]



Рисунок 2.8 - Сколювач льоду БЛ-2500 [6]

В (табл. 2.1) наведено основні технічні характеристики сколювача криги фрезерного типу.

Таблиця 2.1 – Характеристики сколювача льоду БЛ-2500

Найменування параметру, характеристика	Од. вим.	Значення
Агрегується з тракторами	клас	1,4-2
Габаритні розміри: Д*Ш*В	мм	2010*2550*1200
Швидкість трактора з монтованим обладнанням: ч/а/транспортна, тах	км/год	10/18
Ширина очисної смуги: - при положенні обладнання, повернутому на кут 20° осно повздовжньої осі трактора	мм	2100
Частота обертання ВВП трактора	об/хв	1000
Діаметр щітки	мм	560
Маса навісного обладнання, не більше	кг	650
Глибина очисного шару за один прохід	мм	50

Сколювальник льоду Bobcat - принцип роботи, оснащення, особливості монтажу.

Алгоритм роботи сколювача Bobcat простий: спочатку він набирає ґрунт у ківш, потім доставляє його на потрібне місце, а потім розвантажує. Весь цей процес контролюється оператором безпосередньо з його кабіни.

Диск конусоподібної форми – основний робочий механізм скрепера Bobcat. Диск вільно обертається і володіє ріжучою кромкою, що самозаточується. Вона рухається за допомогою гідравлічної системи навантажувача, з яким експлуатується скрепер.(рис. 2.9)

Сколювач льоду Bobcat сумісний з усіма машинами колісного типу. Його можна монтувати і на гусеничних міні-навантажувачах. Установка цього навісного обладнання здійснюється за рахунок монтажної рами Bob-Tach, яка характеризується високим ступенем надійності. Будь-який оператор зможе легко розібратися з принципом її роботи за лічені хвилини. Демонтаж скрепера також проводиться за системою Bob-Tach. [7]



Рисунок 2.9 – Сколювач льоду Bobcat[22]

Таблиця 2.2 – Характеристики сколювач льоду Bobcat [22]

Опис	Довжина(А) (мм)	Ширина (В) (мм)	Висота (С) (мм)
Mini	1171	914	485
Super	1397	1143	483

Таблиця 2.3 – Характеристики маси[22]

Опис	Робоча маса (кг)	Маса при транспортуванні (кг)
Mini	45	59
Super	78	102

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики продуктивності сколювач льоду Bobcat [22]

Опис	Діаметр диска (мм)
Mini	457
Super	559

Отже, маємо два сколювача криги різних за принципом дії, основні відмінності я навів в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Порівняльна таблиця сколювачів криги [6]

	Сколювач льоду БЛ-2500	Сколювальник льоду Bobcat (Super)
Принцип кріплення	Задня сцепка	Фронтальне
Принцип роботи	Вал що обертається	Диск що розрізає і піднімає
Привід	Ланцюговий	Без приводу
Вага (робоча), кг	650	78
Розміри: Д/Ш/В, мм	2010/2550/1200	1397/1143/483
Ширина очисної смуги, мм	При положенні обертання, повернутому на кут 20° відносно осі трактора – 2100	559
Глибина очисного шару, мм	50	40

В процесі пошуку обладнання на ринку України я зробив висновок що обладнання для сколювання криги та снігу навісного виду мало і взагалі немає обладнання з пасивним робочим органом у вигляді барабану з шипами. Отже розробка такого обладнання перспективна.

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис конструкції пропонованого обладнання

В результаті проведеного аналізу погодніх умов, опитування працівників житлового комунального господарства, літератури, опрацювання існуючих патентів, а також огляд представленого обладнання на ринку України, пропонуємо наступний вид робочого обладнання для міні-навантажувача Bobcat-S175.

Це обладнання є змінним робочим органом для Bobcat-S175 так як представлений міні-навантажувач використовується в комунальному господарстві (рис 3.1).

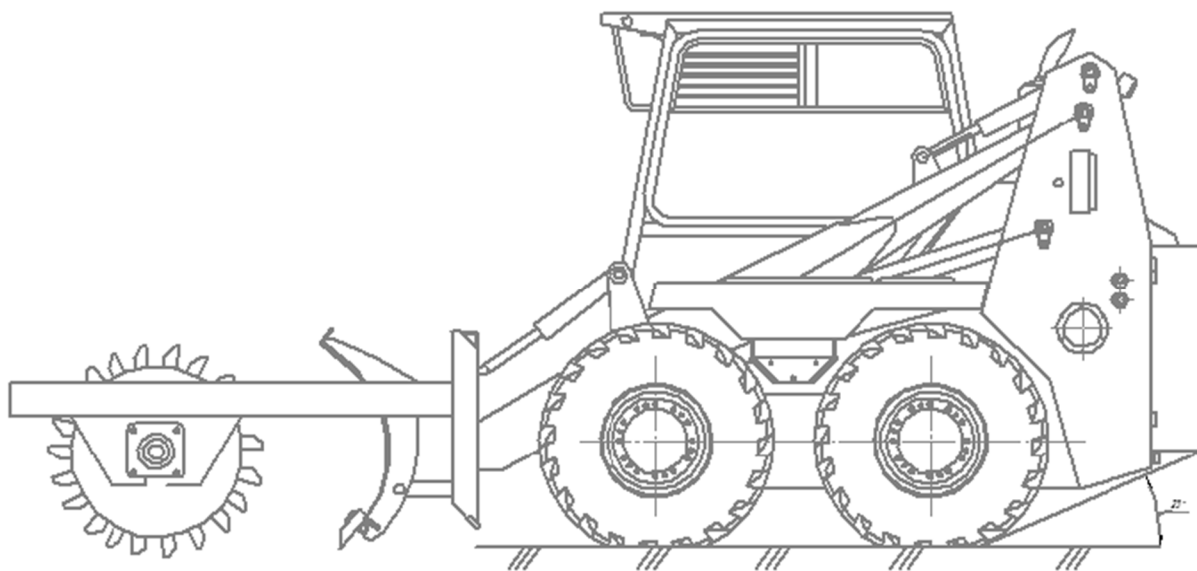


Рисунок 3.1 - Кригосколююче обладнання на базі міні-навантажувача Bobcat-S175.

Принцип дії кригосколювача (рис. 3.1) заснований на вільному обертанні барабану, оснащеної спеціальними сталевими загостреними шипами. Під час руху транспортного засобу барабан кригосколювача, що обертається, рівномірно руйнує сніжно-крижану кірку по всій ширині захоплення, що сприяє швидкому очищенню дорожнього полотна від криги та ущільненого снігу.

На рамі, яка кріпиться за допомогою швидко-знімних з'єднань до базової машини, встановлений барабан в підшипникових вузлах. До зовнішньої поверхні ковзанки приварені загострені шипи. Гідроциліндри шарнірно-важільного механізму переводить барабан з транспортного в робоче положення. Він також дозволяє регулювати висоту заглиблення загострених шипів у лід, що зручно при експлуатації кригосколювача на нерівних поверхнях.

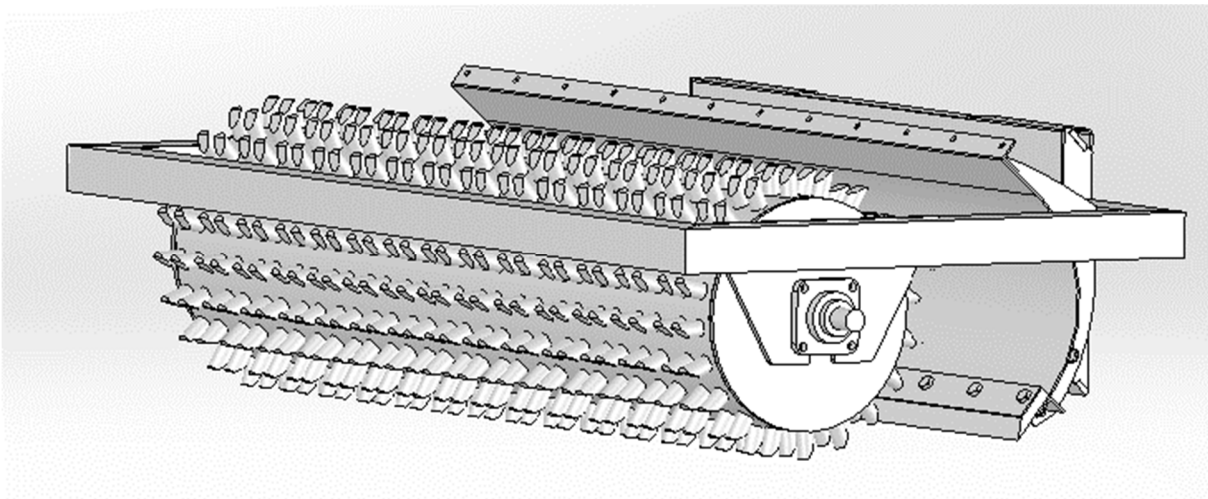


Рисунок 3.2 - 3D модель робочого обладнання

Кригосколуюче обладнання (рис. 3.2) навішується на стрілу навантажувача за допомогою спеціального швидкокороз'ємного пристрою BobTach, який дозволяє змінювати обладнання без зайвих тимчасових та фізичних витрат. Навантаження обробленого льоду може здійснюватися тим самим навантажувачем при встановленні стандартного або збільшеного ковша. Запропонована конструкція робочого обладнання повинна відповідати таким технічним умовам:

- Підвищення продуктивності машини за рахунок зменшення кількості проходів оброблюваної поверхні;

- надійність конструкції у роботі;

- Взаємозамінність робочого обладнання;

- Швидкість та простота монтажу та демонтажу робочого органу;

- Зручність при виконанні операцій з технічного обслуговування.

Технологічність виготовлення запропонованої модифікації робочого органу не викликає особливих труднощів. Конструкція та компоновання вузлів та механізмів запропонованого обладнання забезпечує застосування агрегатного методу виконання монтажних-складальних робіт.

3.2 Розрахунок машини для сколювання криги

3.2.1 Вибір основних параметрів. Визначення опорів

Сумарний опір при роботі снігоочисника:

$$W = W_{piz} + W_{відв} + W_{нід} + W_{ін} + W_{зас.нов.} + W_M, \quad (3.1)$$

де W_{piz} - опір снігу різанню (Напрямок вздовж осі руху машини);

K_{piz} – питомий опір снігу різанню = 300...400 кг/м³

B – ширина захвату відвалом = 1,7м

h – товщина снігового покриву = 0,05м

$$W_{piz} = K_{piz} \cdot B \cdot h \quad (3.2)$$

$$W_{piz} = 350 \cdot 1,7 \cdot 0,05 \cdot 29,75H$$

W_{np} – сила опору, що виникає при терті призми волочіння снігу, що розробляється, про денну поверхню:

$$W_{np} = m_{np} \cdot g \cdot \operatorname{tg} \rho \cdot \sin(\varphi + \sigma) \quad (3.3)$$

де m_{np} – маса призми волочіння

$\rho_{сн}$ – щільність снігу = 120 кг/м³

σ – кут зовнішнього тертя металу

φ – кут між відвалом і поздовжньою віссю машини

$$W_{np} = 101,91 \cdot 10 \cdot 0,29 \cdot 0,6 = 175,94H$$

$$m_{np} = B^2 \cdot h \cdot \rho_{сн} \cdot \cos\sigma \quad (3.4)$$

$$m_{np} = 1.7^2 \cdot 0.05 \cdot 120 \cdot 0.86 = 101.91 \text{ кг}$$

$W_{відв}$ - сила , опору що виникає при терті відвала розробленого снігу з поверхнею відвала.

$W_{нід}$ - сумарний опір підйому сніжної стружки в проекції на горизонтальну вісь руху машини.

$$W_{під} = 0,5P_h (\text{tg } \rho + \text{tg } \sigma) \sin 2\alpha \cdot \sin \varphi \quad (3.5)$$

$$W_{нід} = 600 \cdot 0,50 \cdot 0,39 \cdot 0,86 \cdot 0,86 = 804,52$$

Де нормальна складова сили P_h на лобову поверхню ножа відвала $P_h \cdot \sin 2\alpha$, де α – кут різання снігу у вертикальній площині.

$W_{пер}$ - опір переміщенню призми вздовж відвала в проекції на вісь руху машини:

$$W_{пер} = P_h \cdot \text{tg}\sigma \cdot \cos \varphi \quad (3.6)$$

$$W_{пер} = 0,1 \cdot 0,86 \cdot 600 = 51,36 \text{ Н}$$

Знайдем швидкість барабана, при якій можливе руйнування матеріалу.

$$V_{кр} = 0,0175 \sqrt[3]{\left(\frac{\sigma_p}{\gamma_0 \cdot d}\right)^2}, \quad (3.7)$$

де σ_p - межа міцності матеріалу, $\sigma_p = 40 \cdot 10^4$ Мпа;

γ_0 – об'ємна маса матеріалу, що руйнується, $\gamma_0 = 917$ кг/м³;

d – діаметер матеріалу, що руйнується, $d = 0,1$ м.

$$V_{кр} = 0,0175 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{40 \cdot 10^4}{0,917 \cdot 10^3 \cdot 0,1}\right)^2} = 2,56 \text{ м/с} \quad (3.8)$$

Розрахуємо необхідне зусилля для початку сколювання льоду.

$$F_{KP} = 0,04 \cdot V_{окр} \cdot h \cdot \sqrt{mg\sigma_P}, \quad (3.9)$$

де h – товщина криги

V – мінімальна швидкість обертання барабана.

$$F_{KP} = 0,04 \cdot 0,1 \cdot 2,56 \cdot \sqrt{350 \cdot 9,8} \cdot 40 \cdot 10^4 = 3078 \text{ Н}$$

Таким чином 3078Н мінімальне зусилля необхідне для сколювання льоду нашим робочим навісним обладнанням. [8], [9].

$W_{ін}$ – сила інерції сніга. Виникає при витратах енергії на розгін сніга при переході з нерухомого стану в рухомий вал волочіння.

$$W_{ін} = \frac{B \cdot h \cdot \rho_{сн} \cdot V^2 \cdot \sin^2 \varphi}{2 \cdot g} \quad (3.10)$$

$$W_{ін} = \frac{1,7 \cdot 0,05 \cdot 120 \cdot 5^2 \cdot 0,73}{2 \cdot 9,8} = 98,4 \text{ Н}$$

$W_{зас.нов.}$ – опір переміщення відвала снігоочисника по засніженій поверхні дороги.

$$W_{зас.нов.} = G_0 \cdot tg\beta = 3000 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ кН}, \quad (3.11)$$

$$W_{зас.нов.} = 3000 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ кН}$$

де G_0 – вага відвала;

$tg\beta$ - коефіцієнт тертя від опорних коліс.

W_M – опір переміщенню базової машини.

$$W_M = G_M \cdot (f \pm i) = 30 \text{ кН}, \quad (3.12)$$

де G_M – повна маса машини;

f – коефіцієнт супротиву руху, $f = 0,1$;

i – ухил дороги

$$W = 175,94 + 804,52 + 51,36 + 98,4 + 4500 + 3078 + 30000 = 3877,1 \text{ кН}$$

Потужність переміщення робочого обладнання знайдемо по наступній формулі:

$$N_{пер} = \frac{W \cdot V_{пер}}{\eta}, \quad (3.13)$$

де $V_{пер} = 2$ м/с – швидкість руху машини;

$\eta = 0,85$ – ККД.

Тоді

$$N_{пер} = \frac{38,1 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,85} = 22,52 \text{ кВт} \quad (3.14)$$

Визначення ударного ефекту циліндра з бетоном в барабані кригосколювача, який перекочується в середині від крутного моменту барабана та виконує ударні імпульси що в свою чергу добавляє сили для сколювання криги або ущільненого снігу. (рис. 3.3)

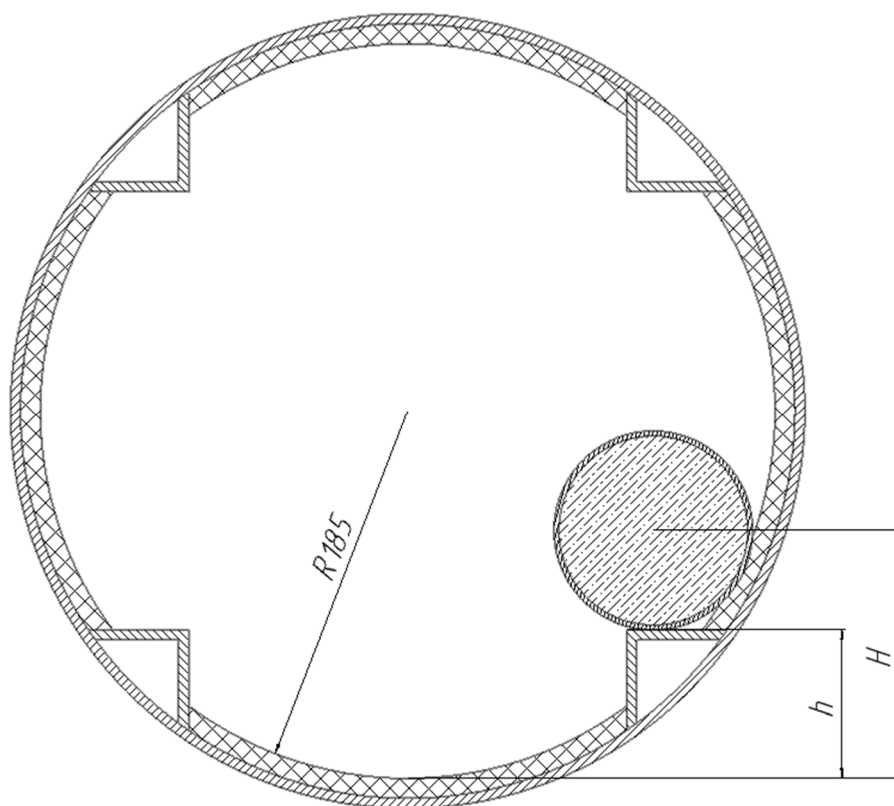


Рисунок 3.3 – Барабан кригосколювача в розрізі

Сила удару внутрішнього барабану з бетоном об зовнішній барабан кригосколювача визначимо за формулою (3.15)

$$F_{\text{удар}} = m \cdot g$$

$$F_{\text{удар}} = \pi R^2 \cdot \rho \cdot g, \quad (3.15)$$

де R – радіус циліндра заповненого бетоном $R = 100\text{мм}$.

ρ – густина бетону $\rho = 2000\text{кг/м}^3$

g – сила тяжіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

$$F_{\text{удар}} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 2000 \cdot 9,8 = 615,44 \text{ Н}$$

$$E_{\text{удар}} = mgh, \quad (3.15)$$

де h – висота падіння циліндра

$$E_{\text{удар}} = \pi R^2 \cdot \rho \cdot g \cdot h,$$

$$E_{\text{удар}} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,0725 = 44,61 \text{ Дж}$$

3.2.2 Розрахунок потужності на підйом робочого обладнання та визначення зусиль у гідроциліндрах

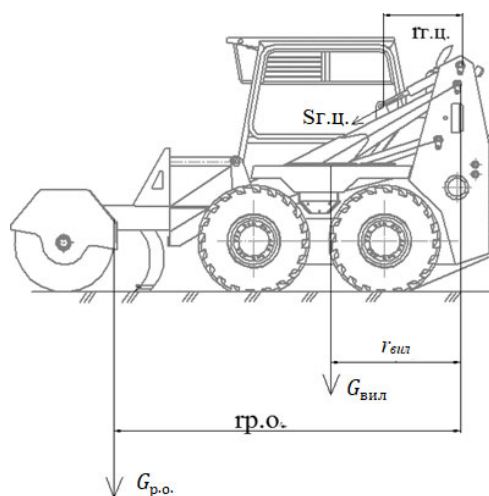


Рисунок 3.4 - Визначення зусиль у гідроциліндрах

Щоб визначити потужність, необхідну для підйому робочого обладнання, визначимо значення плечей відповідних сил відповідно до розрахункової схеми:

$$r_{p.o.} = 3,4 \text{ м}; \quad r_{вил} = 1,4 \text{ м}; \quad r_{г.ц.} = 0,5 \text{ м}.$$

Складемо рівняння моментів відносно п'яти стріл (точка O):

$$\sum M_0 = G_{p.o.} \cdot r_{p.o.} + G_{вил} \cdot r_{вил} - S_n^{г.ц.} \cdot r_{г.ц.} = 0 \quad (3.16)$$

З умови рівноваги моментів всіх сил, які діють на стрілу відносно шарніра кріплення стріли, знайдем зусилля в гідроциліндрі стріли $S_n^{г.ц.}$:

$$S_n^{г.ц.} = \frac{G_{p.o.} \cdot r_{p.o.} + G_{вил} \cdot r_{вил}}{r_{г.ц.}} \quad (3.17)$$

$$S_n^{г.ц.} = \frac{700 \cdot 3,4 + 250 \cdot 1,4}{0,5} = 5,5 \cdot 10^3$$

Оскільки у міні-навантажувача 2 гідроциліндри які здійснюють підйом робочого обладнання, то поділимо на 2 отриманий результат.

$$S_n^{г.ц.} = 2,75 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Потужність підйому робочого обладнання знайдем за наступною формулою:

$$N_{під} = \frac{S_n^{г.ц.} \cdot V_{під}}{\eta_{г.ц.}}, \quad (3.18)$$

де $V_{під} = 0,7 \text{ м/с}$ – швидкість підйому;

$\eta_{г.ц.} = 0,95$ – ККД гідроциліндра.

Тоді

$$N_{під} = \frac{5,5 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{0,95} = 4 \text{ кВт}.$$

3.2.3 Розрахунок потужності механізму переміщення

Опір пересування виникають як усередині самого механізму пересування, так і за рахунок зовнішніх сил:

$$\sum W = W_{вн} + W_{зов} \quad (3.19)$$

Зовнішній опір визначається:

$$W_{\text{зов}} = W_1 + W_2 + W_3 \quad (3.20)$$

де W_1 – опір від сили інерції (на старт і розгін);

W_2 – опір пересуванню колісного візка;

W_3 – опір від подолання ухилів.

Внутрішній опір:

$$W_{\text{вн}} \cong (20 \div 30)\%W_{\text{зов}} \quad (3.21)$$

Опір від сили інерції:

$$W_1 = \frac{G_{\text{п}} \cdot V_{\text{пер}}}{g \cdot t_{\text{роз}}}, \quad (3.22)$$

де $G = 3\text{т}$ -загальна вага міні-навантажувача;

$V_{\text{пер}} = 2 \text{ м/с}$ – швидкість пересування міні-навантажувача;

$t_{\text{роз}} = 1 \text{ с}$ – час розгону машини.

$$W_1 = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 2}{10 \cdot 1} = 600 \text{ кН}$$

Опір пересуванню колісного візка:

$$W_2 = G \cdot f, \quad (3.23)$$

де $f = 0,05$ – коефіцієнт тертя механізму пересування для пневмоколісного ходу.

$$W_2 = 3 \cdot 10^3 \cdot 0,05 = 150 \text{ кН}$$

Опір від подолання ухилів:

$$W_3 = G \cdot i, \quad (3.24)$$

де $i = 0,3$ – ухил.

$$W_3 = 3 \cdot 10^3 \cdot 0,3 = 900 \text{ кН}$$

Зовнішній опір:

$$W_{\text{зов}} = 150 + 600 + 900 = 1650 \text{ кН}$$

Внутрішній опір:

$$W_{вн} \cong 0,2 \cdot 1650 = 330 \text{ кН}$$

Опір пересуванню:

$$\sum W = 1650 + 330 = 1980 \text{ кН}$$

Знайдем потужність на пересування:

$$N_{пер} = \frac{1,2 \cdot \sum W \cdot V_{пер}}{\eta_{пот.пер.}}$$

$$N_{пер} = \frac{1,2 \cdot 1980 \cdot 2}{0,9} = 5280 \cong 5,2 \text{ кВт}$$

3.2.4 Визначення потужності двигуна

Потужність двигуна міні-навантажувача визначається по робочими рухами, які виконуються одночасно.

- 1) Пересування та переміщення робочого органу
- 2) Пересування та піднесення робочого органу

Пересування-переміщення

$$N_{\delta 1} = N_{пер} + N_{перем} = 21,52 + 5,2 = 26,72 \text{ кВт}, \quad (3.25)$$

$$N_{\delta 1} = 21,52 + 5,2 = 26,72 \text{ кВт}$$

Підйом-пересування:

$$N_{\delta 2} = N_{нід} + N_{перес} = 5,2 + 4 = 9,2 \text{ кВт} \quad (3.26)$$

$$N_{\delta 2} = 5,2 + 4 = 9,2 \text{ кВт}$$

Вибираємо максимальне значення потужності із знайдених значень і отримаємо потужність двигуна:

$$N_{\delta 6} = N_{\delta 1} = 26,72 \text{ кВт}$$

3.2.5 Визначення стійкості від перекидання

В процесі роботи міні-навантажувача необхідні умови, щоб він не перекинувся за рахунок зусиль, створюваних робочим органом, для цього необхідно виконання наступної умови: момент утримувальних сил повинен бути більшим за момент перекидальних сил.

$$M_{\text{ут}} > M_{\text{пер}};$$

$$K_y = \frac{M_{\text{ут}}}{M_{\text{пер}}} \quad (3.27)$$

Розглянемо два розрахункових положення.

Перше розрахункове положення: робоче обладнання на максимально піднятій стрілі. Розрахунок ведеться відносно точки А (рис 3.5).

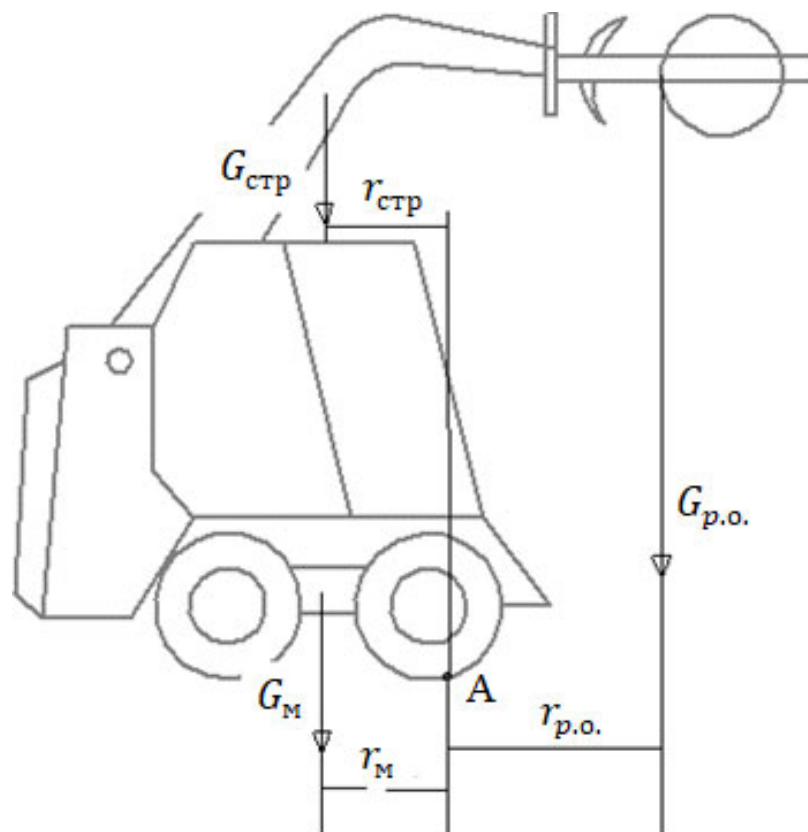


Рисунок 3.5 - Перше розрахункове положення

Перекидальний момент:

$$M_A^{\text{пер}} = 2G_{\text{стр}} \cdot r_{\text{стр}} + G_{\text{р.о.}} \cdot r_{\text{р.о.}}, \quad (3.28)$$

$$M_A^{\text{пер}} = 2 \cdot 3000 \cdot 0,52 + 6500 \cdot 0,77 = 8125 \text{ кНм},$$

де $G_{\text{стр}} = 3000$ – сила тяжіння стріли;

$G_{\text{р.о.}} = 6500$ Н – сила тяжіння робочого обладнання;

$r_{\text{стр}} = 0,52$ м – плече дії сили $G_{\text{стр}}$;

$r_{\text{р.о.}} = 0,77$ м – плече дії сили $G_{\text{р.о.}}$;

Утримуючий момент:

$$M_A^{\text{ут}} = G_M \cdot r_M \quad (3.29)$$

$$M_A^{\text{ут}} = 31000 \cdot 0,515 = 15965 \text{ кНм};$$

де $G_M = 31000$ Н – сила тяжіння машини (навантажувача);

$r_M = 0,515$ м – плече дії сили G_M .

$$K_{\text{СТ}} = 1,29 > [K_{\text{СТ}}] = 1,1 - 1,15.$$

Друге розрахункове положення: машина передніми колесами наїхала на перешкоду на дорозі (кут 10°) (рис. 3.6).

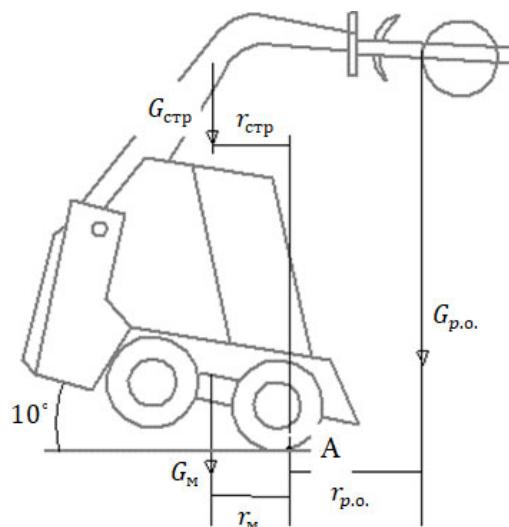


Рисунок 3.6 - Друге розрахункове положення

$$M_A^{\text{пер}} = 8125 \text{ кНм}$$

$$M_A^{\text{ут}} = G_M \cdot r_M \cdot \cos(10^\circ)$$

$$M_A^{\text{ут}} = 31000 \cdot 0,515 \cdot 0,984 = 15707 \text{ кНм}$$

$$K_{\text{ст}} = 1,27 > [K_{\text{ст}}] = 1,1 - 1,15.$$

Значення коефіцієнта стійкості не виходять за межі допустимого. Запас стійкості, за даних параметрів об'єкта, забезпечується.

3.2.6 Продуктивність

Розрахуємо експлуатаційну продуктивність міні-навантажувача Bobcat-S175 зі стандартним навісним обладнанням та з розробленим кригосколюючим обладнанням.

$$П_{ч1} = (3600 \cdot B_{\text{захв}} \cdot h_{\text{товщ}} \cdot V_p \cdot k_{\text{в}} \cdot k_p) / k_{\text{проход}} \quad (3.30)$$

$$П_{ч2} = (3600 \cdot B_{\text{захв}} \cdot h_{\text{товщ}} \cdot V_p \cdot k_{\text{в}} \cdot k_p), \quad (3.31)$$

де $B_{\text{захв}}$ – ширина захвату робочим органом;

$h_{\text{товщ}}$ – товщина криги;

V_p – робоча швидкість;

$k_{\text{в}} = 0,85$;

$k_p = 0,9$;

$k_{\text{проход}} = 2$ – кількість проходів для базової машини без розробленого кригосколюючого обладнання [14].

$$П_{ч1} = (3600 \cdot 1,76 \cdot 0,05 \cdot 3,56 \cdot 0,85 \cdot 0,9) / 2 = 288 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$П_{ч2} = (3600 \cdot 1,76 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 0,85 \cdot 0,9) = 315 \text{ м}^3/\text{год}$$

4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз гідросистеми на можливість використання обладнання

Гідросистема приводу ходу.

Гідросистема приводу ходу служить для забезпечення пересування навантажувача. На ньому встановлені два насоси типу 313.33 (по одному на кожний борт), кожен з яких з'єднаний з гідромотором типу МП 90 за закритою схемою. Підживлення цієї гідросистеми відбувається з гідробака через насоси, що підживлюють, які встановлені на основних насосах. Запобіжні клапани системи налаштовані на тиск 25+1 МПа. Для очищення робочої рідини в гідросистемі між підживлювальними та основними насосами встановлені фільтри.

Гідросистеми робочого обладнання.

Гідросистема робочого обладнання служить для приводу робочих органів і включає насос типу 210.25, який запитаний з гідробака, гідророзподільник типу P155I, гідроциліндри, запобіжні клапани, зворотний клапан і гідророзподільник типу VX10.44.

Запобіжний клапан гідросистеми 6 налаштований на тиск 16+1,5 МПа. Для захисту гідроциліндрів ковша від реактивних навантажень встановлені запобіжні клапани, налаштовані тиск 21+0,5 МПа. Гідророзподільник типу VX10.44 після доопрацювання налаштований на тиск керування 2,5 МПа та призначений для забезпечення плаваючого положення. Зворотний клапан запобігає можливості розряджання в гідросистемі навантажувача.

Система управління служить для управління насосами ходу та гідророзподільником робочого обладнання, запитана від насоса гальмівної системи типу НШ-10, встановленого на двигуні. Складається з блоків тиску типу 60120А та одного блоку 1 типу 60620А, з'єднаних з насосами ходу і розподільником робочого обладнання.

Гідробак.

Є вбудованим у раму і містить регулятор тиску, клапан для спуску повітря, заливну горловину, показчики рівня, кришку, зливну пробку, зливні і всмоктувальні патрубки, штуцера. Гідробак обладнаний системою заправки закритим способом та очищення робочої рідини в процесі експлуатації.

Гідроциліндр.

Двостороння дія складається з корпусу зварної конструкції на різьбленні якого закріплена кришка; штока ущільненого манжетою. Поршень посаджений на шток, закріплений гайкою та ущільнений манжетами.

Муфта розривна.

Складається з корпусу лівого, пружин, 2 кулькових клапанів, корпусу правого та призначена для швидкого приєднання рукавів високого тиску.

Агрегати гідросистеми не вимагають спеціального обслуговування та регулювань, крім запобіжних клапанів, регулювання яких повинен виконувати лише працівник організації, яка виконувала сервіс, або кваліфікований спеціаліст у спеціалізованій майстерні. Обслуговування гідросистеми полягає в періодичному контролі рівня робочої рідини в баку та її зміні, герметичності трубопроводів, надійності затягування та контровки різьбових з'єднань та стану рукавів високого тиску. У процесі експлуатації машини слід стежити за станом фільтрів. При спрацьовуванні індикатора засміченості необхідно провести зміну елемента, що фільтрує. Запобіжний клапан фільтра відрегульовано за тиск $0.3+0,05$ МПа. Розбирати та регулювати клапан забороняється.

Запобіжні клапани гідросистеми ходу мають бути налаштовані на тиск $25+1$ МПа, клапан гідросистеми робочого обладнання (у розподільнику) на тиск $16+1,5$ МПа, клапани ковшових гідроциліндрів – тиск $21+0,5$ МПа.[21]

4.2 Перевірочні розрахунки окремих вузлів і деталей

В (табл. 4.1) вказано основні початкові данні для розрахунку гідропривода BobCat S-175

Таблиця 4.1 - Початкові дані для розрахунку гідприводу

Номінальний тиск у гідросистемі $p_{ном}$, МПа	6,3
Зусилля на штоку штовхаючому F , кН	2,75
Швидкість пересування штоку V , м/с	0,3
Довжина гідролінії від бака до насоса (всмоктуючої) $l_{вс}$, м	0,1
Довжина гідролінії від насоса до розподільника (напірний) $l_{нап}$, м	3
Довжина гідролінії від розподільника до ГЦ (виконавчою) $l_{вик}$, м	3
Довжина гідролінії від розподільника до баку (зливної) $l_{злив}$, м	2
Штуцер приєднувальний, шт	4
Муфта рознімна, шт	2
Максимальна температура робочої рідини $t_{рід}$, °С	+70
Температура навколишнього середовища $t_{сер}$, °С	-30...+30

Розрахунок гідроциліндрів

Прийmemo коефіцієнт $\varphi = \frac{d}{D} = 0,5$.

Визначаємо діаметр поршня D_1 , м, із умови забезпечення заданого зусилля F за формулою:

$$D_1 = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot ((p_{ном} - \Delta p_{нап}) - (1 - \varphi^2) \cdot \Delta p_{злив})} \quad (4.1)$$

де F – зусилля на штоці, Н.

$$D_1 = \frac{4 \cdot 2750}{3,14 \cdot ((6,3 \cdot 10^6 - 0,187 \cdot 10^6) - (1 - 0,5^2) \cdot 0,00397 \cdot 10^6)} = 0,144 \text{ м}$$

Визначаємо діаметр штока d_1 , м за формулою:

$$d_1 = D_1 \cdot \varphi, \quad (4.2)$$

$$d_1 = 0,144 \cdot 0,5 = 0,072\text{м}$$

Визначаємо діаметр поршня D_2 , м з умови забезпечення заданої швидкості руху штока V за формулою:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{нд}}}{\pi \cdot V}}, \quad (4.3)$$

де V – швидкість руху штоку, м/с.

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00588}{3,14 \cdot 0,3}} = 0,158\text{м}$$

Визначаєм діаметр штока d_2 , м, по формулі:

$$d_2 = D_2 \cdot \varphi, \quad (4.4)$$

$$d_2 = 0,158 \cdot 0,5 = 0,079\text{м}$$

Знаходимо середнє значення діаметра поршня D , м за формулою:

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}, \quad (4.5)$$

$$D = \frac{0,144 + 0,158}{2} = 0,151\text{м}$$

Знаходимо середнє значення діаметра поршня d , м за формулою:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}, \quad (4.6)$$

$$d = \frac{0,072 + 0,079}{2} = 0,0755\text{м}$$

Вибираєм стандартні значення діаметрів штока і поршня

Таблиця 4.2 – Параметри діаметрів

Параметр	Значення
Діаметр поршня D, мм	160
Діаметр поршня d, мм	70

За вибраними стандартними значеннями діаметрів поршня D і штока d визначаємо дійсне зусилля F_d , Н, що розвивається гідроциліндром, за формулою:

$$F_d = p_1 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} - p_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2), \quad (4.7)$$

де p_2 - тиск у штоковій порожнині, Па ($p_2 = \Delta p_{сл}$);

p_1 – тиск у поршневій порожнині, Па, визначається за формулою:

$$p_1 = p_{ном} - \Delta p_{нап}, \quad (4.8)$$

$$p_1 = 6,3 \cdot 10^6 - 0,187 \cdot 10^6 = 6,113 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

$$F_d = 6,113 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} - 0,00397 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,16^2 - 0,07^2) = 25368 \text{ Н}$$

За вибраними стандартними значеннями діаметрів поршня D і штока d визначаємо дійсну швидкість V_d , м/с, за формулою:

$$V_d = \frac{Q_{нд}}{S_{еф}}, \quad (4.9)$$

де $S_{еф}$ – ефективна площа поршня, m^2 , визначаємо по формулі:

$$S_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.10)$$

$$S_s = \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} = 0,02 \text{ м}^2,$$

$$V_D = \frac{0,00588}{0,02} = 0,297 \text{ м/с}$$

Порівнюємо дійсні та задані параметри за відносними величинами:

$$\delta_v = \frac{V - V_D}{V} \cdot 100\%, \quad (4.11)$$

де V – задана швидкість штока, м/с.

$$\delta_v = \frac{0,3 - 0,297}{0,3} \cdot 100\% = 10\%$$

Відхилення дійсного значення швидкості заданого не перевищує $\pm 10\%$.

$$\delta_F = \frac{F - F_D}{F} \cdot 100\%, \quad (4.13)$$

$$\delta_F = \frac{27500 - 25368}{27500} \cdot 100\% = 7,7\%$$

Відхилення дійсного значення швидкості від заданого не перевищує $\pm 10\%$.

4.3 Визначення потужності гідропривода і насоса

Корисну потужність гідроциліндра $N_{гдв}$, кВт, знайдемо по формулі [20, 8]:

$$N_{гдв} = F \cdot V, \quad (4.14)$$

де F – зусилля на штоці, кН;

V – швидкість руху штока, м/с.

$$N_{гдв} = 2,75 \cdot 0,3 = 0,825 \text{ кВт}$$

Корисну потужність насоса $N_{нп}$, кВт, знайдемо по формулі:

$$N_{нп} = k_{зз} \cdot k_{зш} \cdot N_{гдв}, \quad (4.15)$$

де $k_{зз}$ – коефіцієнт запаса по зусиллю, враховуючий гідравлічні втрати тиску в місцевих опорах і по довжині гідролінії, а також втрати потужності на подолання інерційних сил, сил механічного тертя рухливих опорах (1,1...1,2);

$k_{зш}$ – коефіцієнт запасу по швидкості, що враховує витокую робочої рідини, зменшення подачі насоса зі збільшенням тиску в гідросистемі

$$N_{нп} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,825 = 1 \text{кВт}$$

4.4 Вибір насосу

Подача насоса Q_n , $\text{дм}^3/\text{с}$, визначають по формулі:

$$Q_n = \frac{N_{нп}}{p_{ном}}, \quad (4.16)$$

де $p_{ном}$ – номінальний тиск, МПа.

$$Q_n = \frac{1}{6,3} = 0,15 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Робочий об'єм насоса q_n , $\text{дм}^3/\text{об}$, визначають по формулі:

$$q_n = \frac{N_{нп}}{(p_{ном} \cdot n_n)}, \quad (4.17)$$

де n_n – частота обертання вала насоса, с^{-1} ($n_n = 1500 \text{ об/хв} = 25 \text{ с}^{-1}$).

$$q_n = \frac{1}{(6,3 \cdot 0,15)} = 1,05 \text{ дм}^3/\text{об}$$

4.5 Розрахунок елементів конструкції на міцність

Проведемо розрахунок небезпечного перерізу Б-Б кронштейна на вигин найбільшої сили гідроциліндра Рц.

Згинаючий момент в перерізі:

$$M = P_{ц} \cdot C; \quad (4.18)$$

$$M = 2750 \cdot 120 = 330000 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Для матеріала 09Г2С ГОСТ 380-71 допустима напруга буде:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{1,4}; \quad (4.19)$$

$$[\sigma] = \frac{240}{1,4} = 17,14 \text{ МПа,}$$

де $\sigma_T = 240$ МПа – межа плинності.

Момент опору:

$$w_x = \frac{330000}{17,14} = 19253 \text{ мм}^3.$$

Момент інерції:

$$J_x = \frac{w_x H}{2}; \quad (4.20)$$

$$J_x = \frac{19253 \cdot 290}{2} = 2791685 \text{ мм}^4$$

Відповідно до розмірів малюнку 4.2 момент інерції перерізу Б-Б:

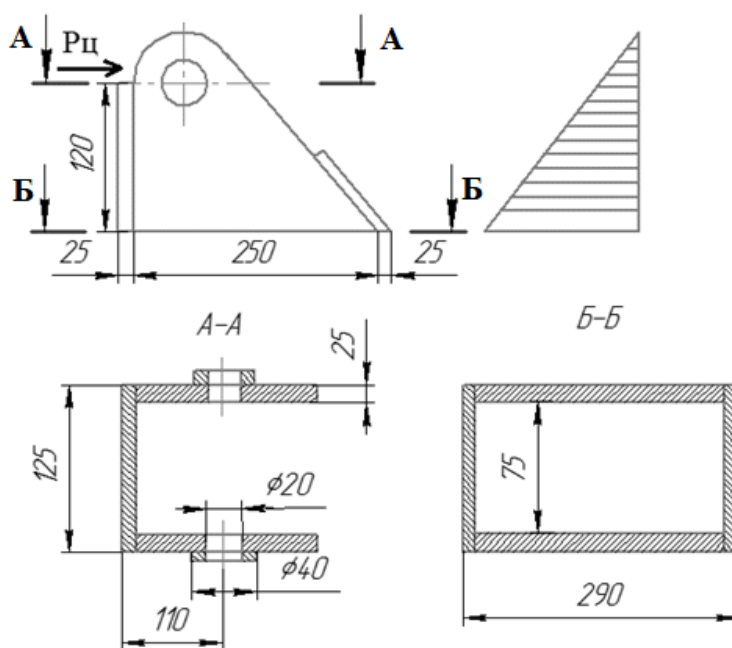


Рисунок 4.2 – Кронштейн

$$J_x = \frac{\delta H^3}{6} \left(3 \frac{H}{B} + 1 \right). \quad (4.21)$$

де δ – товщина стінки листа:

$$\delta = \frac{J_x \cdot 6}{H^3 \left(3 \frac{H}{B} + 1 \right)}; \quad (4.22)$$

$$\delta = \frac{2791685 \cdot 6}{290^3 \left(3 \frac{125}{290} + 1 \right)} = 23,6 \text{ мм.}$$

Приймаєм $\delta = 25$ мм.

Перевірка розрізу А-А:

на зріз:

$$\tau = \frac{0,5 P_{\text{ц}}}{F}; \quad (4.23)$$

$$\tau = \frac{0,5 \cdot 2750}{9500} = 11,9 \text{ МПа} < [\tau] = 90 \text{ МПа,}$$

де F – площа переріза без урахування наваранех шайб;

на змінання:

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{0,5 P_{\text{ц}}}{2 \cdot d \cdot \delta}; \quad (4.24)$$

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{0,5 \cdot 2750}{2 \cdot 70 \cdot 20} = 92,2 \text{ МПа} < [\sigma] = 120 \text{ МПа,}$$

де $[\sigma]$ і $[\tau]$ – допустимі напруження.

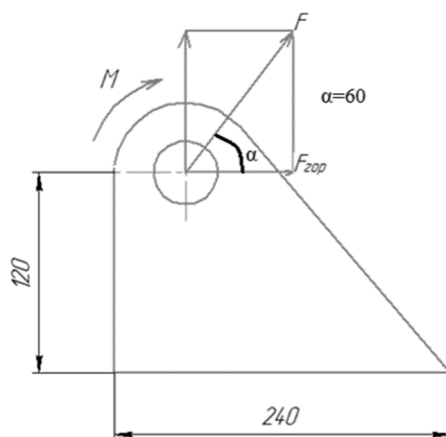


Рисунок 4.3 - Розподіл зусиль на кронштейні

4.6 Перевірка зварного шва

Для зварки матеріала марки 09Г2С ДСТУ 2651:2005 застосовуємо електроди типу ЕК2 ГОСТ 9467-75.

Зварювання конструкції виробляємо кутовими швами У4-Δ 25 за ГОСТ 5264-69.

Всі з'єднання з кутовими швами під час роботи на осьову поздовжню силу перевіряють на зріз:

Розкладемо силу $F = 2,75$ кН (тах зусилля, що розвивається гідроциліндром) на вертикальну та горизонтальну складові:

$$F_{\text{вер}} = F \cdot \sin\alpha; \quad (4.25)$$

$$F_{\text{вер}} = 2,75 \cdot \sin 60^\circ = 2,38 \text{ кН};$$

$$F_{\text{гор}} = F \cdot \cos\alpha; \quad (4.26)$$

$$F_{\text{гор}} = 2,75 \cdot \cos 60^\circ = 1,37 \text{ кН}.$$

Перенесемо сили $F_{\text{вер}}$ і $F_{\text{гор}}$ в центр в стику зварних швів і додамо момент:

$$M = 1,37 \cdot 10^3 \cdot 120 = 11880 \text{ Нм}$$

Визначаємо напруги у зварних швах від сили $F_{\text{вер}}$:

$$\tau_{F_{\text{верт}}} = \frac{F_{\text{верт}}}{2(0,7 \cdot K \cdot L_{\text{III}})}; \quad (4.27)$$

$$\tau_{F_{\text{верт}}} = \frac{2,38 \cdot 10^3}{2(0,7 \cdot 20 \cdot 240)} = 20,4 \text{ МПа},$$

де $K = \delta = 20$ мм – катет шва;

L_{III} – довжина сварного шва.

Визначаємо напруги у зварних швах від сили $F_{\text{гор}}$:

$$\tau_{F_{\text{гор}}} = \frac{F_{\text{гор}}}{2(0,7 \cdot K \cdot L_{\text{III}})}; \quad (4.28)$$

$$\tau_{F_{\text{гор}}} = \frac{1,37 \cdot 10^3}{2(0,7 \cdot 25 \cdot 240)} = 11,7 \text{ МПа.}$$

Визначаємо напруги у зварних швах від моменту М:

$$\tau_M = \frac{M}{W} \quad (4.29)$$

де W – момент опору.

$$W = \left(\frac{0,7 \cdot K \cdot L_{\text{III}}^2}{6} \right) \cdot 2; \quad (4.30)$$

$$W = \left(\frac{0,7 \cdot 20 \cdot 240^2}{6} \right) \cdot 2 = 0,336 \text{ м}^2.$$

$$\tau_M = \frac{11880000}{336000} = 35 \text{ МПа.}$$

Розрахунковим випадком є τ . А і для неї напруга зрізу дорівнює:

$$\tau = \sqrt{(\tau_{F_{\text{гор}}} + \tau_M)^2 + \tau_{F_{\text{вер}}}^2} \leq [\tau], \quad (4.31)$$

де $[\tau]$ – напруга, що допускається, на зріз для зварного шва;

$$[\sigma] = 100 \text{ МПа}$$

$$[\tau] = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ МПа;}$$

$$\tau = \sqrt{(20,4 + 35)^2 + 11,7^2} = 56,4 \text{ МПа} \leq [\tau] = 60 \text{ МПа}$$

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛЬДОСКОЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ НА БАЗІ МІНІ- НАВАНТАЖУВАЧА ВОВСАТ S-175

5.1 Розрахунок вартості виготовлення кригосколюючого робочого обладнання

Для визначення економічної ефективності застосування нової техніки зробимо розрахунок вартості її виготовлення.

Розрахунок вартості виготовлення пристрою $S_{\text{виг}}$, грн, проводиться з використанням формули 5.1

$$S_{\text{виг}} = S_{\text{зп}} + S_{\text{МАТ}} + \%НР \cdot S_{\text{ОСН.ЗП}} / 100, \quad (5.1)$$

де $S_{\text{зп}}$ – витрати на заробітну плату, грн;

$S_{\text{МАТ}}$ – витрати на матеріали для виготовлення, грн;

$S_{\text{ОСН.ЗП}}$ – основна та додаткова заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями на соціальне страхування, що припадає на встановлення даного пристрою, грн;

$\%НР$ - відсоток накладних витрат, грн;

Для визначення витрат на заробітну плату під час виготовлення фрезерного робочого обладнання розрахуємо основну заробітну плату за видами робіт.

При виготовленні пристрою необхідні такі види робіт: зварювальні, слюсарні, токарні, шліфувальні.

Основну заробітну плату робітникам $S_{\text{ОСН.ЗП}}$ визначимо з огляду на тарифну ставку на 2023 р. залежно від розряду, часу проведення та шкідливості умов праці. Результати визначення наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Визначення основної заробітної плати під час виготовлення навісного обладнання для видалення льоду

Види робіт	Час проведення робіт, год.	Тарифний розряд	Тарифна ставка, грн.	Основна заробітня плата, грн.
Зварні	40	5	147,91	5916,4
Слюсарні	20	4	74,63	1492,6
Токарні	35	4	74,63	2612,05
Свердлильні	2	3	74,63	149,26
Разом				10170,31

Тоді витрати на заробітну плату, грн, становитимуть

$$S_{ЗП} = S_{ОСН} + S_{ДОД} + S_{СОЦ} + S_{ПРЕМ}, \quad (5.2)$$

де $S_{ОСН}$ – основна заробітна плата, руб;

$S_{ДОД}$ - додаткова заробітна плата, грн;

$S_{СОЦ}$ – нарахування на соціальне страхування, руб.

$S_{ПРЕМ}$ - премія, грн.

Додаткову заробітню плату розраховують за формулою:

$$S_{ДОД} = 0,1 \cdot S_{ОСН.ЗП}, \quad (5.3)$$

$$S_{ДОД} = 0,1 \cdot 10170,31 = 1017,031 \text{ грн}$$

Нарахування із соціального страхування, грн.

$$S_{СОЦ} = 0,34 \cdot (S_{ОСН.ЗП} + S_{ДОД}), \quad (5.4)$$

$$S_{СОЦ} = 0,34 \cdot (10170,31 + 1017,031) = 3803,69$$

Затрати на виписку премій

$$S_{ПРЕМ} = 0,4 \cdot S_{ОСН.ЗП}, \quad (5.5)$$

$$S_{ПРЕМ} = 0,4 \cdot 10170,31 = 4068,124 \text{ грн}$$

Отже, заробітна плата становитиме

$$S_{ЗП} = 10170,31 + 1017,031 + 3803,69 + 4068,124 = 19059,155 \text{ грн}$$

Вартість матеріалів та деталей, витрачених на виготовлення робочого обладнання, представлена у табличній формі (табл. 5.2)

Таблиця 5.2 - Вартість основних та допоміжних матеріалів на виготовлення пропонуваного пристрою

№	Найменування матеріалів та покупних виробів	Од. вимір.	Кількість	Вартість, одиниці, грн.	Усього витрат за матеріали, грн.
1	Пластина 10 мм	шт.	2	3112,53	6225,06
2	Підшипники	шт.	2	109,55	219,1
3	Підшипникові вузли	шт.	2	1650	3300
4	Труба d=400мм	м	2	5072,85	10145,7
5	Труба профільна 80x80	м	9	216,67	1914,03
6	Лист 3 мм	кг	80	38,79	3103,25
7	Лист 1,5 мм	кг	50	48,6	2429,5
8	Круг d=400 мм	кг	2	1306	2612
9	Електроди MONOLITH -3	кг	15	120	1800
10	Кутик 40x40	м	4	85,80	343,2
11	Пруток d=50мм	м	4	940	3760
Всього					35851,84

Таким чином, витрати на матеріали для виготовлення кригосколюючого робочого обладнання складають.

$$S_{\text{мат}} = 35851,84 \text{ грн,}$$

Відсоток накладних видатків приблизно 300-350%.

Вартість виготовлення буде рівною:

$$S_{\text{виг}} = 19059,155 + 35851,84 + (350 \cdot 10170,31)/100 = 90507 \text{ грн}$$

5.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження нового навісного обладнання

Для порівняння візьмемо навантажувач Bobcat S-175 із стандартним навісним обладнанням.

1. Визначення змінної продуктивності машини, м³/см:

$$P_{зм} = P_{год} \cdot t_{зм} \cdot K_{тех} \cdot K_{експ}, \quad (5.6)$$

де $P_{год}$ - годинна технічна продуктивність, м³/год;

$t_{зм}$ - число годин роботи машини за зміну, год;

$K_{тех}$ - коефіцієнт переходу від технічної до експлуатаційної продуктивності;

$K_{експ}$ - коефіцієнт переходу від експлуатаційної до змінної продуктивності.

$$P_{зм1} = 288 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 1037 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{зм2} = 315 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 1134 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Річна продуктивність машини, м³/рік

$$P_{річ1} = P_{зм} \cdot N, \quad (5.7)$$

де N – число змін роботи машини в році, $N = 65$ змін.

$$P_{річ1} = 1037 \cdot 65 = 67405 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$P_{річ2} = 1134 \cdot 65 = 73710 \text{ м}^3/\text{рік}$$

3. Витрати праці на 1000 м³, чол-год.

$$T = n/P_{ч}, \quad (5.8)$$

де n - кількість робітників, зайнятих управлінням та обслуговування машини, чол.

$$T_1 = 1/288 = 0,0035 \text{ чол-год},$$

$$T_2 = 1/315 = 0,0032 \text{ чол-год}.$$

4. Зниження витрат праці, %:

$$T_{сн} = (T_1 - T_2)/T_1 \quad (5.10)$$

де T_1 і T_2 - витрати праці при використанні старої та нової машини, чол-год,

$$T_{сн} = (0,0035 - 0,0032)/0,0035 \cdot 100\% = 8,6\%,$$

$$Q = N_{ном}/P_{ч}, \quad (5.11)$$

5. Енергоємність процесу, кВт/год

де $N_{ном}$ – номінальна потужність двигуна, кВт.

$$Q_1 = 14.58/288 = 0,051 \text{ кВт/год},$$

$$Q_2 = 14.58/315 = 0,046 \text{ кВт/год},$$

6. Зниження енергоємності, %

$$Q_{\text{зн}} = (Q_1 - Q_2)/Q_1 \cdot 100\%, \quad (5.12)$$

де Q_1 і Q_2 - енергоємність процесу при використанні старої та нової машини, кВт год/га

$$Q_{\text{зн}} = (0,051 - 0,046)/0,051 \cdot 100\% = 9,8\%$$

7. Питома металомісткість процесу

$$M = V_M / \Pi_{\text{річ}}, \quad (5.13)$$

де V_M – маса машини і обладнання, кг.

$$M_1 = 2853/67405 = 0,0423 \text{ кг/м}^3,$$

$$M_2 = 3010/73710 = 0,0408 \text{ кг/м}^3$$

8. Зниження металоємності, %:

$$M_{\text{зн}} = (M_1 - M_2)/M_1 \cdot 100 \quad (5.14)$$

де M_1 і M_2 - питома матеріаломісткість процесу при використанні старої та нової машини, кг/га.

$$M_{\text{зн}} = \frac{0,0423 - 0,0408}{0,0423} \cdot 100\% = 3,54\%$$

9. Капітальні вкладення, грн: (з урахуванням витрат за виготовлення)

$$K = (\Pi_M + S_{\text{виг}}) \cdot \rho_n, \quad (5.15)$$

де Π_M - прейскурантна чи оптово-відпускна ціна машини, грн;

ρ_n - коефіцієнт, що враховує надбавку на транспортування та монтаж машини та обладнання $\rho_n = 1,2$;

$S_{\text{виг}}$ - вартість виготовлення додаткового обладнання, грн.

$$K_1 = 725\,689 \cdot 1,2 = 870\,826 \text{ грн},$$

$$K_2 = (725\,689 + 90\,507) \cdot 1,2 = 979\,435 \text{ грн}.$$

10. Питомі капітальні вкладення, грн/м³:

$$K_{\text{пк}} = K / \Pi_{\text{год}}, \quad (5.16)$$

$$K_{\text{уд1}} = 870\,826/67405 = 12,91 \text{ грн/м}^3,$$

$$K_{\text{уд2}} = 979\,435/73710 = 13,28 \text{ грн/м}^3$$

11. Розрахунок вартості машино-зміни, грн/см:

$$S_{\text{см}} = S_{\text{од}} + S_{\text{А}} + S_{\text{кр}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{пмм}} + S_{\text{осн}} + S_{\text{зп}} + S_{\text{нак}}, \quad (5.17)$$

де $S_{\text{од}}$ - одноразові витрати, тобто витрати на транспортування машини, монтаж та демонтаж, що припадають на 1 машино-зміну, грн;

$S_{\text{А}}$ – витрати на амортизацію, грн;

$S_{\text{кр}}$ – витрати на капітальний ремонт, руб;

$S_{\text{пр}}$ - витрати на поточний ремонт та техобслуговування, грн;

$S_{\text{пмм}}$ - витрати на пально-мастильні матеріали, руб;

$S_{\text{осн}}$ - витрати на знос та ремонт змінного оснащення, грн;

$S_{\text{нак}}$ - накладні витрати, грн.

а) Одноразові витрати, тобто. витрати, що їх до початку експлуатації машини на об'єкті, грн.

$$S_{\text{од}} = S_{\text{трансп}} + S_{\text{М}} + S_{\text{дм}}, \quad (5.18)$$

де $S_{\text{трансп}}$ - витрати на транспортування машини до об'єкта, грн;

$S_{\text{М}}$ – витрати на монтаж машини, грн;

$S_{\text{дм}}$ – витрати на демонтаж машини, грн.

$$S_{\text{трансп}} = m_{\text{пер}} \cdot S_{\text{трансп1}} \cdot V_{\text{М}}/n_{\text{зм}}, \quad (5.19)$$

де $S_{\text{трансп1}}$ – вартість транспортування 1 т маси машини, грн;

$m_{\text{пер}}$ - кількість перебазувань машини з об'єкта на об'єкт протягом року з демонтажем та монтажем, $m_{\text{пер}} = 1-3$.

$$S_{\text{трансп1}} = 2 \cdot 180 \cdot 8,2/65 = 45,42 \text{ грн},$$

$$S_{\text{трансп1}} = 2 \cdot 180 \cdot 8,2/65 = 45,69 \text{ грн},$$

$$S_{\text{трансп}} = m_{\text{пер}} \cdot S_{\text{М}} \cdot V_{\text{М}}/n_{\text{зм}}, \quad (5.20)$$

Вартість монтажу 1 т. маси машини, $S_{\text{М}} = 100$ грн.

$$S_{M1} = 2 \cdot 100 \cdot 11,03/65 = 34 \text{ грн,}$$

$$S_{M2} = 2 \cdot 100 \cdot 11,12/65 = 34,21 \text{ грн}$$

Вартість демонтажу 1 т маси машини,

$$S_{\text{дм}} = 0,5 \cdot S_M, \quad (5.21)$$

$$S_{\text{дм1}} = 0,5 \cdot 34 = 17 \text{ грн,}$$

$$S_{\text{дм2}} = 0,5 \cdot 34,21 = 17,1 \text{ грн}$$

Одноразові витрати, тобто. витрати, що їх до початку експлуатації машини на об'єкті:

$$S_{\text{од1}} = 45,42 + 34 + 17 = 96,42 \text{ грн,}$$

$$S_{\text{од2}} = 45,69 + 34,21 + 17,21 = 97,11 \text{ грн.}$$

б) Затрати на амортизацію, грн.

$$S_A = K \cdot a/100 \cdot n_{\text{зм}}, \quad (5.22)$$

де a - норма амортизаційних відрахувань, $a = 12\%$.

$$S_{A1} = (870\,826 \cdot 12)/(100 \cdot 65) = 1607,67 \text{ грн,}$$

$$S_{A2} = (979\,435 \cdot 12)/(100 \cdot 65) = 1808,18 \text{ грн}$$

в) Затрати на капітальний ремонт, грн.

$$S_{\text{кр}} = K \cdot a_{\text{кр}}/100 \cdot n_{\text{зм}}, \quad (5.23)$$

де $a_{\text{кр}}$ – норма відрахування на капітальний ремонт, $a_{\text{кр}} = 7\%$.

$$S_{\text{кр1}} = (870\,826 \cdot 7)/(100 \cdot 65) = 937,81 \text{ грн,}$$

$$S_{\text{кр2}} = (979\,435 \cdot 7)/(100 \cdot 65) = 1054,77 \text{ грн}$$

г) Витрати на поточний ремонт та техобслуговування, грн.

$$S_{\text{пр}} = K \cdot a_{\text{тр}}/100 \cdot n_{\text{зм}}, \quad (5.24)$$

де $a_{\text{тр}}$ - норма відрахування на поточний ремонт та техобслуговування, $a_{\text{тр}} = 27\%$.

$$S_{\text{пр1}} = (870\,826 \cdot 27)/(100 \cdot 65) = 3617,27 \text{ грн,}$$

$$S_{\text{ПР2}} = (979\,435 \cdot 27)/(100 \cdot 65) = 4068,42 \text{ грн}$$

д) Витрати на паливно-мастильні матеріали, грн.

$$S_{\text{ПММ}} = q_{\text{зм}} \cdot a_{\text{т}} + S_{\text{смаз}}, \quad (5.25)$$

де $q_{\text{зм}}$ – змінна витрата дизельного палива, кг;

$a_{\text{т}}$ - ціна дизельного палива, грн/кг;

$S_{\text{маст}}$ - вартість мастильних та обтиральних матеріалів, грн.

Вартість мастильних матеріалів приймається у розмірі 25% вартості дизельного палива.

Змінна витрата палива, кг визначається за формулою:

$$q_{\text{зм}} = N_{\text{ном}} \cdot t_{\text{см}} \cdot K_{\text{дв}} \cdot [q_{\text{х}} + (q_{\text{н}} - q_{\text{х}})K_{\text{дпот}}], \quad (5.26)$$

де $N_{\text{ном}}$ – номінальна потужність двигуна, кВт;

$t_{\text{зм}}$ - кількість годин роботи машини за зміну;

$K_{\text{дв}}$ - коефіцієнт використання двигуна за часом, $K_{\text{дв}} = 0,65$;

$K_{\text{дпот}}$ - коефіцієнт використання двигуна за потужністю, $K_{\text{дм}} = 0,5$;

$q_{\text{х}}$ - питома витрата палива на 1 кВт год номінальної потужності двигуна при холостій роботі, $q_{\text{х}} = 0,15$ кг/кВт год;

$q_{\text{н}}$ - питома витрата палива за нормального завантаження, $q_{\text{н}} = 0,234$ кг/кВт год;

$$q_{\text{зм}} = 59 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot [0,095 + (0,285 - 0,095)0,5] = 62,776 \text{ кг},$$

$$S_{\text{маст}} = 0,25 \cdot 62,776 = 15,7 \text{ кг}$$

$$S_{\text{ПММ}} = 62,776 \cdot 20 + 15,7 \cdot 20 = 1569,52 \text{ грн.}$$

е) Витрати на знос та ремонт змінної оснастки, грн.

$$S_{\text{осн}} = K_{\text{осн}} \cdot S_{\text{Пр}}, \quad (5.27)$$

де $K_{\text{осн}}$ - коефіцієнт переходу від витрат на поточний ремонт та техобслуговування до витрат на зношування та ремонт змінного оснащення,

$$K_{\text{осн}} = 0,05-0,08.$$

$$S_{OCH1} = 0,07 \cdot 3617,27 = 253,20 \text{ грн,}$$

$$S_{OCH2} = 0,07 \cdot 4068,42 = 284,78 \text{ грн}$$

є) Витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу машини розраховують відповідно до кількості та кваліфікації персоналу за формулою.

$$S_{зп} = 1,4 \cdot T_{зм}, \quad (5.28)$$

де $T_{зм}$ - змінна тарифна ставка, що відповідає розряду, грн, 40% - преміальні надбавки,

$$S_{зп} = 1,4 \cdot 24,39 \cdot 8 = 273,17 \text{ грн.}$$

ж) накладні витрати включають витрати на утримання адміністративно-технічного персоналу ремонтних майстерень, охорону праці та техніку безпеки та інші витрати, пов'язані з обслуговуванням парку машин. Ці витрати рекомендується приймати у розмірі 10% від витрат на амортизацію, капітальний та поточний ремонт, технічне обслуговування, на паливно-мастильні матеріали та 25% від заробітної плати робітників, зайнятих керуванням машиною.

$$S_{накл} = 0,1 \cdot (S_A + S_{КР} + S_{ПР} + S_{ПММ}) + 0,25 \cdot S_{зп}, \quad (5.29)$$

$$S_{накл} = 0,1 \cdot (1607,67 + 937,81 + 3617,27 + 1569,52) + 0,25 \cdot 273,17 = 841,51 \text{ грн,}$$

$$S_{накл} = 0,1 \cdot (1808,18 + 1054,77 + 4068,42 + 1569,52) + 0,25 \cdot 273,17 = 1075,32 \text{ грн}$$

Тоді вартість машино-зміни, грн/зм:

$$S_{см1} = 96,42 + 1607,67 + 937,81 + 3617,27 + 1569,52 + 253,20 + 273,17 + 841,51 = 9169,57 \text{ грн,}$$

$$S_{см2} = 97,11 + 1808,18 + 1054,77 + 4068,42 + 1569,52 + 284,78 + 273,17 + 1075,32 = 10231,17 \text{ грн,}$$

12) Собівартість розробки 1000м^3 , грн.

$$C = S_{зм} / \Pi_{зм}, \quad (5.32)$$

$$C_1 = 9169,57 / 1037 = 8,84 \text{ грн,}$$

$$C_2 = 10231,17 / 1134 = 9,02 \text{ грн.}$$

13) Річна економія, грн.

$$E_{\text{річ}} = (C_1 + C_2) \cdot P_{\text{річ}2}, \quad (5.33)$$

де C_1 і C_2 - собівартість обробки 1000 м^3 новою та старою (еталонною) машиною, грн;

$P_{\text{річ}2}$ - річна продуктивність нової машини, га/рік.

$$E_{\text{год}} = (9,02 - 8,84) \cdot 73710 = 13267,8 \text{ грн.}$$

14) Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років

$$T_{\text{ОДК}} = (K_{\text{уд}1} - K_{\text{уд}2}) / C_1 - C_2, \quad (5.34)$$

$$T_{\text{ОДК}} < T_{\text{Н}},$$

$$T_{\text{ОДК}} = (12,91 - 13,28) / 8,84 - 9,02 = 2 \text{ роки,}$$

Таблиця 5.3 - Економічна ефективність капітальних вкладень при впровадженні нової техніки

<i>Показники</i>	<i>Еталонна машина</i>	<i>Нова машина</i>
1. Змінна експлуатаційна продуктивність, $\text{м}^3/\text{зм}$	1037	1134
2. Річна експлуатаційна продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	67405	73710
3. Витрати праці на 1000 м^3 , люд.-год.	0,0035	0,0032
4. Зниження витрат праці, %	-	8,6%
5. Енергоємність процесу, $\text{кВт год}/\text{м}^3$	0,051	0,046
6. Зниження енергоємності, %	-	9,8%
7. Питома металомісткість процесу, $\text{кг}/\text{м}^3$	0,0423	0,0408
8. Зниження металоємності, %	-	3,54 %
9. Капітальні вклади, грн.	870 826	979 435
10. Питомі капітальні вкладення, $\text{грн}/\text{м}^3$	12,91	13,28
11. Вартість машино-зміни, грн	9169,57	10231,17

Кінець таблиця 5.3

<i>Показники</i>	<i>Еталонна машина</i>	<i>Нова машина</i>
12. Собівартість розробки 1000 м ³ , грн/м ³	8,84	9,02
13. Річна економія, грн	-	13267,8
14. Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	2

6 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ МІНІ-НАВАНТАЖУВАЧА BOBCAT S-175

6.1 Вимоги до огляду робочого майданчика з кабіни

Оглядність робочого майданчика з кабіни машиніста машини визначається конструкцією самої кабіни, місцем останньої щодо робочих органів та елементів конструкції тягача. Хороша оглядовість не викликає додаткових рухів машиніста, забезпечує зручність пози. Це знижує стомлюваність, підвищує рівень безпеки праці та продуктивність. Якщо установка робочих органів на тягачах, що серійно випускаються, веде до скорочення майданчика видимої частини робочої зони, зменшує коефіцієнт оглядовості, то в першу чергу слід розглянути можливості змінити конструкцію обладнання і розташувати без шкоди для експлуатаційних властивостей машини.

6.2 Шум та вібрація

Шум - це сукупність звуків, що несприятливо впливають на людину, що заважають її роботі та відпочинку.

Під час роботи шум несприятливо впливає на організм людини: підвищує витрату енергії при однаковому фізичному навантаженні, значно послаблює увагу робітника, збільшує кількість помилок у роботі, уповільнює швидкість психічних реакцій, внаслідок чого знижується продуктивність праці та погіршується якість роботи. Шум ускладнює своєчасну реакцію робітника, що сприяє виникненню нещасних випадків. Так само шкідливо впливає на фізичний стан людини: пригнічує центральну нервову систему; викликає зміну швидкості дихання та пульсу; сприяє порушенню обміну речовин, виникненню серцево-судинних захворювань, гіпертонічної хвороби; може призводити до професійних захворювань.

Шум, із рівнем звукового тиску, 30...35 дБ є звичним для людини і не турбує її. Підвищення рівня звукового тиску до 40 - 70 дБ створює значне навантаження на нервову систему, викликаючи погіршення самопочуття, зниження продуктивності

розумової праці, а при тривалій дії може стати причиною неврозу, виразкової та гіпертонічної хвороби.

Тривале вплив шуму, понад 75 дБ може призвести до різкої втрати слуху - приглухуватості або професійної глухоти. Однак більш ранні порушення спостерігаються в нервовій та серцево-судинній системі, інших внутрішніх органах.

Основним джерелом шуму є двигун. Якщо відсутні глушник і двері кабіни відчинені, рівень інтенсивності звуку в ній досягає 105...115 дБ. У зв'язку з цим необхідно встановлювати на двигунах глушники і передбачати шумоізоляцію кабіни. Допустимий рівень інтенсивності шуму на робочому місці – 80 дБ.

Одним із засобів захисту від шуму є шолом. Шоломи застосовують при впливі шумів з рівнями більше 120 дБ, тому що в цьому випадку шум діє безпосередньо на мозок людини (через черепну коробку) і вкладиші та навушники не забезпечують необхідного захисту.

Крім розглянутих шкідливих факторів, у ході виконання робочих операцій, у процесі її обслуговування та ремонту виникають небезпеки, які можуть призвести до нещасного випадку. Щоб забезпечити максимальну безпеку експлуатації машини, що аналізується, аналізуються можливі небезпеки та наслідки їх виникнення.

6.3 Вібрація

Вібрація – механічні коливальні рухи об'єкта, що передаються людському тілу або окремим його частинам за безпосереднього контакту. За характером на людини вібрації діляться на загальні і локальні. Загальні (низькочастотні) вібрації додаткові до опорних поверхонь тіла людини у положенні стоячи чи сидячи, коли вібрація викликає струс всього організму. Локальна високочастотна вібрація зазвичай впливає окремі частини тіла: руки, ноги людини. Люди, які працюють на автогрейдері, зазнають загальної вібрації. Загальна вібрація з частотою менше 0,7 Гц (качка) хоч і неприємна, але не призводить до вібраційної хвороби. Наслідком такої вібрації є морська хвороба, що спостерігається через порушення нормальної

діяльності органів рівноваги (вестибулярного апарату). Найбільш небезпечними для людини частотами коливань є 6...9 Гц внаслідок того, що вони збігаються із власною частотою внутрішніх органів (може настати явище резонансу). Коливання робочих місць із цими частотами дуже небезпечні, оскільки можуть спричинити механічні ушкодження і навіть розрив органів. При систематичному впливі на людину загальної вібрації з частотою більше 1 Гц можуть виникнути стійкі порушення опорно-рухового апарату, центральної та периферичної нервової системи, системи травлення та ін. Вони проявляються у вигляді головного болю, запаморочення, поганого сну, зниженої працездатності, порушення серцевої діяльності, можлива поява радикуліту.

За джерелом виникнення загальна вібрація поділяється на такі категорії:

1-ї категорії - транспортна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів при русі місцевістю, дорогами (у тому числі при їх будівництві);

2-ї категорії - транспортно-технологічна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях машин, що переміщуються спеціально підготовленими поверхнями виробничих приміщень, промислових майданчиків, гірничих виробок;

3-ї категорії - технологічна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях стаціонарних машин або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

Основні методи зменшення вібрації такі:

- зниження вібрацій впливом на джерело збудження за допомогою зниження або ліквідації сил, що обурюють;
- відбудова від резонансних режимів у системі раціональним вибором наведеної маси m або жорсткості q коливається системи;
- вібродемпфування зменшенням вібрацій за рахунок збільшення сили тертя демпфуючого пристрою, т. Е. Переведення енергії коливань в теплоту;
- гасіння вібрації – динамічне гасіння коливань – введенням у коливальну систему додаткових мас або збільшення жорсткості системи;

- віброізоляція - введенням у систему додаткового пружного зв'язку з метою ослаблення передачі вібрацій суміжному елементу конструкції чи робочому місцю;
- використання засобів індивідуального захисту.

Під час роботи на міні-навантажувачі доцільно використовувати віброізоляцію.

Віброізоляція полягає в зменшенні передачі коливань від джерела збудження об'єкту, що захищається за допомогою пристроїв, що поміщаються між ними. Для віброізоляції стаціонарних машин з вертикальною силою, що вимушує, в машинобудуванні найчастіше застосовують віброізолюючі опори типу пружних прокладок або пружин. Можливе використання їх поєднання (комбіновані віброізолятори).

Пружинні віброізолятори, порівняно з прокладками, мають ряд переваг. Вони можуть застосовуватися для ізоляції як низьких, так і високих частот, довше зберігають сталість пружних властивостей у часі, добре протидіють дії олій і температури відносно малогабаритні. Однак вони можуть пропускати високочастотні коливання, тому віброізолятори пружинні рекомендується в цьому випадку встановлювати на прокладки з пружних матеріалів типу гуми.

6.4 Захист машиніста від шуму

Джерела шуму в машинах - двигуни внутрішнього згорання, компресори, повітродувки, вібратори, роздавальні коробки, коробки передач, агрегати гідроприводу. Рівень інтенсивності основного джерела шуму двигуна дорівнює 105 ... 115 дБ. Цей показник для компресорів і вентиляторів становить 100 дБ.

У кабінку машиніста шум проникає кількома шляхами: через повітряне середовище, долаючи звукоізолюючі перешкоди огорож, через металоконструкції при жорсткому кріпленні до них джерел шуму та кабінки. Ці конструкції можуть посилювати дію первинних джерел шуму з допомогою приєднання до них вторинних. Таке посилення виникає у разі, якщо з'являється резонування окремих

елементів металоконструкції та стінок огорож (капот двигуна, стінки кабіни, приладові щитки), при недостатньо надійному кріпленні агрегатів до рами або в результаті зношування шарнірних з'єднань деталей.

З надмірним шумом необхідно боротися, придушуючи його насамперед у джерелі виникнення. Інтенсивність шуму двигуна різко знижується після встановлення глушників, однак у результаті зменшується ефективна потужність двигуна. Заміна прямозубих зубчастих пар редукторів косозубими, кріплення віброуючих агрегатів та кабіни до рами через еластичні вставки (віброізолятори) також знижують ефективність шуму, що розповсюджується по повітряному середовищі, здійснюється шляхом звукоізолювання кабіни та раціонального розміщення щодо кабіни агрегатів, що створюють шум.

6.5 Опалення та охолодження кабіни

Щоб підтримувати в холодну пору року температуру повітря, що відповідає санітарним нормам, у кабіні передбачають опалення. Підігріте обігрівачем повітря подається не тільки в кабіну, але і на її лобові текла з метою запобігти утворенню льоду. Як нагрівальні прилади на машинах встановлюють автомобільні калорифери, що використовують теплоту, яка виділяється з системи охолодження двигуна.

У літній період теплота, що передається від зовнішнього повітря, працюючого двигуна та за допомогою сонячної радіації, нагріває кабіну оператора. Якщо відсутня система охолодження, температура в кабіні може перевищити рівень, рекомендований санітарними нормами. Щоб знизити стомлюваність оператора та підвищити продуктивність праці оператора машини, призначені для роботи в помірній кліматичній зоні, необхідно постачати кабіну охолоджувачами повітря.

Щоб зменшити проникнення сонячної радіації в кабіну, її дах та стінки покривають світлою фарбою.

6.6 Світлотехнічні прилади

Щоб забезпечити безпеку руху та виконання робіт у темний час доби, машини обладнають освітлювальними приладами. Недостатня освітленість втомлює машиніста, що призводить до подовження робочого циклу машин, зниження продуктивності машин, а також різко підвищує ймовірність виникнення аварійної ситуації.

У темний час доби ділянка дороги на відстань 10м перед машиною повинна мати освітленість не менше ніж 0,5лк. Освітленість місця взаємодії робочого органу з оброблюваним середовищем має становити не менше 5лк.

6.7 Вимоги до безпеки

1.1. До роботи як водій міні-навантажувача допускаються особи не молодші 18 років, визнані придатними до цієї роботи мед. комісією, що мають спец. Підготовку та посвідчення на право керування автомобілем, що пройшли інструктаж з безпеки праці, пожежної безпеки.

1.2. При оформленні водія працювати наказом по підприємству його закріплюється технічне транспортний засіб конкретної марки.

1.3. Після зарахування на роботу водій зобов'язаний прийняти транспортний засіб за актом та виконувати лише ту роботу, що дозволяється адміністрацією.

1.4. Водій повинен мати при собі:

- ✓ Посвідчення (з талоном) на право керування автомобілем.
- ✓ Талон технічного паспорта.
- ✓ Шляховий лист.

1.5. На території стоянки автомобілів водій повинен дотримуватись правил:

- ✓ Бути уважним до сигналів водіїв рушійного транспорту.

✓ Ходити тротуарами, доріжками та переходами, спеціально призначеними для пішоходів.

✓ Не заходити без дозволу за огороження.

1.6. Інструмент та пристрій використовувати точно за призначенням.

1.7. При підготовці транспортного засобу до розчищення льоду та снігу звертати увагу на справність шин, акумуляторних батарей, гальмівної системи, кермового керування, приладів освітлення та сигналізації, навісного обладнання.

1.8. Водій зобов'язаний подавати звуковий сигнал у таких випадках:

✓ На початку снігоочисних робіт.

✓ Під час руху заднім ходом.

✓ У місцях обмеженої видимості.

1.9. Заправлення транспортного засобу паливом проводити при непрацюючому двигуні.

1.10. Водій повинен виявляти особливу обережність під час заливання гарячої води в систему охолодження. Корок радіатора на гарячому двигуні слід відкривати в рукавиці або накривши її ганчіркою. Корок слід відкривати обережно, не допускаючи інтенсивного виходу пари.

1.11. Перед тим, як почати рух з місця зупинки (стоянки), водій повинен переконатися в тому, що це безпечно для робітників та інших сторонніх осіб, подати попереджувальний сигнал і тільки після цього рушати з місця.

1.12. Не допускається працювати на міні-навантажувачі у темний час доби без освітлення.

6.7.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

1.13. Перед початком роботи водій повинен перевірити всі механізми автотранспорту: шасі, робочий орган, кріплення вузлів та агрегатів.

1.14. Перед запуском двигуна переконатися, що важіль управління К.П.П. знаходиться у вимкненому (нейтральному) положенні.

Забороняється доручати запуск двигуна та роботу на шнекороторному снігоочиснику стороннім особам.

1.15. З прибуттям на місце роботи водій зобов'язаний уважно ознайомитися з характером та умовою роботи, станом дороги та перевести міні-навантажувач та робоче обладнання з транспортного положення до робочого [22].

6.7.2 Вимоги безпеки під час роботи

1.16. Під час роботи не можна передавати керування транспортним засобом іншій особі. У жодному разі не можна проводити будь-які, навіть короточасні роботи при збиранні льоду та снігу.

1.17. Під час руху забороняється сходити з машини та сідати до неї.

1.18. Перед тим, як зійти зі снігонавантажувача, поставити важіль управління КПП в нейтральне положення і загальмувати гальмом стоянки.

1.19. При тривалій зупинці не залишати навісне обладнання у піднесеному положенні.

1.20. При роботі суворо дотримуватись правил дорожнього руху.

1.21. При переїзді через перешкоди, при спуску з гори необхідно дотримуватися особливого швидкісного режиму, уникаючи різких поштовхів і кренів.

1.22. Водію категорично забороняється:

✓ Починати роботу на несправному транспортному засобі.

- ✓ Пересуватися дорогою (майданчиком) з поперечним ухилом більше 12о.
- ✓ Виконувати буксирування транспортного засобу з метою запуску двигуна.
- ✓ Працювати на міні-навантажувачі в місцях, захищених залізними відрізками, прутками дошками, дротом та іншими предметами.
- ✓ Витягувати будь-які предмети з навісного обладнання при працюючому двигуні.
- ✓ Включати робочий орган при перегонах та транспортному положенні робочого органу.
- ✓ Підходити до працюючого органу ближче 2,5 м.
- ✓ Ремонт колеса до повного випуску повітря з камер.

1.23. При виконанні робіт міні-навантажувач повинен рухатися вздовж лотка вулиці в напрямку, протилежному міському руху, біля міні-навантажувача повинен знаходитися черговий робітник, який відповідає за безпеку в зоні навколо міні-навантажувача. Робочі, що обслуговують міні-навантажувач, мають бути одягнені в сигнальні жилети.

1.24. Робота міні-навантажувача безпосередньо під проводами ліній електропередач будь-якої напруги забороняється. Під час роботи в охоронній зоні ЛЕП повинні дотримуватися таких вимог: відстань від будь-якої частини машини або вантажу, що піднімається, в будь-якому їх положенні, у тому числі при найбільшому підйомі транспортера, до найближчого проводу, що знаходиться під напрямком, повинна бути не менше:

На напругу до 1кв-1,5; 20кв-2м, 110 кв-4м, 220кв-5м, 330кв-6м; понад 500 кв-9м.

При цьому водію необхідно заздалегідь видати наряд-допуск, визначити умови виконання робіт, при цьому повинен бути призначений відповідальним керівник з числа ІТП.

1.25. Під час проїзду під лінією електропередачі, що знаходиться під напругою, робочий орган снігонавантажувача повинен перебувати у транспортному положенні.

Пересування машини поза дорогами під проводами лінії електропередач, що знаходиться під напругою, слід проводити в місцях найменшого провисання проводів.[22]

6.7.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

1.26. У разі займання палива, робітник повинен скористатися вогнегасником або збити полум'я землею, піском, прикрити повстю, азбестовим покривалом, брезентом. Водою не заливати! Якщо полум'я збити не вдається викликати пожежну охорону.

1.27. У разі дорожньо-транспортної пригоди водій, причетний до нього, зобов'язаний:

- ✓ Негайно зупинитися і не чіпати з місця автомобіль, а також інші предмети, що мають відношення до події.

- ✓ Поставити до відома працівників ПОЛІЦІЇ.

- ✓ У разі потреби викликати швидку медичну допомогу, або відправити потерпілого на попутному транспорті до найближчого лікувального закладу та повідомити там своє прізвище, номер автотранспорту, після чого повернутися на місце події.

- ✓ Поставити до відома свого керівника.

6.7.4 Вимоги безпеки після закінчення робіт

1.28. Після повернення з лінії водій міні-навантажувача разом із механіком зобов'язаний перевірити транспортний засіб. У разі потреби водій повинен

залишати заявку на поточний ремонт із переліком несправностей, що підлягають усуненню.

1.29. При безгаражному зберіганні міні-навантажувача в зимовий час злити воду з радіатора та двигуна, затягнути важіль гальмівної системи.

ВИСНОВОК

В даній роботі було розроблене пристосування для сколювання криги з дорожнього покриття на базі міні-навантажувача BobCat S-175.

Було отримано метеорологічні дані з центральної геофізичної обсерваторії, основними із яких була температура, вологість та кількість опадів у зимовий період. Виконавши аналіз метеорологічних умов в Білій Церкві та районі можна спостерігати що в зимній період середня температура $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та достатня кількість опадів, також останні декілька років не рідким є перепади температури від позначки $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ у зимовий період.

Враховуючи важливість проблеми криги на дорогах і пішохідних доріжках, проведено патентне та літературне опрацювання сучасних засобів боротьби з ожеледицею, розроблено класифікацію даних технічних засобів. На підставі викладеного обраний найбільш перспективний і високопродуктивний спосіб видалення льоду типу, що сколює з доріг і запропонована нова конструкція машини для здійснення даної операції.

Було проведено патентний пошук обладнання для сколювання криги в патентних відомствах України, США, Європи, а також представленість обладнання на ринку України.

Базовою машиною обрано міні-навантажувач BobCat, так як вітчизняні споживачі вважають за краще зупиняти свій вибір саме на міні-навантажувачі BobCat, він має компактні розміри самохідної бази що дозволяють успішно використовувати машину в умовах обмеженого робочого простору. Різноманітність навісного обладнання дозволяє виконувати міні-навантажувачу Bobcat цілий спектр додаткових завдань тому його часто використовують в житлово-комунальному господарстві.

Я запропонував навісне обладнання що складається з трьох основних частин: барабан з шипами, відвал і рама. Принцип дії заснований на вільному обертанні барабана, який оснащений загостреними сталевими шипами. Відвал, що кріпиться на одній рамі з барабаном, прибирає зруйновану крижану кірку.

В процесі роботи виконано кінематичний, тяговий, потужнісний та статичний розрахунки, розрахунок потрібного зусилля для початку розколювання льоду, вони показали, що технічна характеристика Bobcat-S175 відповідає вимогам технічного завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна техніка (довідник). URL: <https://budtehnika.pp.ua/3608-tehnologya-utrimannya-dorg.html> (дата звернення: 08.09.2023).
2. # Учасники проектів Вікіпедія. Біла Церква – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Біла_Церква (дата звернення: 15.10.2023).
3. BobCat Service. Колесні міні навантажувачі. URL: <https://bobcat-service.com.ua/bobcat/kolesnye-mini-pogruzchiki/s-175> (дата звернення: 17.10.2023).
4. Спеціалізована БД "Винаходи (корисні моделі) в Україні". *Досвід*. URL: <https://base.uipv.org/searchin/search.php?action=viewdetails&ClaimID=116850> (дата звернення: 08.10.2023).
5. Espacenet â результати пошуку. *Espacenet â патентний пошук*. URL-адреса: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/003309583/publication/US1241779A?q=DEVICE%20FOR%20WORKING%20WITH%20ICE,%20PACKED%20SNOW> (дата звернення: 09.10.2024).
6. Avia Invest. дорожньо-будівельна. URL: <https://aviotech.com.ua/ua/skalyvatel-lda> (дата звернення: 11.10.2023).
7. BobCat Service. Змінне обладнання - Скріпер (скалювач криги) Bobcat. URL: <https://bobcat-service.com.ua/bobcat/kolesnye-mini-pogruzchiki/s-175> (дата звернення: 11.10.2023).
8. М. К. Сукач Є. В. Горбатюк О. А. Марченко. Синтез землерийної і дорожньої техніки: підручник / За ред. д.т.н., проф. М.К. Сукача. Київ : Ліра-К, 2017. 376 с
9. М. В. Дудкин, С. Н. Фадеев, С. Ю. Пичугин, Методика разрушения ледяного покрытия на автомобильных дорогах рабочим органом ударного действия. URL: Chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.vestnik.nauka.kz/wp-content/uploads/2015/10/12-%D0%94%D1%83%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%BD-

%D0%9F%D0%B8%D1%87%D1%83%D0%B3%D0%B8%D0%BD-
 %D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%
 80%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-
 %D0%BB%D0%B5%D0%B4%D1%8F%D0%BD.%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D1
 %80%D1%8B%D1%82.pdf (дата звернення 11.11.2023).

10. Погода в Білій Церкві в грудні. *Погода курортів світу*. URL: https://tur-pogoda.com.ua/ukraine/belaya_cerkov/december (дата звернення: 05.11.2023).

11. Спеціальний інформаційна система УКРНОІВІ. *Простий пошук*. URL: https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/simple/?form-TOTAL_FORMS=1&form-INITIAL_FORMS=1&form-MAX_NUM_FORMS=&form-0-param_type=3&form-0-value=98989 (дата звернення: 08.11.2023).

12. IPC Publication. *IPC Publication*.

URL: <https://ipcpub.wipo.int/?notion=scheme&version=20130101&symbol=E01H0005120000&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart> (дата звернення: 28.10.2023).

13. Учасники проєктів Вікімедіа. Ожеледь – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ожеледь> (дата звернення: 25.09.2023).

14. Підйомно-транспортні машини і механізми та визначення їх потреби. *Stud*. URL: https://stud.com.ua/63962/logistika/pidyomno_transportni_mashini_mehanizmi_v_iznachennya_potrebi (дата звернення: 26.09.2023).

15. Харків'ян попереджають про ожеледь та сильний вітер. *Харківський вимір*. URL: <https://x-vymir.com/podiyi/harkiv-yan-poperedzhayut-pro-ozheled-tasylnyj-viter/> (дата звернення: 30.09.2024).

16. Запчастини до навантажувачів Bobcat, Prom.ua. *prom.ua*. URL: <https://prom.ua/ua/p489699741-zapchasti-pogruzchikam-bobcat.html> (дата звернення: 1.10.2023).

17. V-подібний снігоприбиральний відвал Bobcat - придбати відвал Bobcat. *Спецтехніка в Україні - купити будівельну техніку Hyundai в Україні*. URL: <https://alfatech.com.ua/product/v-obraznij-snegouboroch-otval-99-166> (дата звернення: 03.10.2023).
18. Bobcat. New Version of Bobcat S450 Skid-Steer Loader for MEA. *Heavy Machinery and Equipment news & information | LECTURA Press*. URL: <https://lectura.press/en/article/new-version-of-bobcat-s450-skid-steer-loader-for-mea/62262> (дата звернення: 07.10.2023).
19. Міні навантажувач BOBCAT S750 2011 р. Prom.ua. *prom.ua*. URL: <https://prom.ua/p1813676540-mini-pogruzchik-bobcat.html> (дата звернення: 10.10.2023).
20. СУКАЧ М. С. Будівельні машини і обладнання: підручник, Київ : Ліра-К, 2016. 390 с.
21. Керівництво з ремонту міні-навантажувача Bobcat S175 (S/N A3L520001 & вище). Керівництво по ремонту pdf. *Посібники з ремонту PDF*. URL: <https://www.servicemanualperfect.com/downloads/bobcat-s175-skid-steer-loader-service-repair-manual-s-n-a3l520001-above/> (дата звернення: 12.10.2023).
22. Інструкція з охорони праці для водія навантажувача. *Календарь бухгалтера*. URL: <https://services.uteka.ua/ua/publication/zrazky-34-trudovi-vidnosyny-ta-oplata-pratsi-138-instrukciya-po-oxrane-truda-dlya-voditelya-pogruzchika> (дата звернення: 12.12.2023).
22. Bobcat service. Змінне обладнання. Скрипер (сколювач криги) оригінальний. URL: <https://bobcat-service.com.ua/bobcat/navesnoe-oborudovanie-bobcat/skreper-skalyvatel-lda-bobcat> (дата звернення: 10.12.2023).

ДОДАТОК А

ТЕМА: ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ СКОЛЮВАННЯ КРИГИ З ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Виконав: ПОРХУН Н.Ф.

Керівник: доц., к.т.н. САМОЙЛЕНКО О.В.

Мета і задачі

- **Мета:** розробка та проектування обладнання із змінним робочим органом для Bobcat-S175
- **Завдання:** Проаналізувати метеорологічні умови за місцем розробки. Патентно-інформаційні дослідження. Аналіз представленості на ринку обладнання. Розробка загальної конструкції пристосування. Аналіз стійкості навантажувача від перекидання. Розрахунок параметрів процесу дроблення криги. Перевірка гідросистеми навантажувача на можливість використання обладнання. Перевірочні розрахунки окремих елементів. Оцінка економічної ефективності обладнання. Вимоги безпеки при роботі з обладнанням.

Метеорологічні умови за місцем обслуговування підприємства ЖКГ

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °С	7,3						35,4	39,1					
Середній максимум, °С	-3	-1	4	13	20	23	24	24	21	12	4	0	14
Середня температура, °С	0,5	1	4,1	10,2	15,6	20,3	22,8	22,3	17,9	11,9	7,4	3,5	11,5
Середній мінімум, °С	-8	-7	-2	4	9	13	14	13	9	4	-1	-5	9
Абсолютний мінімум, °С	-21,2	-28,5					20,4	12,6					
Норма опадів, мм	48	46	39	49	53	73	88	69	47	35	51	52	650

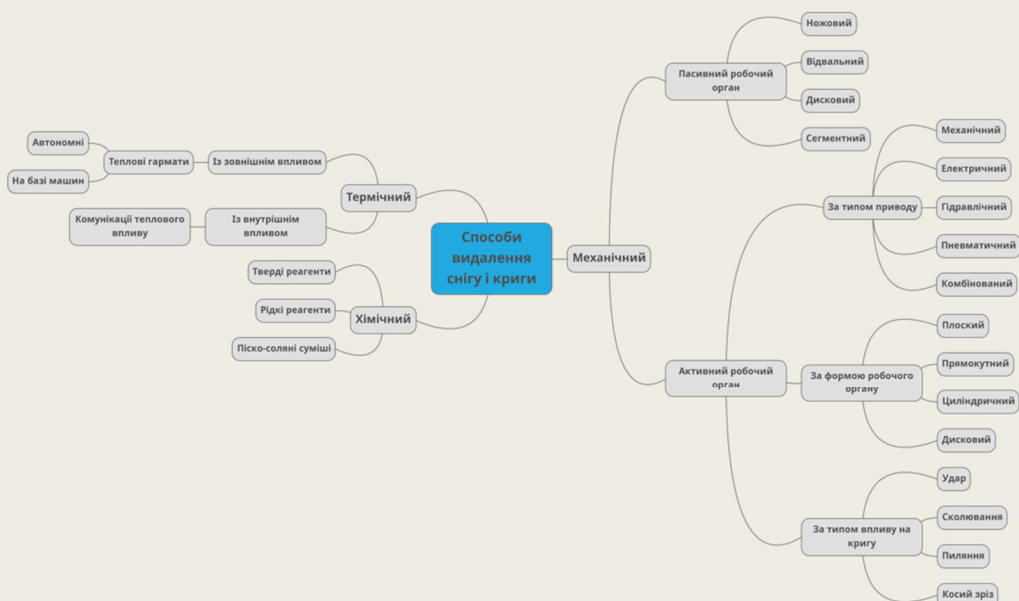


Ожеледь і ожеледиця

- **Ожеледь** - тонкий льодяний шар, що утворюється на поверхні землі після дощу або відлиги при падінні температури.
- **Ожеледиця** – склоподібний льід або іній, утворюється за відносно великої вологості і при перепаді температур.

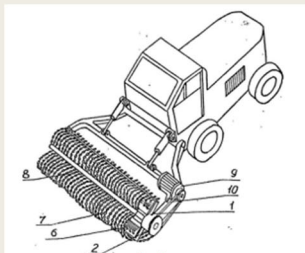


Класифікація способів видалення криги

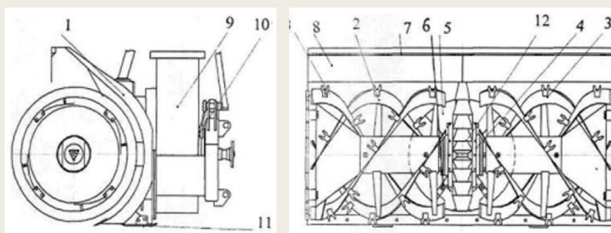


Патентно-інформаційне дослідження

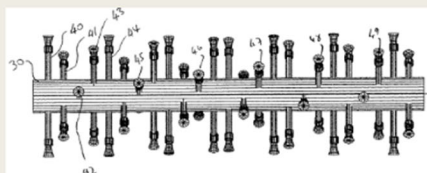
- МПК - А01В 33/00
- МПК - Е01Н 5/12
- МПК - Е01Н 5/09
- МПК - А01В 21/08
- МПК - А01В 29/00



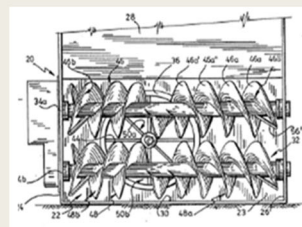
Назва винаходу - робочий орган для очищення автомобільних шляхів та тротуарів від полою. **Номер патенту** – 15914



Назва винаходу - робоче обладнання снігоочисника. **Номер патенту** – 98989



Назва винаходу - апарат для видалення снігу та льоду
Номер патенту – CA2095399A1



Назва винаходу – снігоприбиральний пристрій
Номер патенту – CA2096260A1

Аналіз представленості на ринку



Сколовач льоду БЛ-2500
Країна виробник – Україна

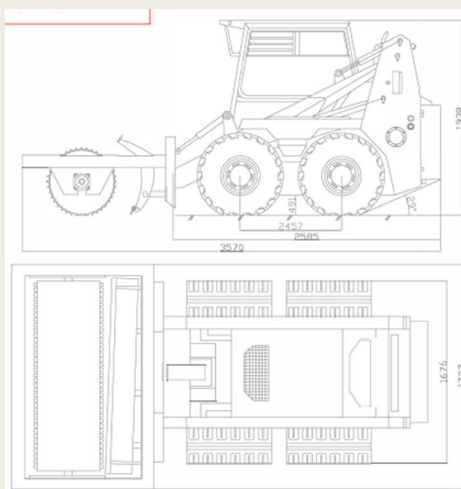


Сколовач льоду БЛ-2500
Країна виробник – Південня Корея

Результат опитування

Проводилось усне опитування серед фахівців підприємства КП БМР ЖЕК №1, а також суміжних підприємств. Результати продемонстрували що не потрібно самостійної машини. Рационально було б використовувати навісне обладнання на машину, а саме на BobCat, який є в наявності на підприємствах

Базова машина



Технічна характеристика

Експлуатаційні характеристики

Технічна продуктивність 1134 м³/см
 Максимальна швидкість пересування 11,7 км/год
 Ширина захвата оброблюваної поверхні 1690 мм

Двигун

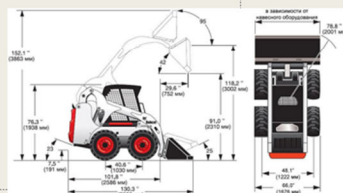
Виробник/модель Кабач / V2607 DI-TE3B-BC-1
 Тип палива/охолодження Дизель/води
 Максимальна потужність при 2700 об/хв 45,5 кВт
 Крутний момент при 1425 об/хв 218 Нм
 Кількість циліндрів 4
 Кількість паливних баків 2
 Ємність паливного бака 106 л

Вага

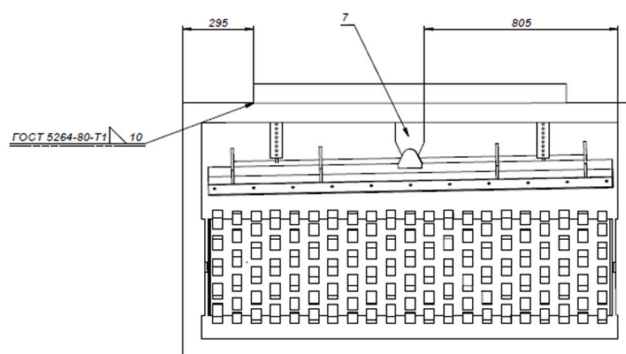
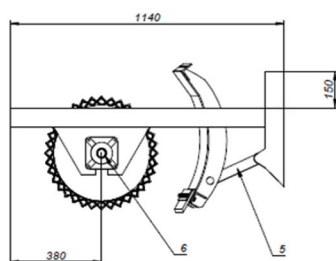
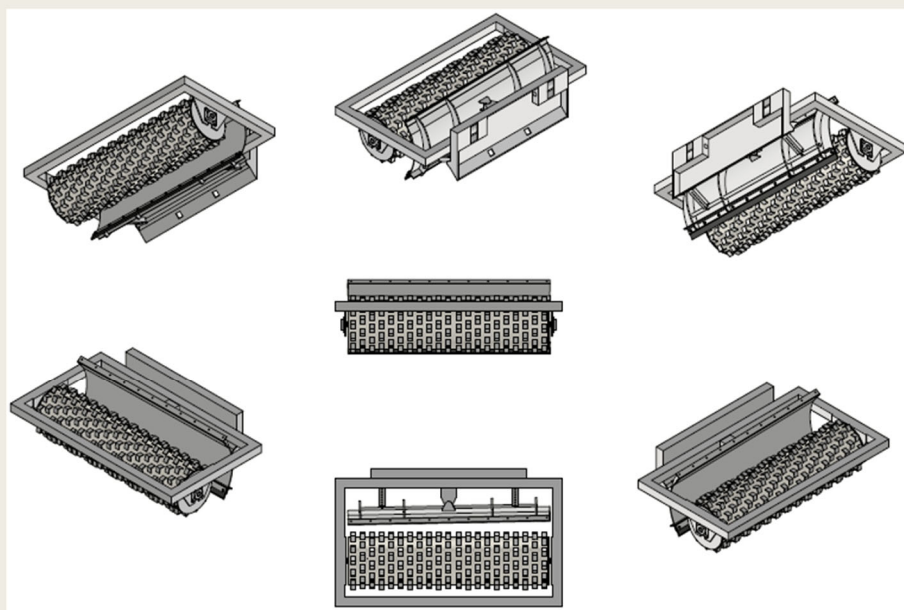
Експлуатаційна вага 3010 кг

Габарити

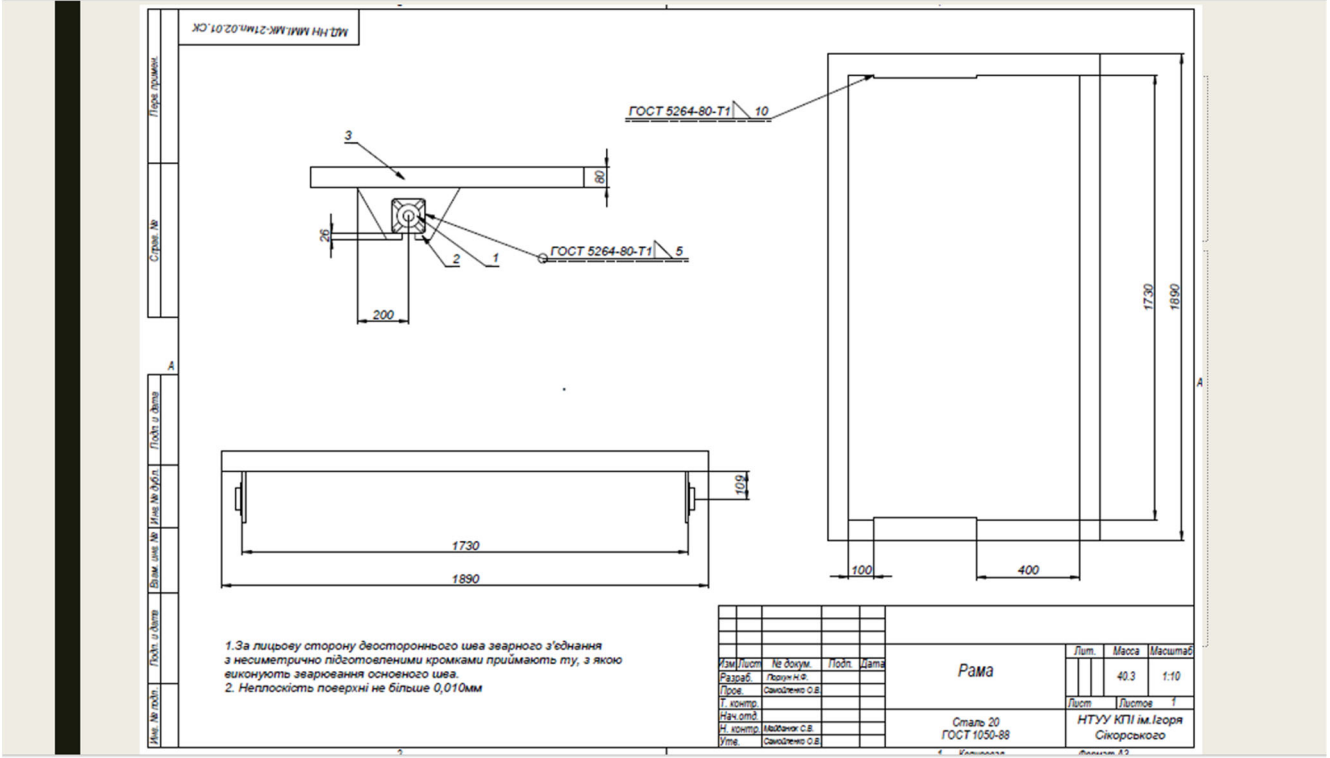
Довжина 3470 мм
 Ширина 1727 мм
 Висота 1938 мм



Пропоноване пристосування



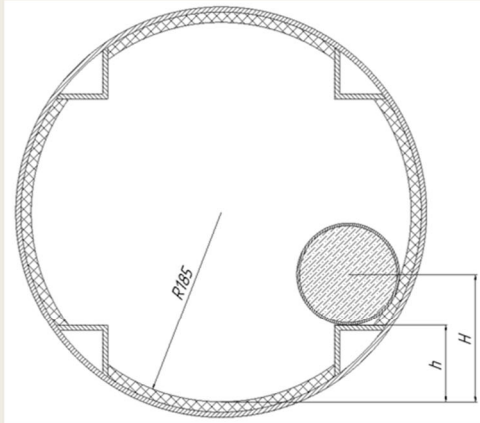
Маса: 523 кг



Траспортне та робоче положення



Ударний вплив



$$P = m \cdot g$$

$$P = \pi R^2 \cdot \rho \cdot g,$$

де R – радіус циліндра заповненого бетоном $R = 100\text{мм}$.

ρ – густина бетону $\rho = 2000\text{кг/м}^3$

g – сила тяжіння $g = 9,8\text{ м/с}^2$

$$P = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 2000 \cdot 9,8 = 615,44\text{ Н}$$

⊕

$$E_{\text{удар}} = mgh,$$

де h – висота падіння циліндра

$$E_{\text{удар}} = \pi R^2 \cdot \rho \cdot g \cdot h,$$

$$E_{\text{удар}} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,0725 = 44,61\text{ Дж}$$

Економічна ефективність

$$П_{ч2} = (3600 \cdot B_{завх} \cdot h_{тощ} \cdot V_p \cdot k_a \cdot k_p),$$

де $B_{завх}$ – ширина захвату робочим органом;

$h_{тощ}$ – товщина криги;

V_p – робоча швидкість;

$k_a = 0,85$;

$k_p = 0,9$;

$$П_{ч2} = (3600 \cdot 1,76 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 0,85 \cdot 0,9) = 315\text{ м}^3/\text{год}$$

Визначення змінної продуктивності машини, м³/см:

$$П_{зм} = П_{год} \cdot t_{зм} \cdot K_{тех} \cdot K_{експ},$$

$П_{год}$ – годинна технічна продуктивність, м³/год;

$t_{зм}$ – число годин роботи машини за зміну, год;

$K_{тех}$ – коефіцієнт переходу від технічної до експлуатаційної продуктивності;

$K_{експ}$ – коефіцієнт переходу від експлуатаційної до змінної продуктивності.

$$П_{зм1} = 315 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 1134\text{ м}^3/\text{год}$$

Економічна ефективність

$$P_{ч2} = (3600 \cdot B_{захв} \cdot h_{тоши} \cdot V_p \cdot k_k \cdot k_p),$$

де $B_{захв}$ – ширина захвату робочим органом;

$h_{тоши}$ – товщина криги;

V_p – робоча швидкість;

$k_k = 0,85$;

$k_p = 0,9$;

$$P_{ч2} = (3600 \cdot 1,76 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 0,85 \cdot 0,9) = 315 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначення змінної продуктивності машини, м³/см:

$$P_{зм} = P_{год} \cdot t_{зм} \cdot K_{тех} \cdot K_{експ},$$

$P_{год}$ - годинна технічна продуктивність, м³/год;

$t_{зм}$ - число годин роботи машини за зміну, год;

$K_{тех}$ - коефіцієнт переходу від технічної до експлуатаційної продуктивності;

$K_{експ}$ - коефіцієнт переходу від експлуатаційної до змінної продуктивності.

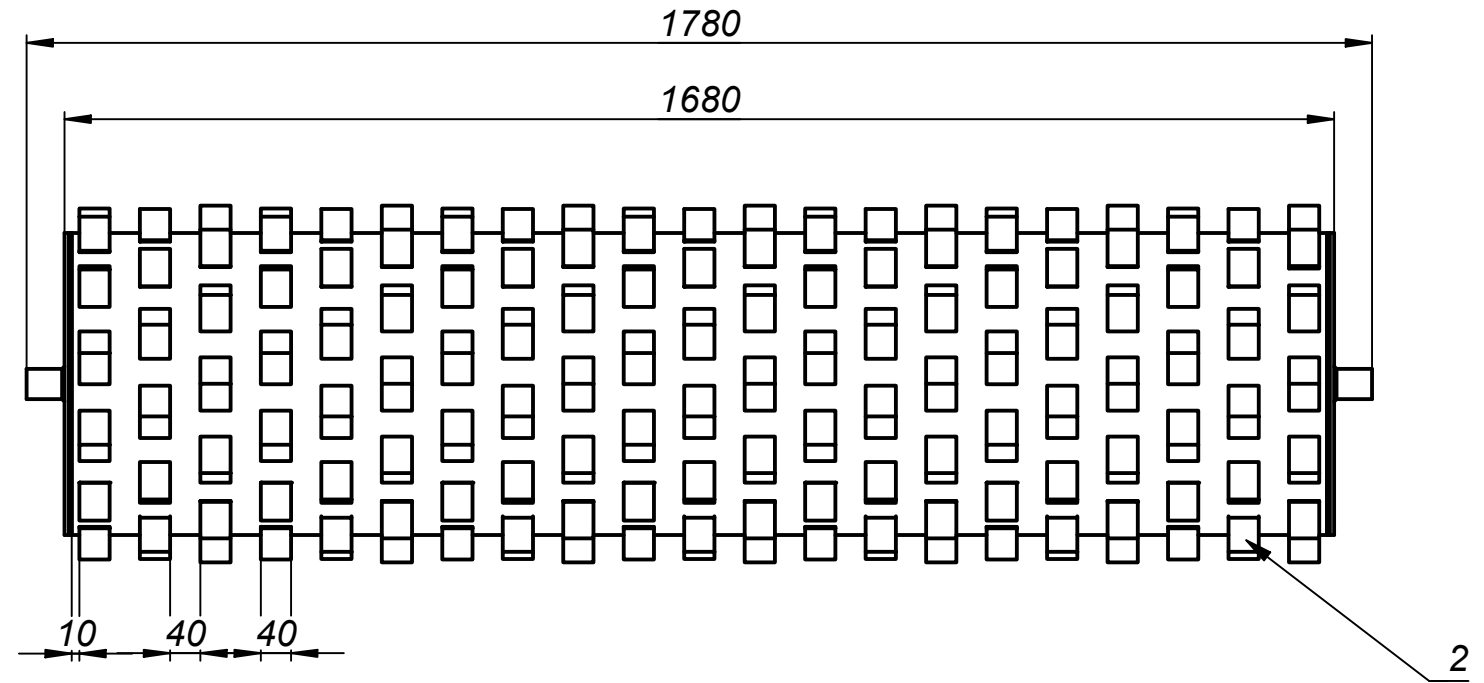
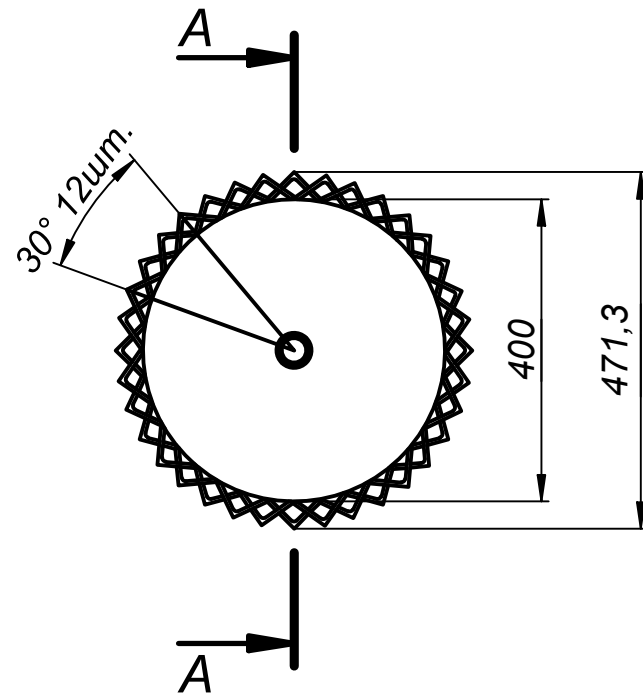
$$P_{зм1} = 315 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 1134 \text{ м}^3/\text{год}$$

Безпека праці

- До роботи як водій міні-навантажувача допускаються особи не молодші 18 років. Підготовку та посвідчення на право керування автомобілем, що пройшли інструктаж з безпеки праці, пожежної безпеки.
- Перед початком роботи водій повинен перевірити всі механізми автотранспорту: шасі, робочий орган, кріплення вузлів та агрегатів.
- Під час руху забороняється сходити з машини та сідати до неї.
- Пристосування не потребує додаткового навчання оператора, достатньо категоріє на міні-навантажувач

Висновки

- - Виконав аналіз метеорологічних даних в м. Біла Церква та районі.
- - Визначив способи видалення криги та снігу.
- - Обґрунтував використання BobCat S-175
- - Патентно інформаційні пошук в патентних відомствах України, Європи та США
- - Аналіз та порівняльна характеристика обладнання представленого на ринку України.
- - Описав запроповану конструкцію обладнання
- - Розрахунок потрібного зусилля для початку розколювання льоду, сила інерції снігу.
- - Визначення ударного впливу
- - Економічна доцільність
- - Техніка безпеки

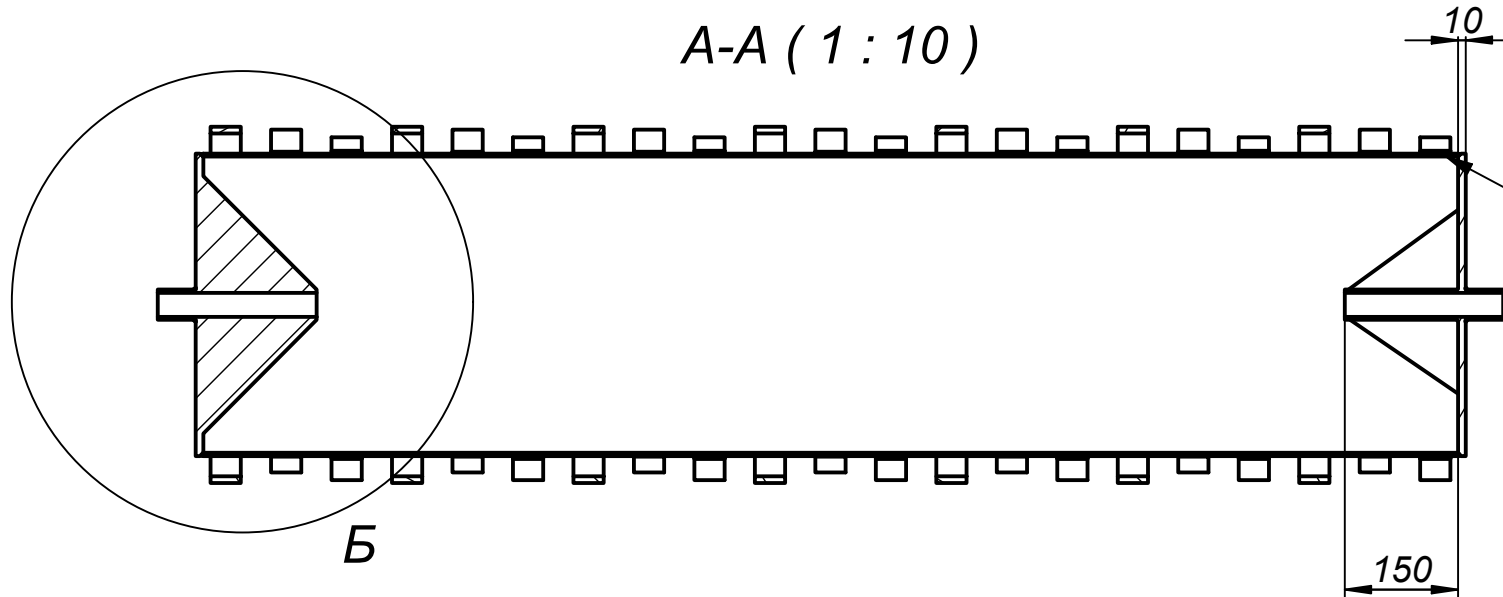


ГОСТ 5264-80-T6 4

Б (1:5)

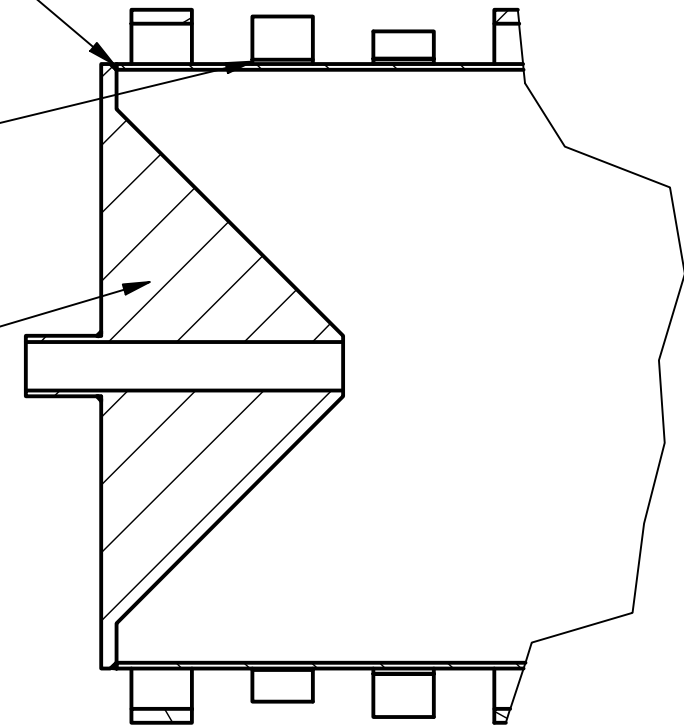
ГОСТ 5264-80-T1 4

А-А (1:10)



1

3



1. За лицьову сторону двостороннього шва зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають ту, з якою виконують зварювання основного шва.
2. Неплоскість поверхні не більше 0,010мм

					МД.НН ММІ.МК-21мп.01.01.СК		
					Барабан		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Порхун Н.Ф.				312.35 кг	1:10
Пров.		Самойленко О.В.					
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач.отд.					НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Н. контр.		Майданюк С.В.			Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Утв.		Самойленко О.В.			1 Копировал Формат А3		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1	<i>МД.НН ММІ.МК-21мп.03.01.СК</i>	<i>Кришка барабана</i>	2	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		2		<i>Куттик 40*40 ГОСТ 8509-93</i>	252	
		3		<i>Труба стальна 400мм ГОСТ 8943:2019</i>	1	

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
---------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------

<i>МД.НН ММІ.МК-21мп.01.01.С</i>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разрад.	Порхун Н.Ф.			
Пров.	Самойленко О.В.			
Н.контр.				
Утв.	Самойленко О.В.			
<i>Барабан</i>			Лит.	Лист
				Листов
				1
<i>НТУУ КПІ ім. Ізгоря Сікорського</i>				

МД.НН ММІ.МК-21мп.04.01.СК

Перв. примен.
Справ. №

А

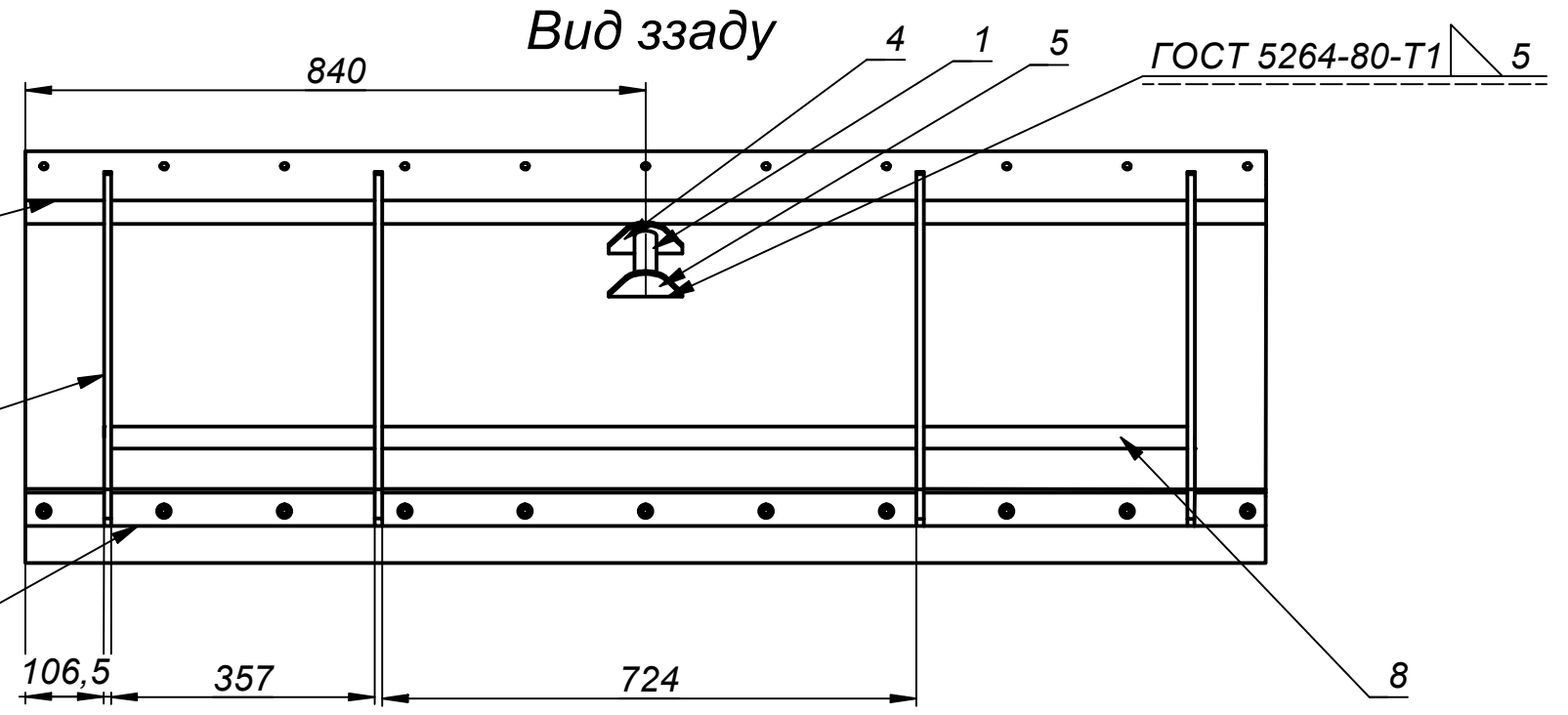
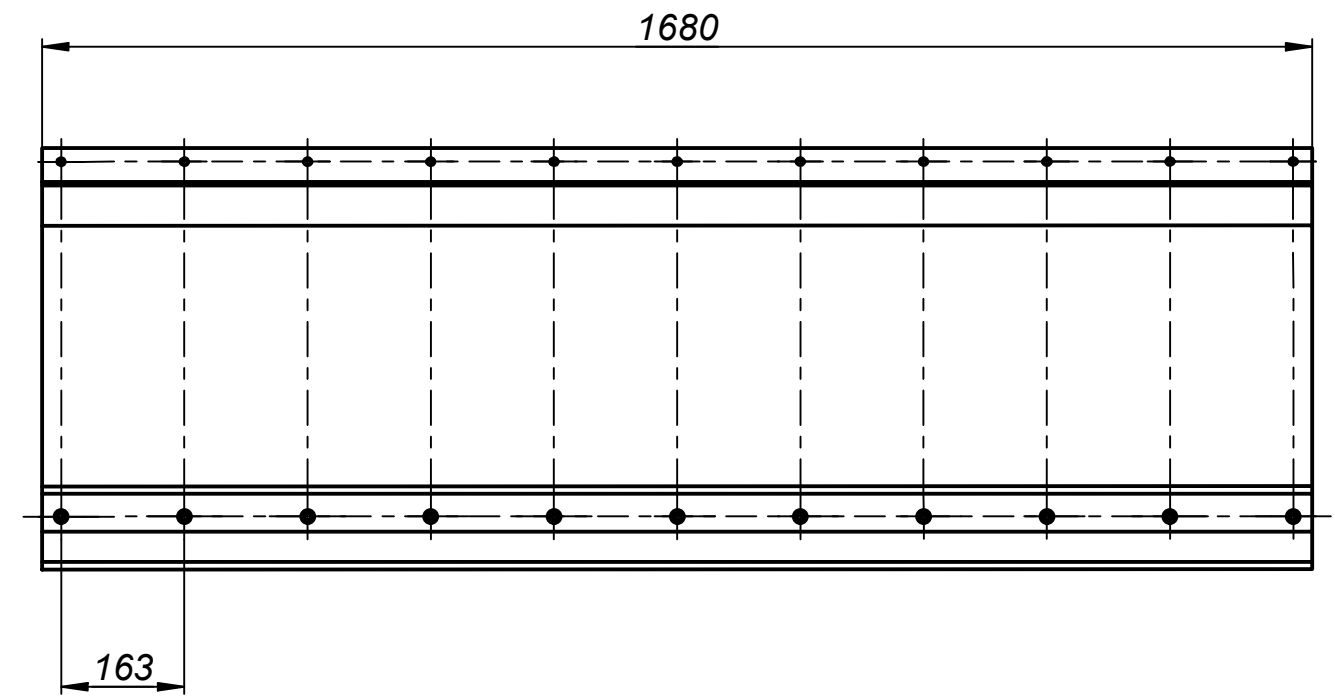
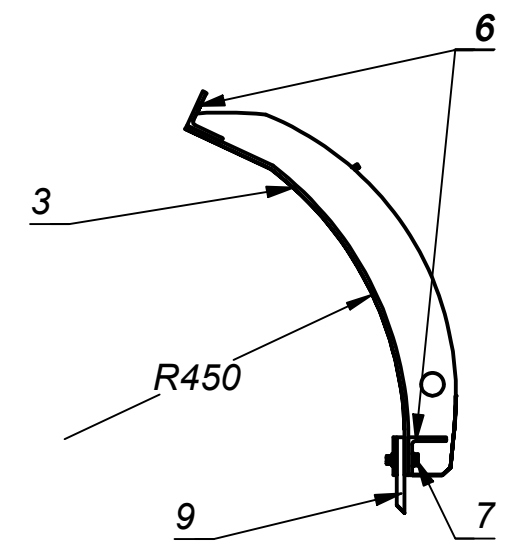
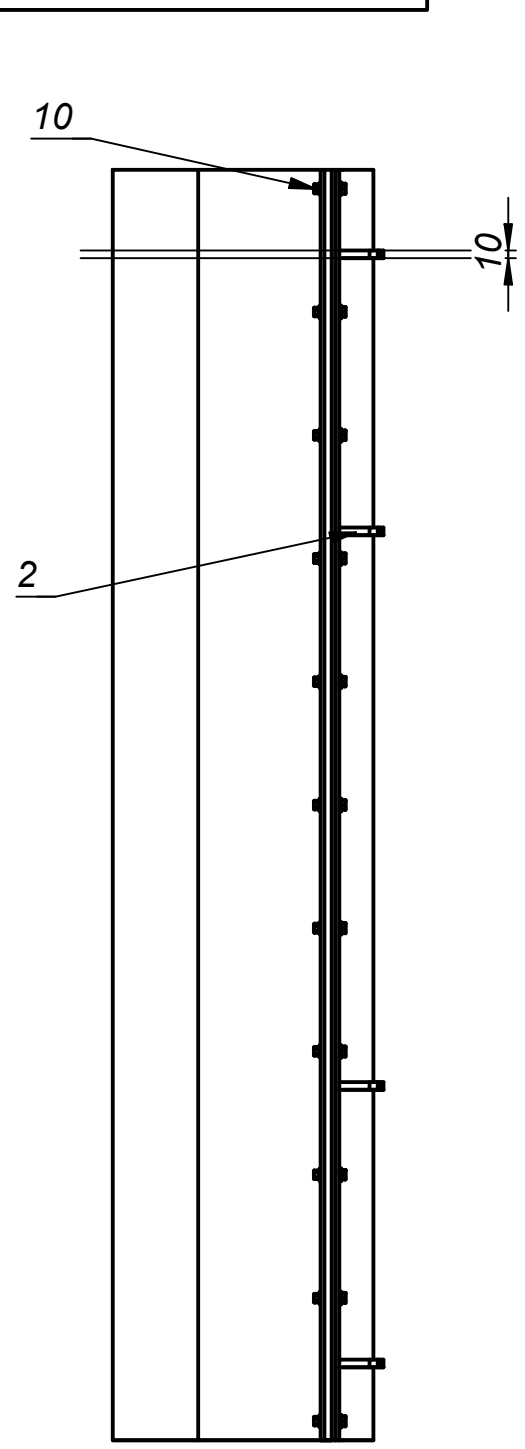
Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

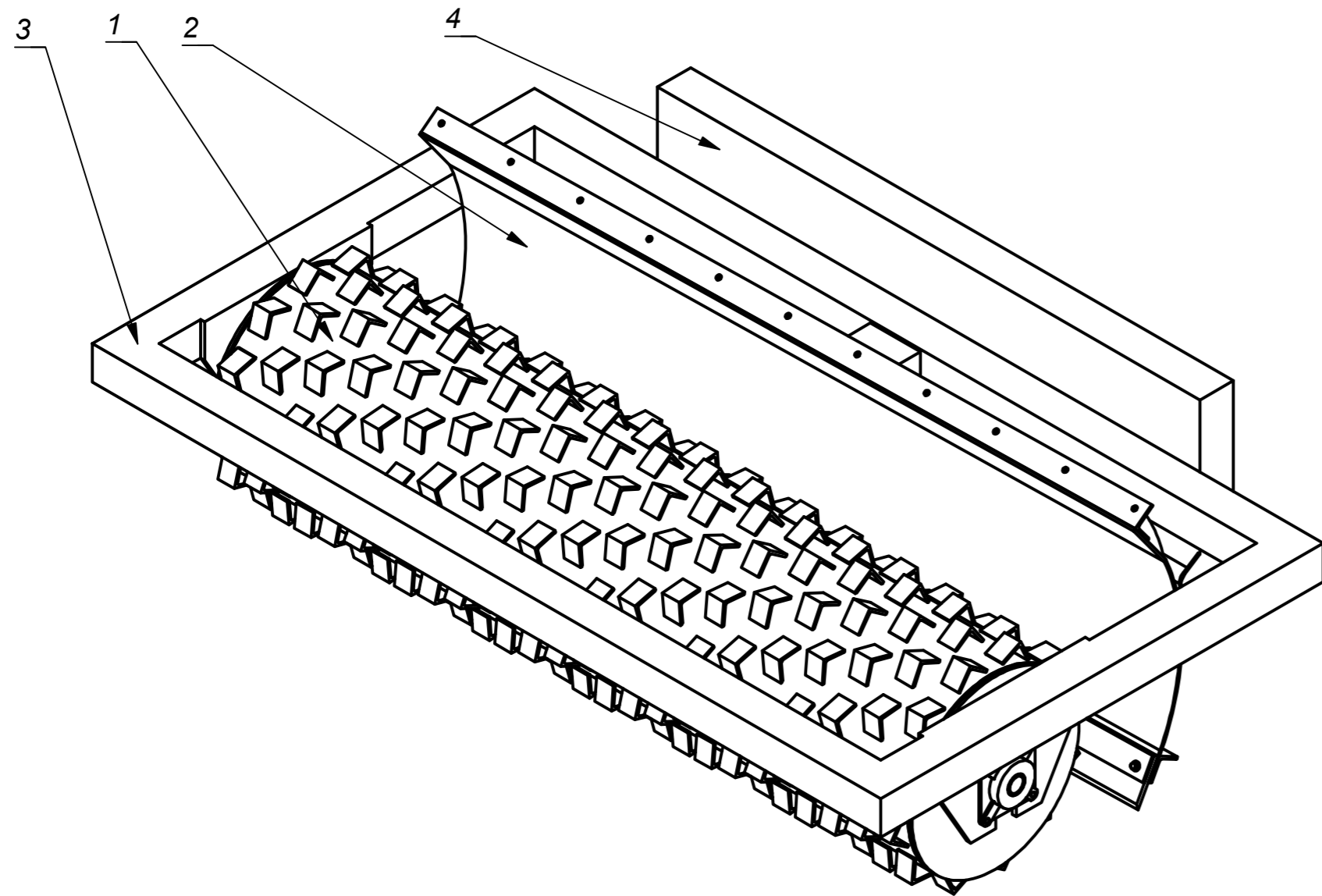
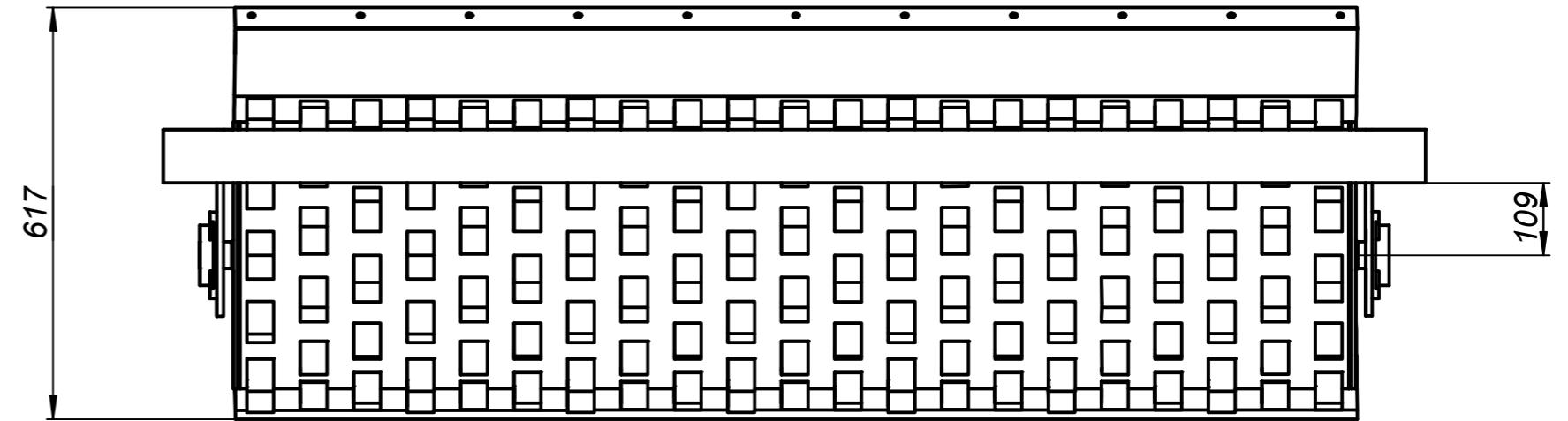
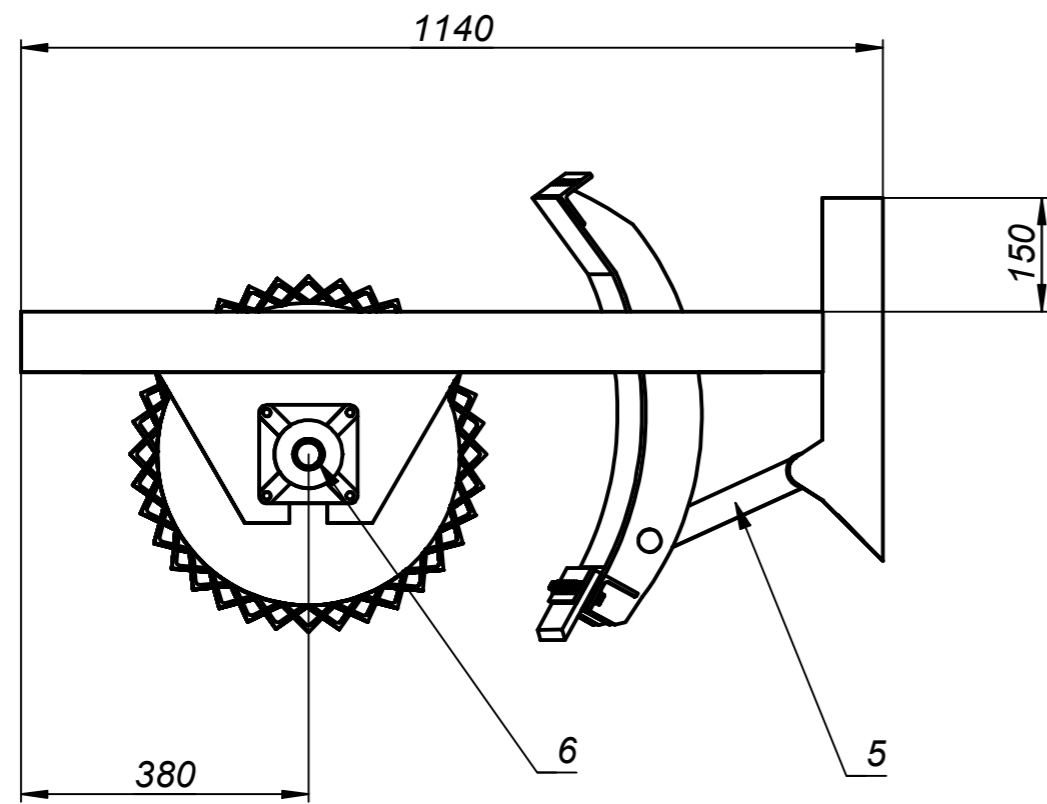
Изм. № подл.



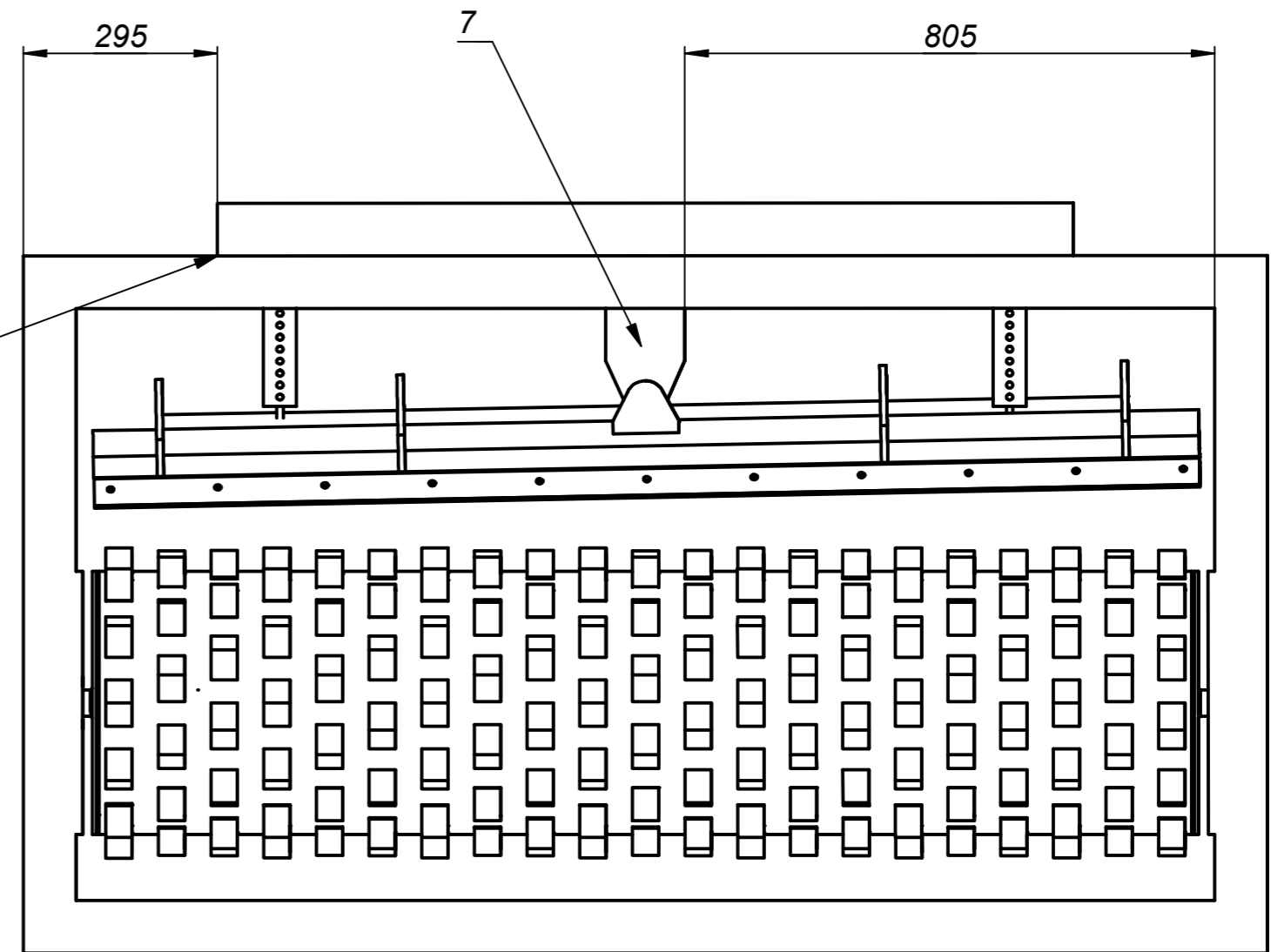
1. За лицьову сторону двостороннього шва зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають ту, з якою виконують зварювання основного шва.
2. Неплоскість поверхні не більше 0,010мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Порхун Н.Ф.		14.01.2024
Пров.		Самойленко О.В.		
Т. контр.				
Нач.отд.				
Н. контр.		Майданюк С.В.		
Утв.		Самойленко О.В.		

МД.НН ММІ.МК-21мп.04.01.СК			
Відвал	Лит.	Масса	Масштаб
		60.35	1:10
	Лист	Листов	1
Сталь 20 ГОСТ 1050-88		НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського	



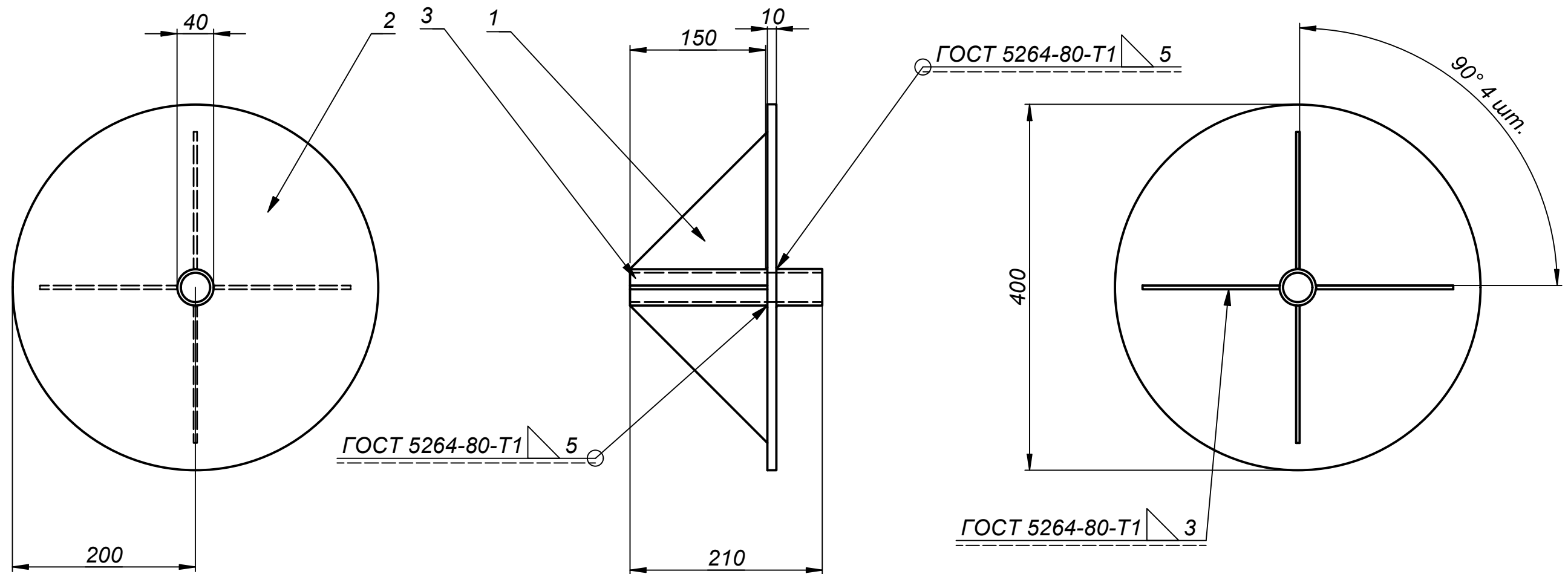
ГОСТ 5264-80-Т1 10



1. За лицьову сторону двостороннього шва зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають ту, з якою виконують зварювання основного шва.
2. Закріплення лопати до рами пальцем.
3. Проводиться з'єднання регульованої тяги швидкоз'єма та відвалу.

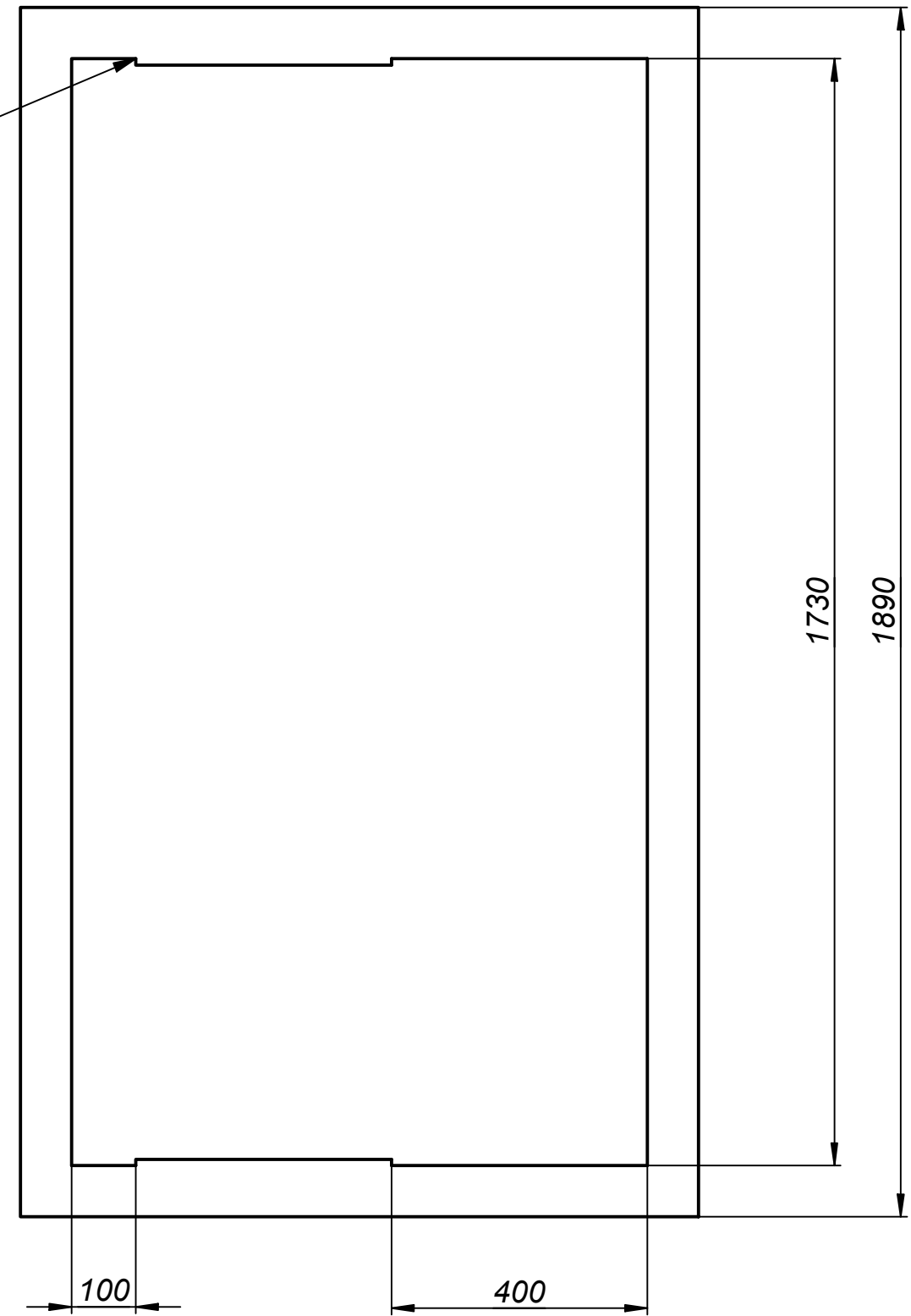
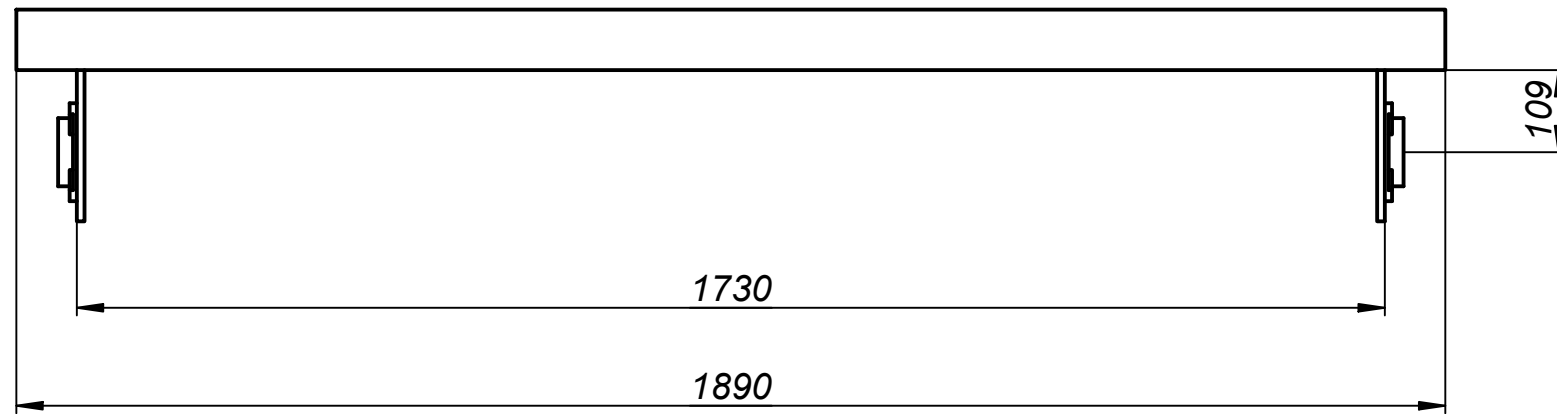
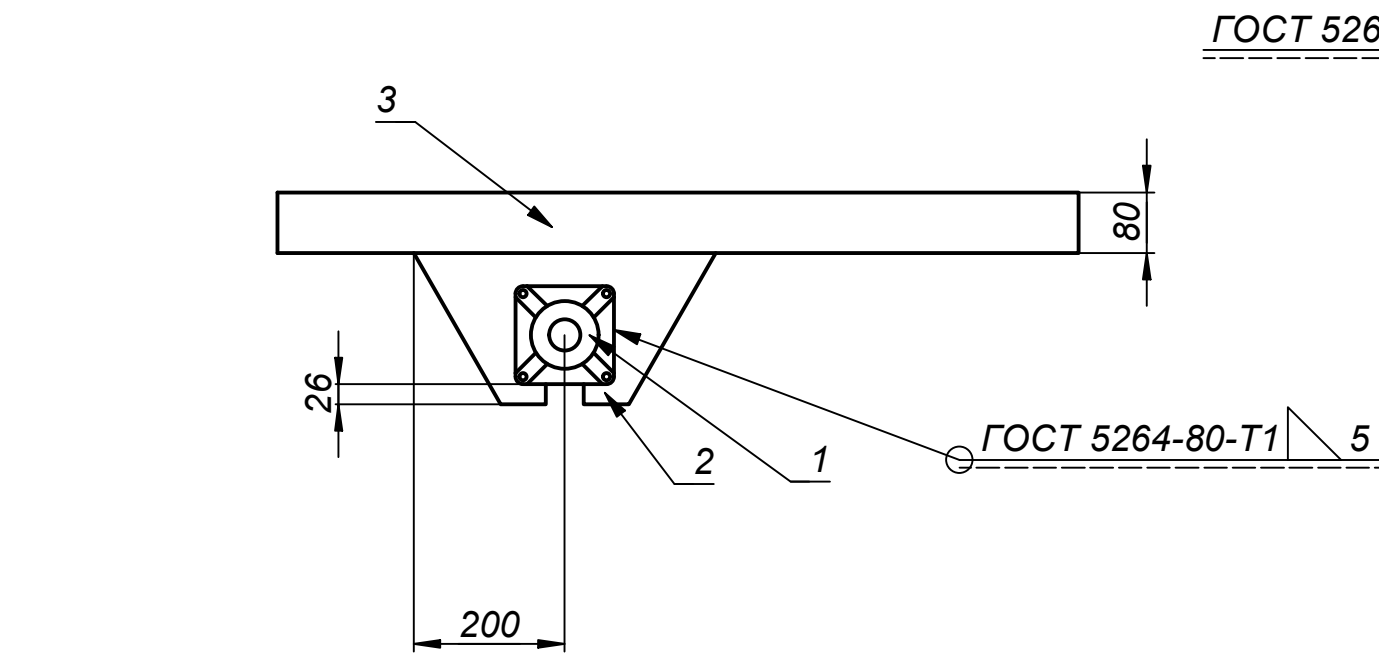
Перв. примен.
Справа. №
А
Подп. и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Име. № подл.

				МД.НН ММІ.МК-21мп.05.01.СК			
				Кригосколювач			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Порхун Н.Ф.				523.35	1:10
Пров.		Самойленко О.В.			Лист	Листов	1
Т. контр.					НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Нач.отд.							
Н. контр.		Майданюк С.В.					
Утв.		Самойленко О.В.					



1. За лицьову сторону двостороннього шва зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають ту, з якою виконують зварювання основного шва.
2. Неплоскість поверхні не більше 0,010мм

					МД.НН ММІ.МК-21мп.03.01.СК		
					Кришка барабана		
					Лит.	Масса	Масштаб
						5.73	1:10
					Лист		Листов 1
					Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
					НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Порхун Н.Ф.					
Пров.		Самойленко О.В.					
Т. контр.							
Нач.отд.							
Н. контр.		Майданюк С.В.					
Утв.		Самойленко О.В.					



1. За лицьову сторону двостороннього шва зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають ту, з якою виконують зварювання основного шва.
 2. Неплоскість поверхні не більше 0,010мм

					МД.НН ММІ.МК-21мп.02.01.СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рама	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Порхун Н.Ф.					40.3	1:10
Пров.		Самойленко О.В.						
Т. контр.						Лист	Листов	1
Нач.отд.								
Н. контр.		Майданюк С.В.			Сталь 20 ГОСТ 1050-88		НТУУ КПІ ім.Ігоря Сікорського	
Утв.		Самойленко О.В.						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1		Підшипниковий вузол ГОСТ 32769-2014	2	
				<i>Деталі</i>		
		3		Рама	1	
		2		Крипильна пластина	2	

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
---------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------

МД.НН ММІ.МК-21мп.02.01.С						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разрад.	Порхун Н.Ф.					
Пров.	Самойленко О.В.					
Н.контр.						
Утв.	Самойленко О.В.					
Инв. № подл.	Рама			Лит.	Лист	Листов
					1	
				НТУУ КПІ ім. Ізгоря Сікорського		

Перв. примен.

Справ. №

A

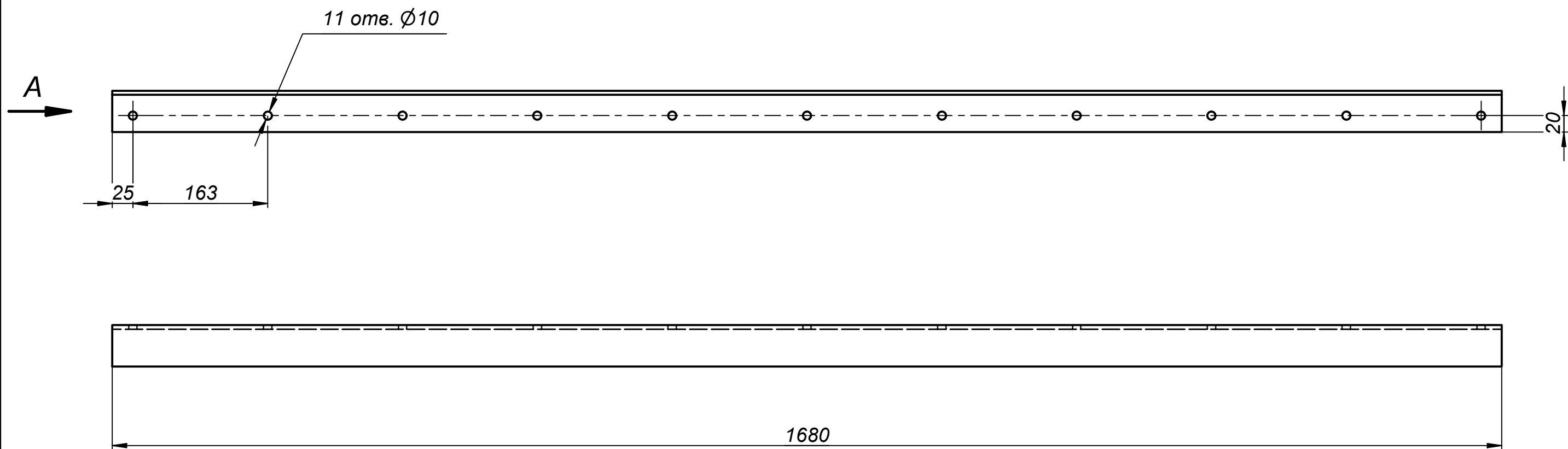
Подп. и дата

Взам. инв. №

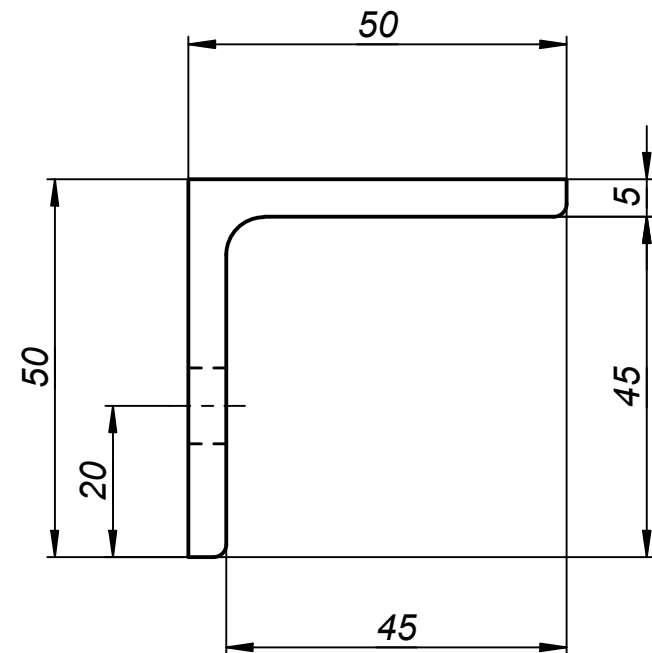
Инд. № дубл.

Подп. и дата

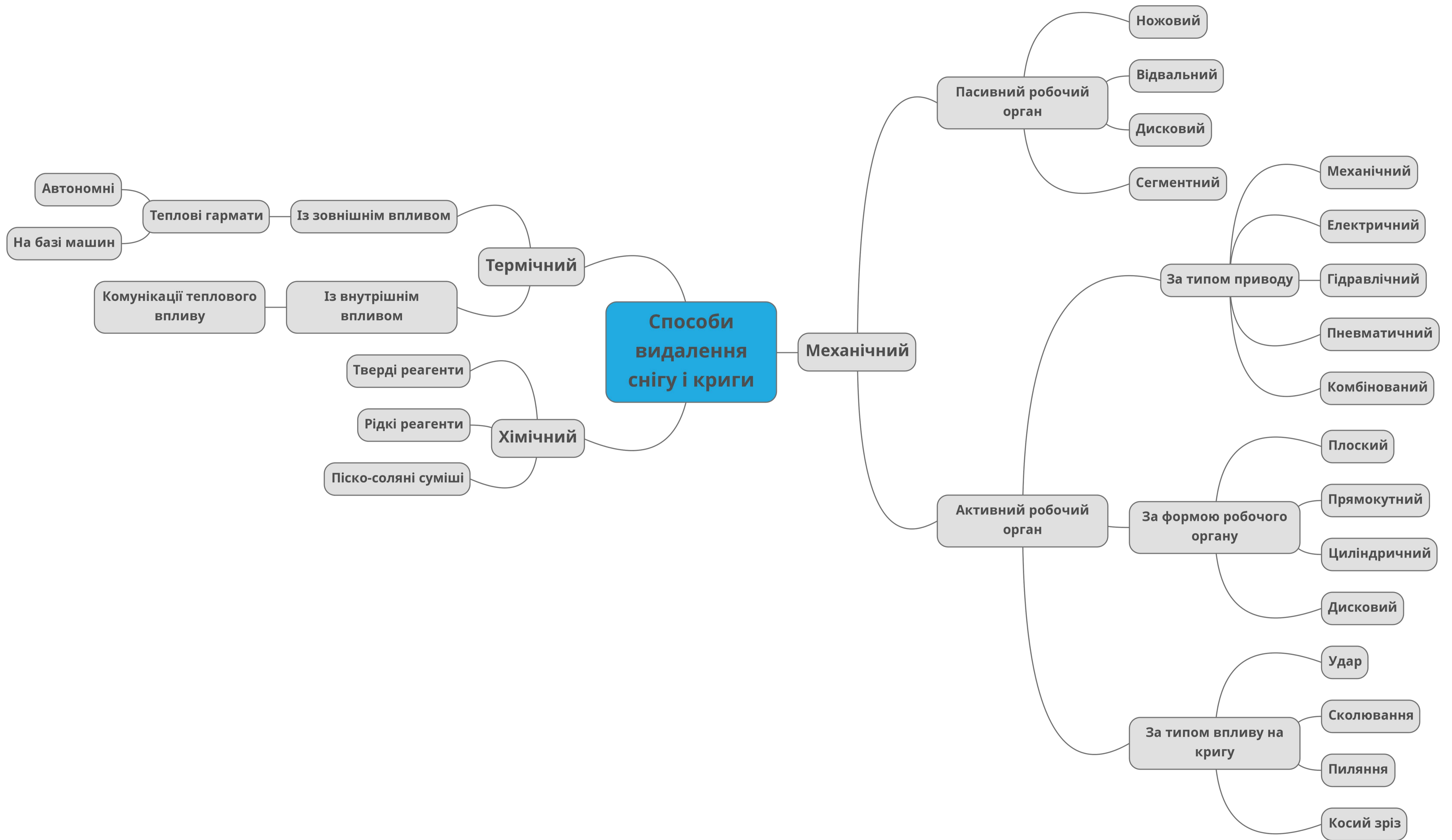
Инд. № подл.



Вид А (1:1)

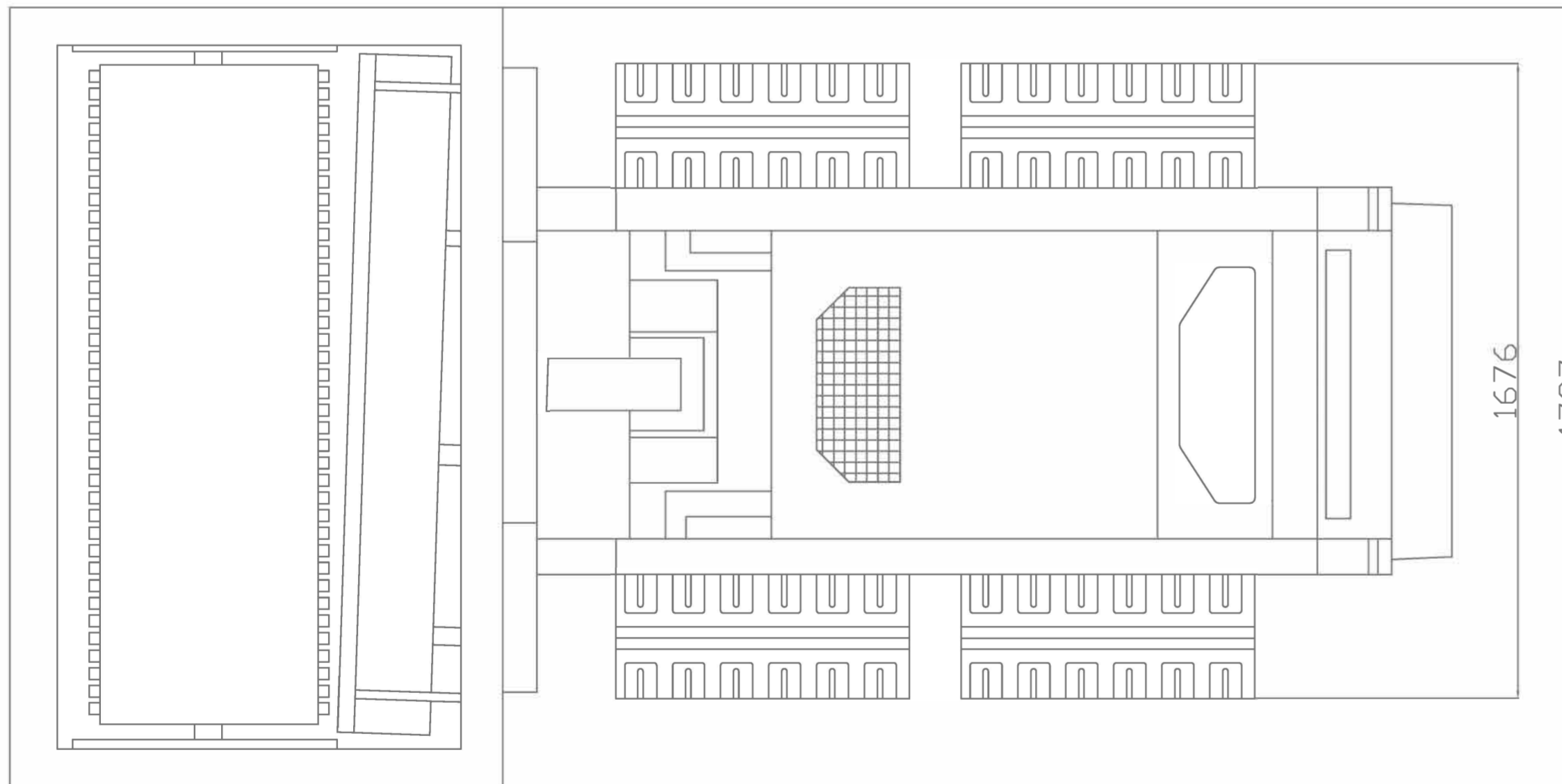
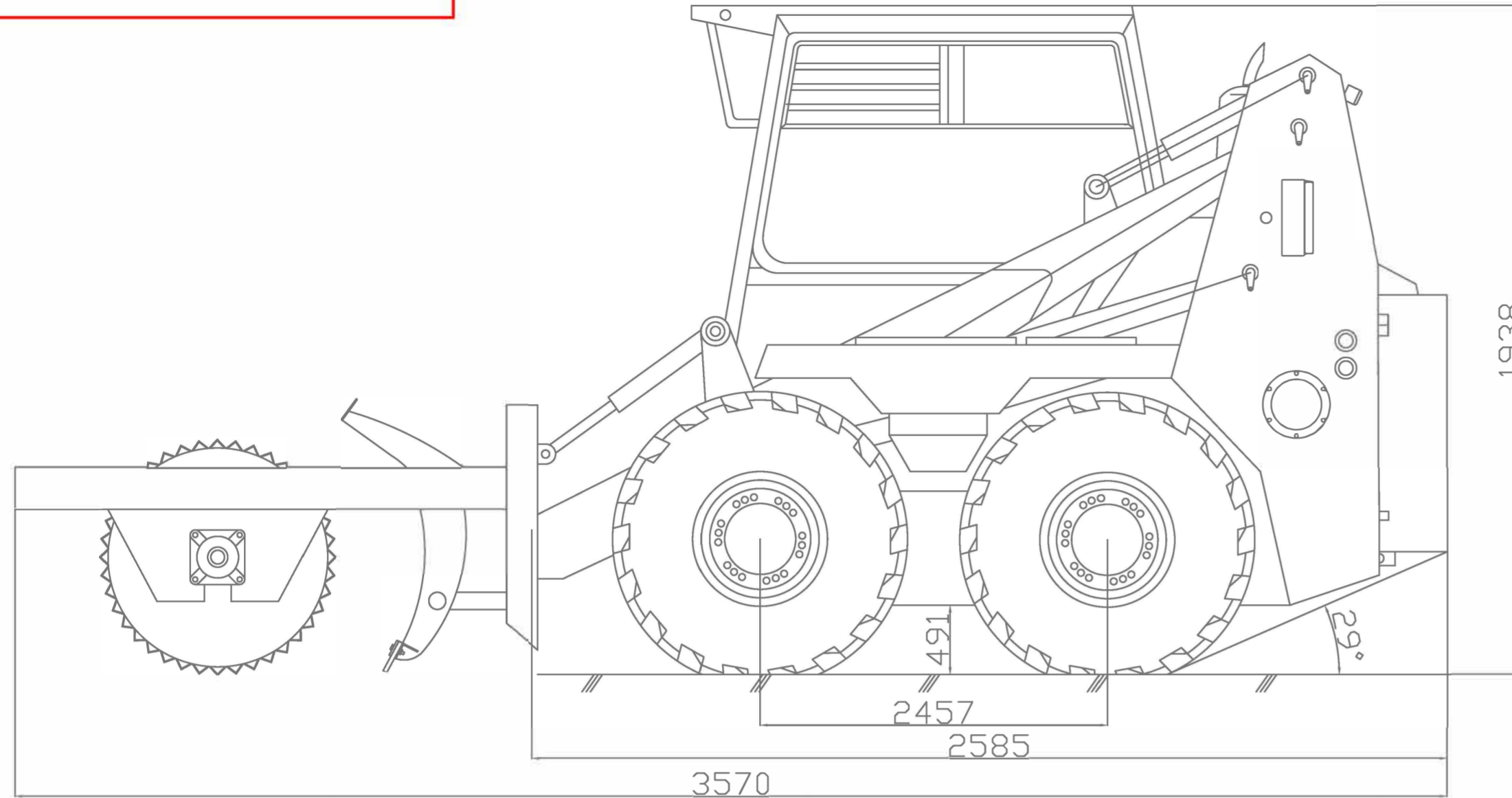


					МД.НН КПІ.МК-21мп.06.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Куттик	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Порхун Н.Ф.						5,15	1:5
Пров.						Лист	Листов	1
Т. контр.								
Нач.отд.					Сталь 20	НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. контр.	Майданюк С.В.				ГОСТ 8509-93			
Утв.	Самойленко О.В.							



Класифікація способів видалення криги	Лист	Маса	Масштаб
			1:10
Лист	Листов 1		
НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			

Технічна характеристика



Експлуатаційні характеристики

Технічна продуктивність 1134 м³/см
 Максимальна швидкість пересування 11.7 км/год
 Ширина захвата оброблюваної поверхні 1680 мм

Двигун

Виробник/модель Kubota / V2607-DI-TE3B-BC-I
 Тип палива/охолодження Дизель/водяне
 Максимальна потужність при 2700 об/хв 45.5 кВт
 Крутний момент при 1425 об/хв 218 Н
 Кількість циліндрів 4
 Ємність паливного бака 2600 см³
 106 л

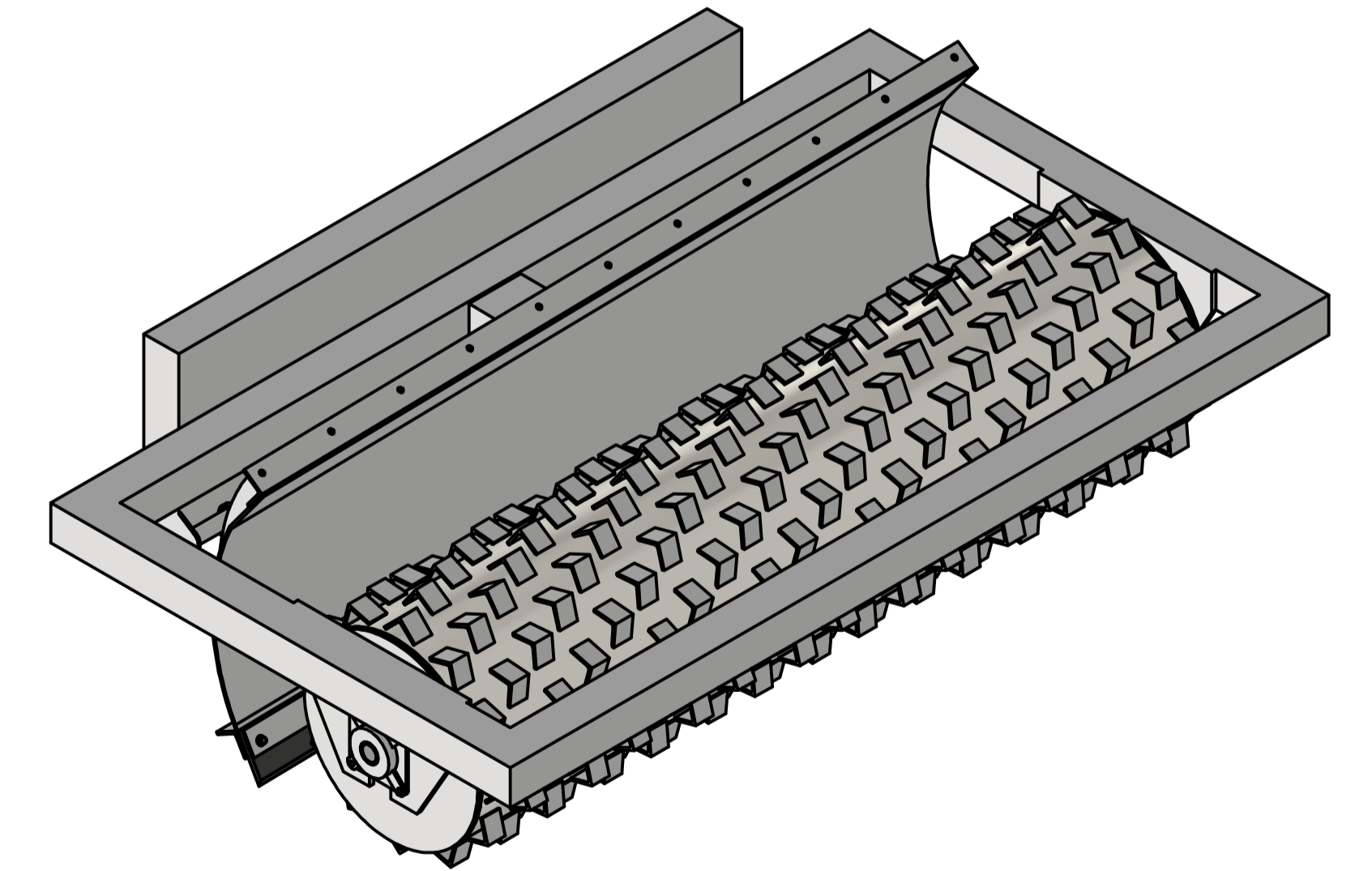
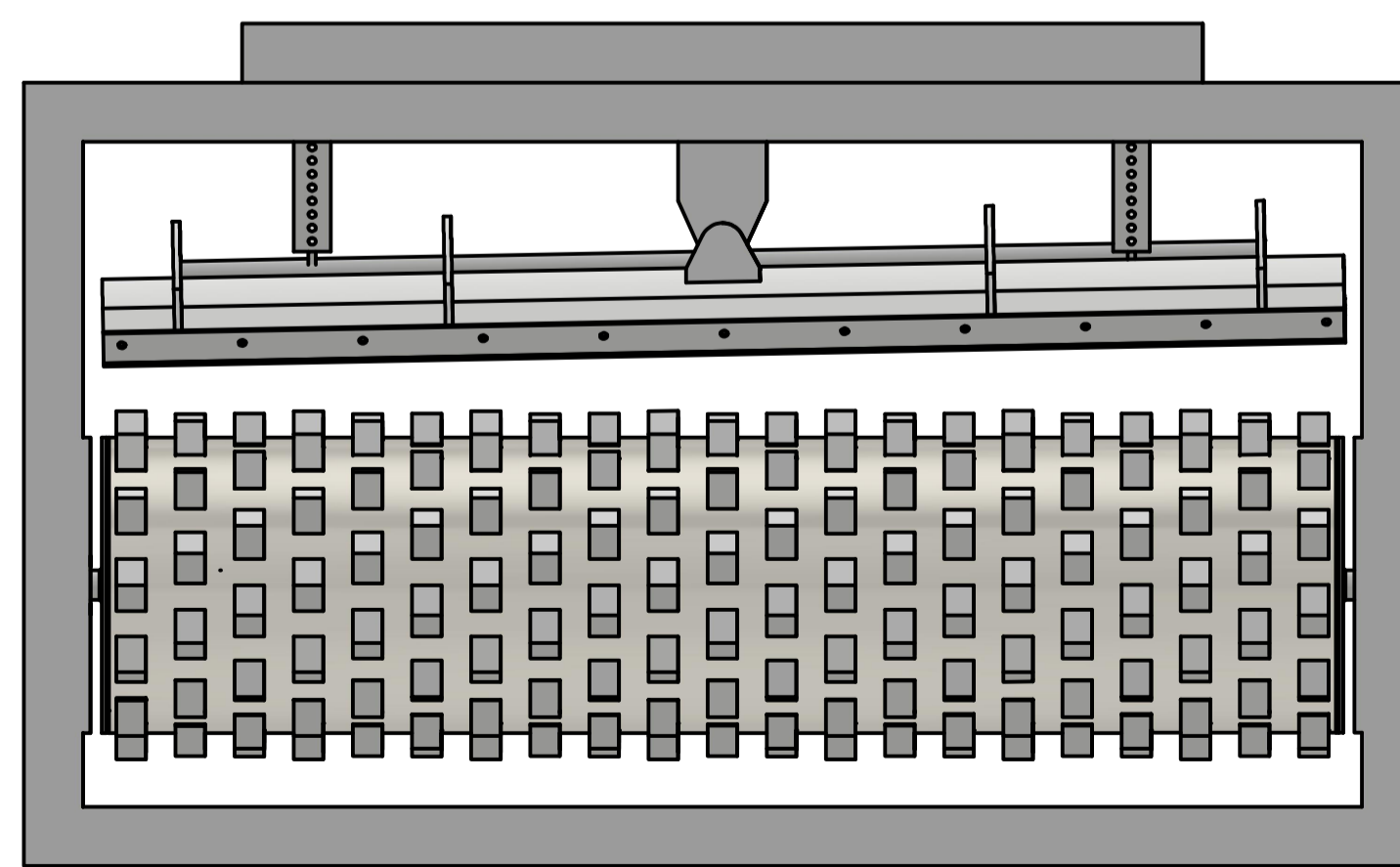
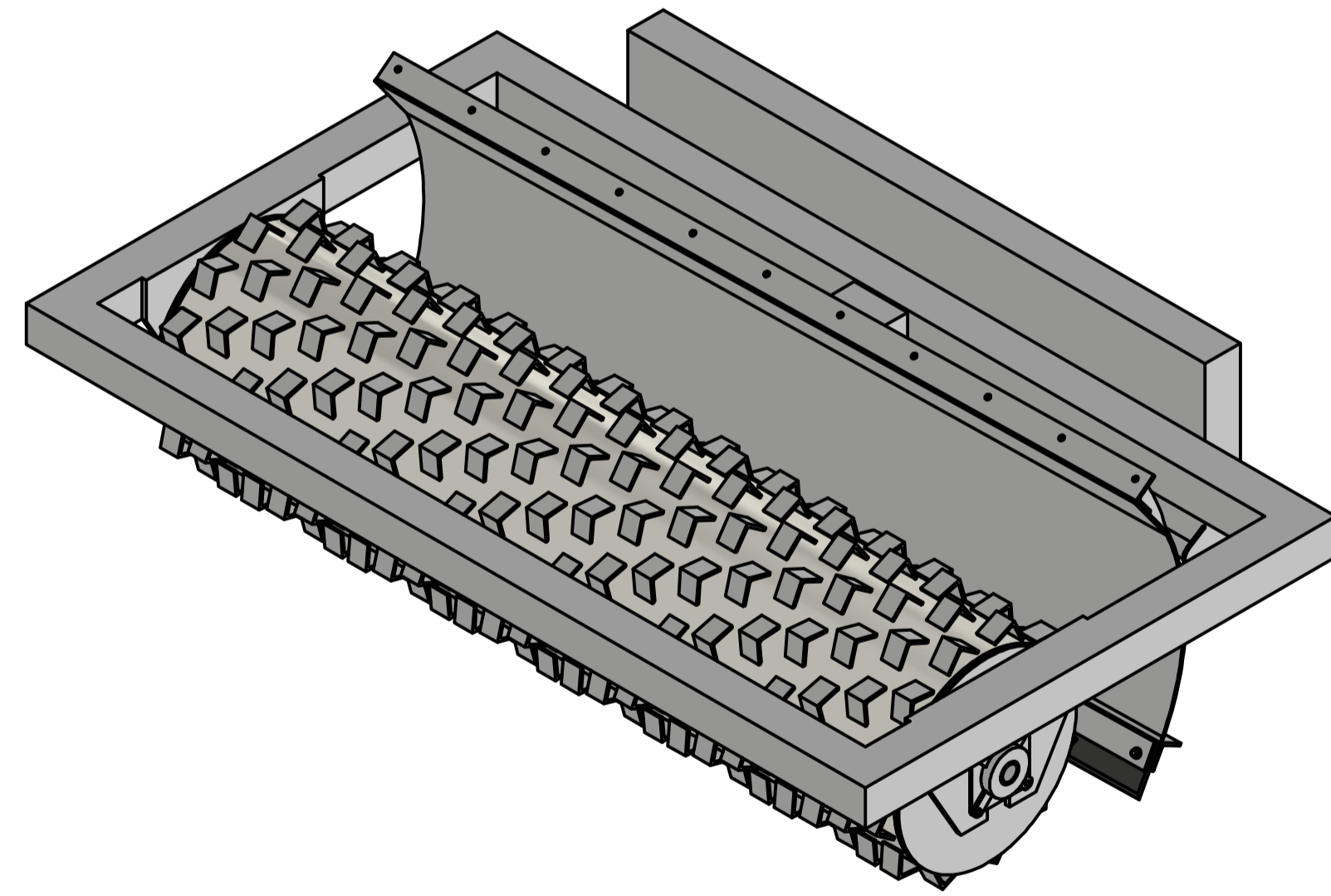
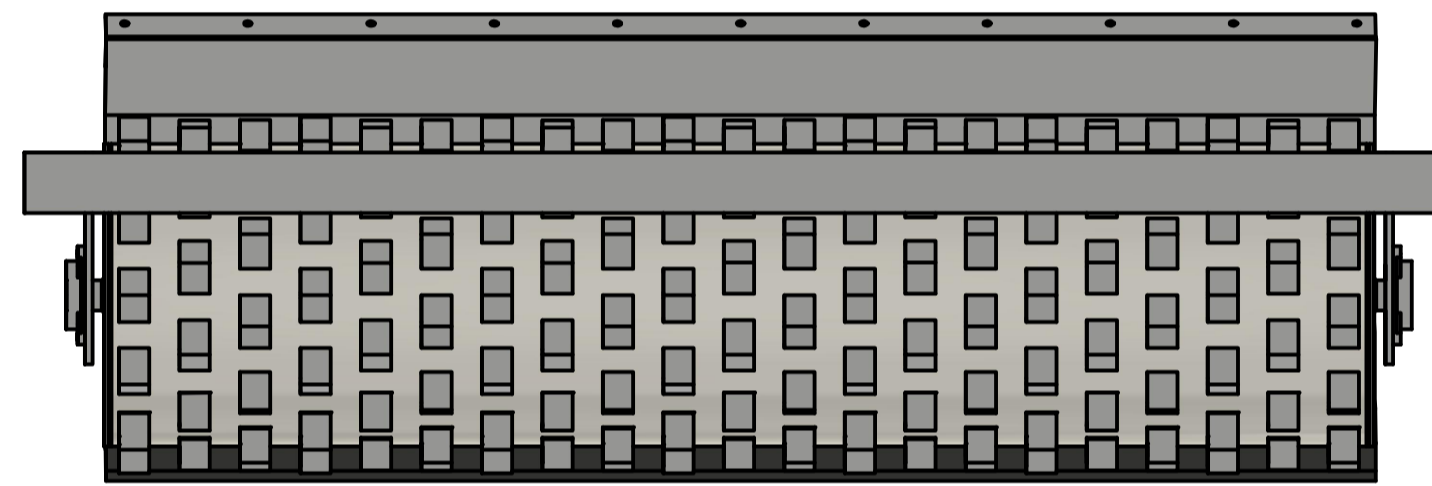
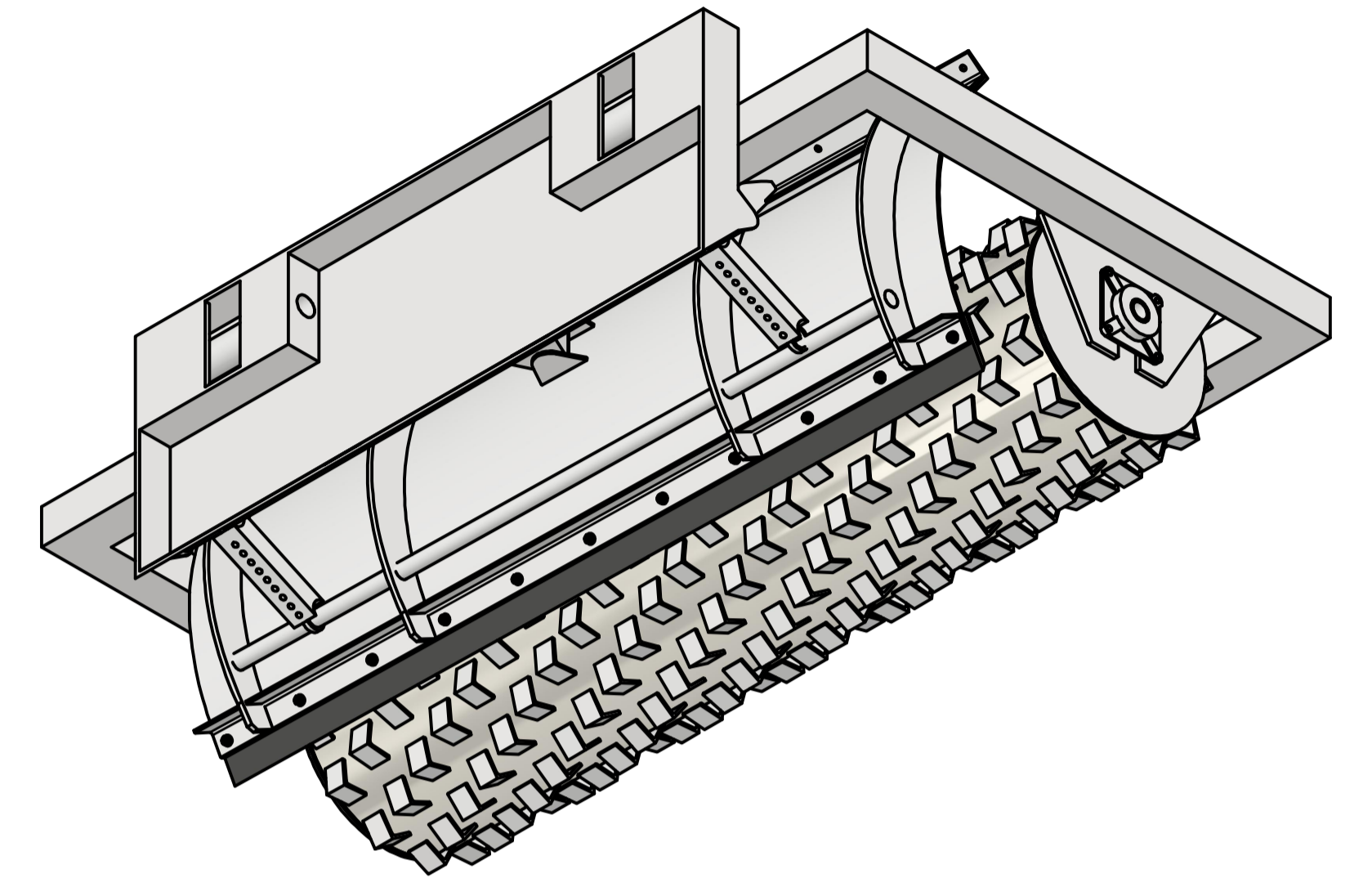
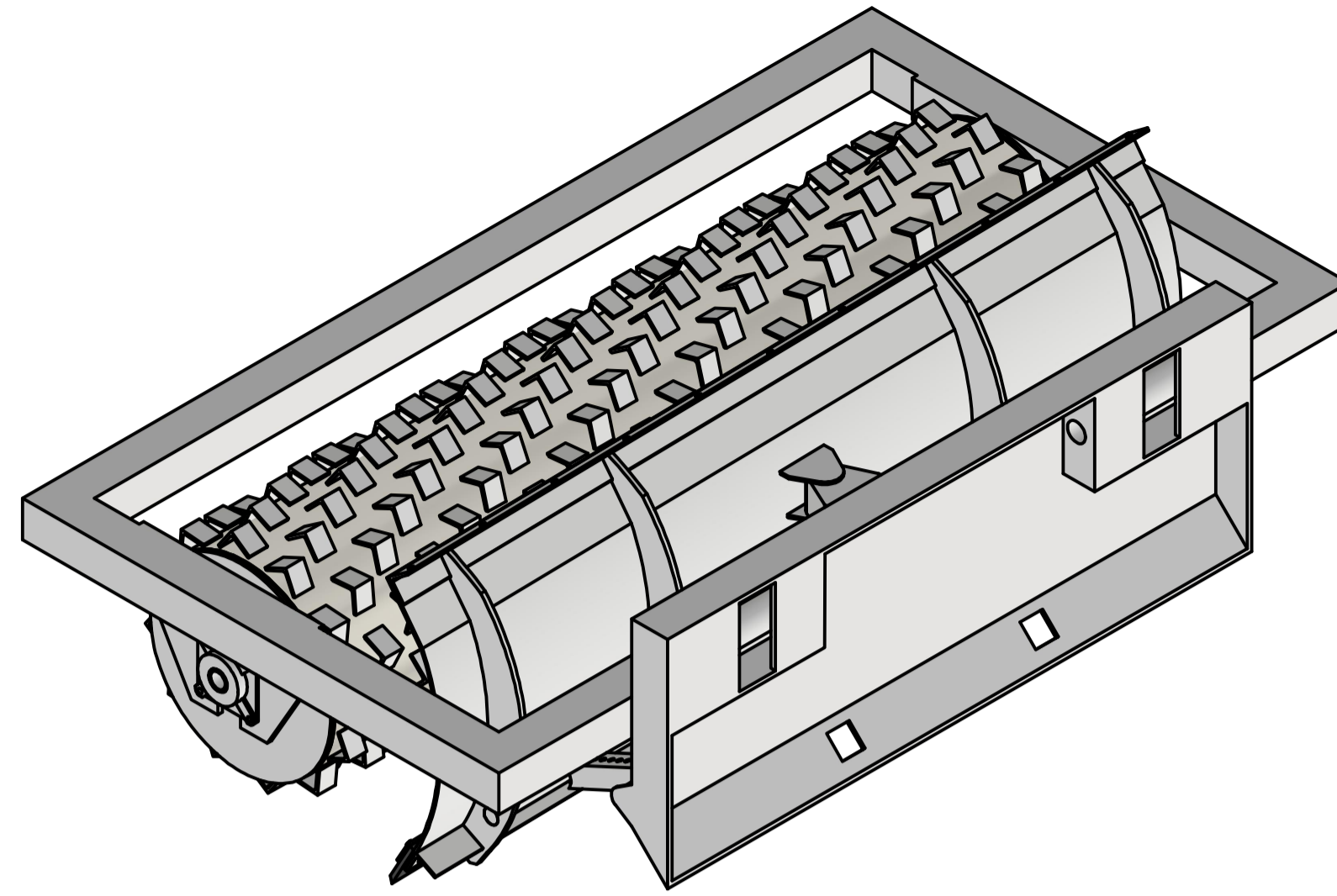
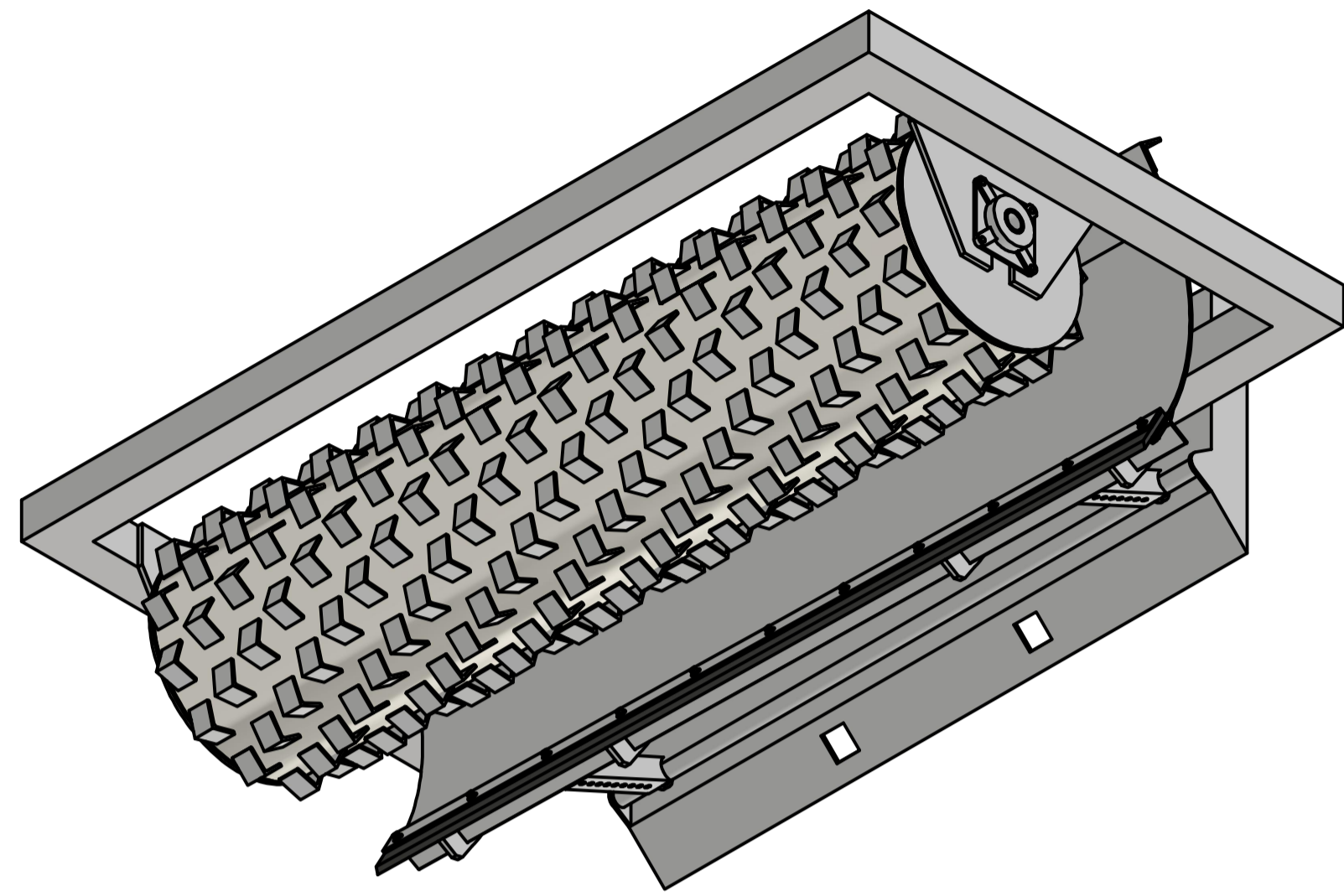
Вага

Експлуатаційна вага 3010 кг

Габарити

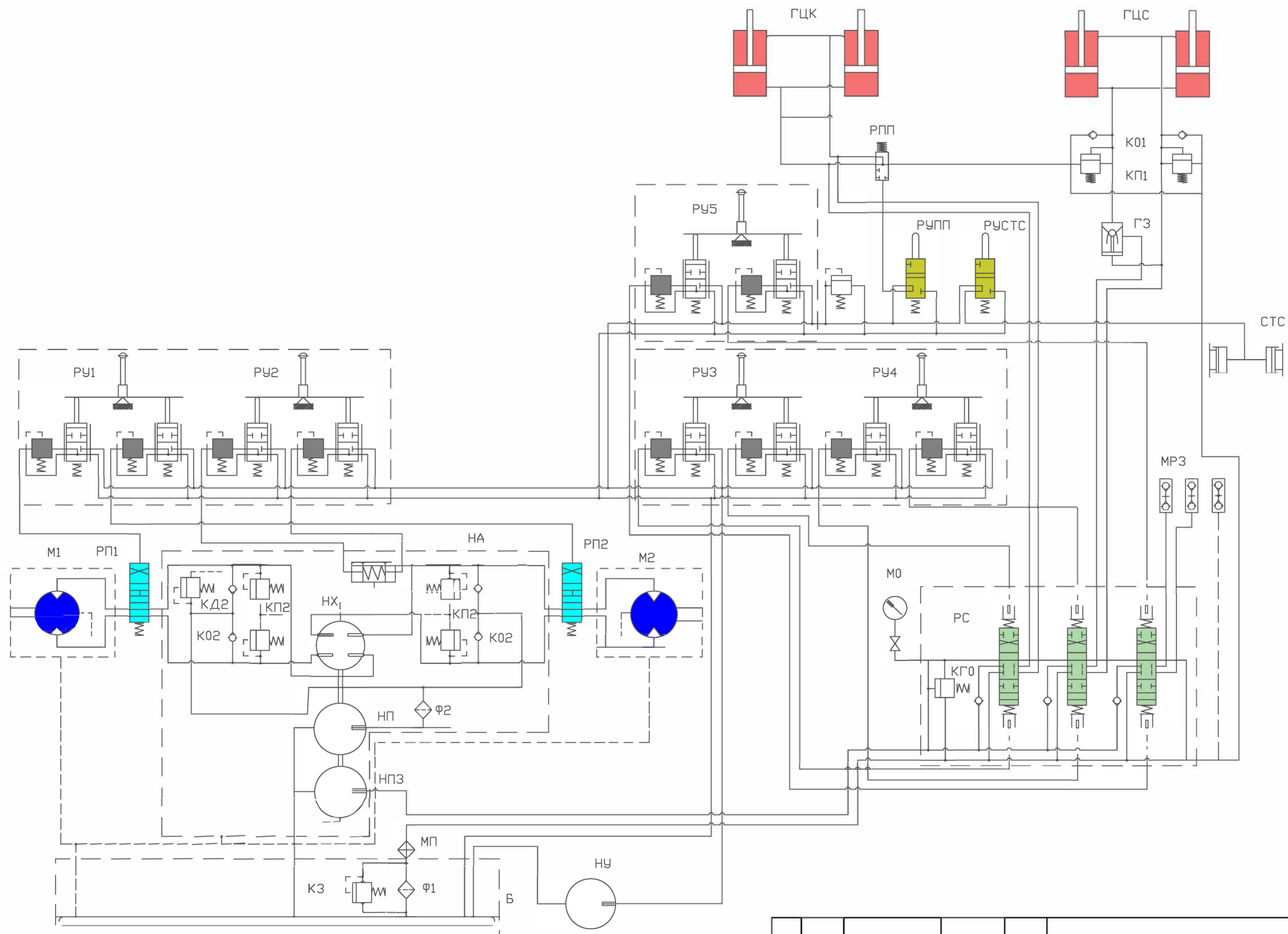
Довжина 3470 мм
 Ширина 1727 мм
 Висота 1938 мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Порхун Н.Ф.			Технічні Характеристики BobCat	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Самойленко О.В.						
Т.контр.						Арк. 1	Аркушів 1	
Н.контр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ			
Затв.		Самойленко О.В.						

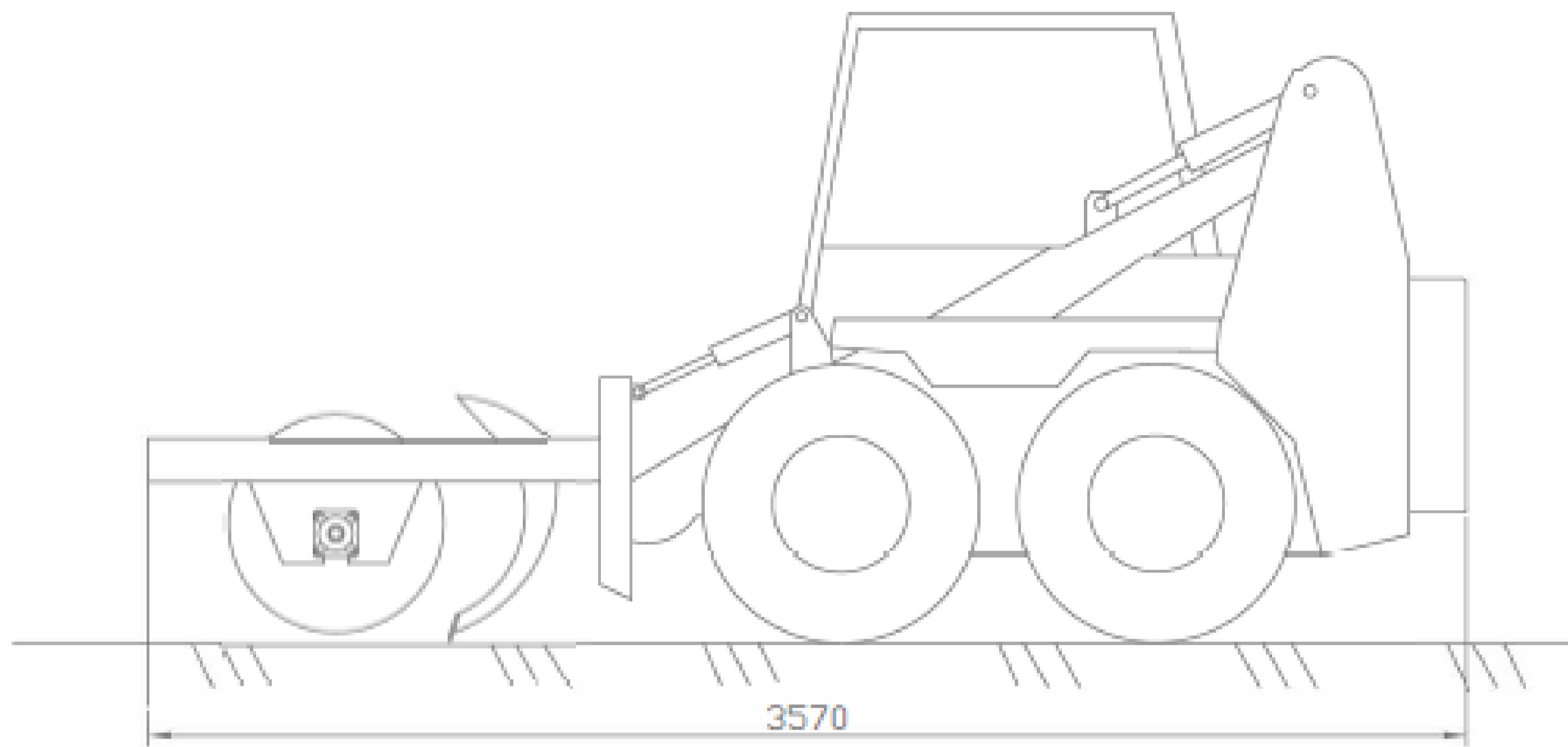


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3D Моделі кригосколювача	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Порхун Н.Ф.			14.01.2024				1:10
Прое.	Самойленко О.В.					Лист	Листов	1
Т. контр.						НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Нач. отд.								
Н. контр.								
Утв.	Самойленко О.В.				Копіював			

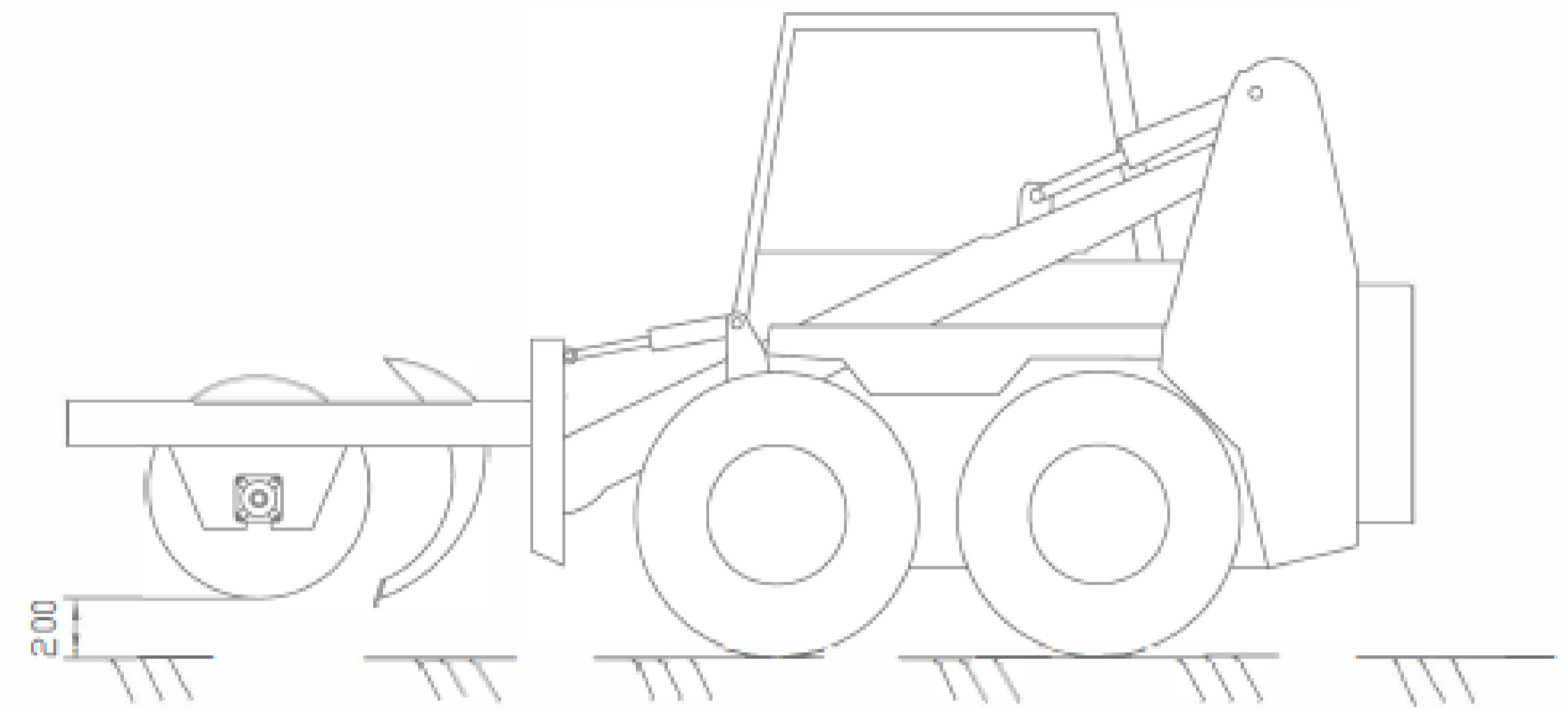
Лист № моді. Поділ. у дана. Елем. ине. №. Лине. № дубл. Поділ. у дана. Справа. №. Перс. примен.



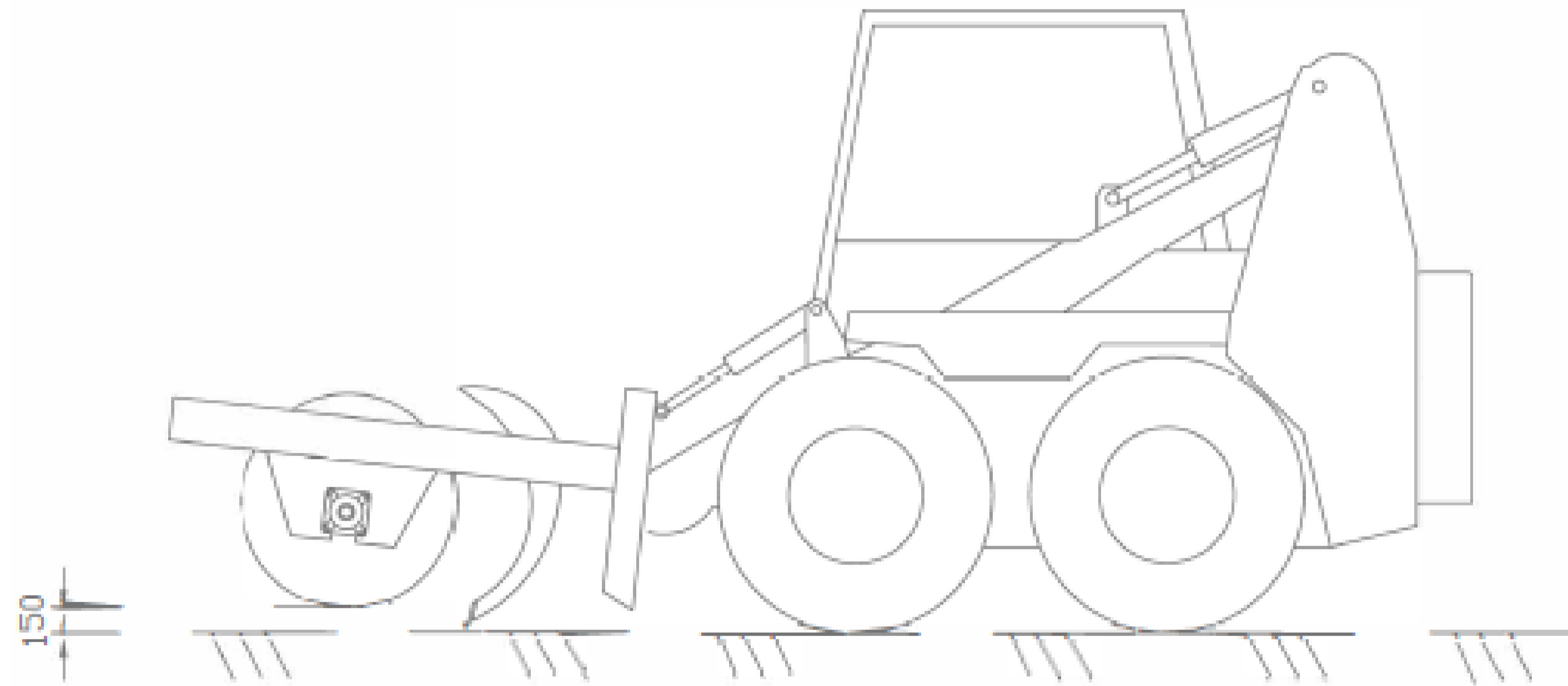
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<h1>Гідросхема</h1>	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Порхун Н.Ф.						1:1
Перев.		Самойленко О.В.						
Т.контр.						Арк. 1	Аркушів 1	
Н.контр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ			
Затв.		Самойленко О.В.						



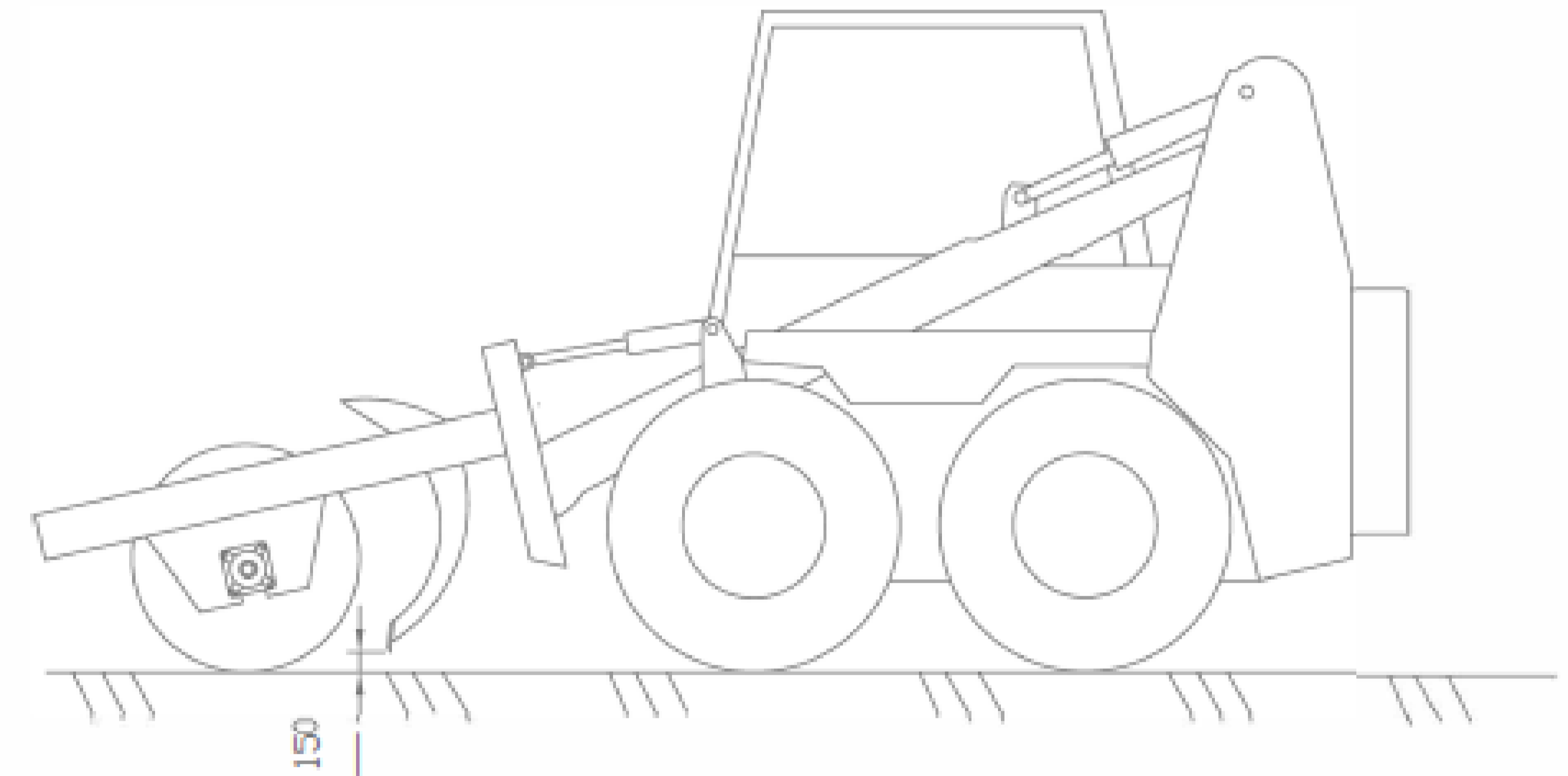
Робоче положення



Транспортне положення



Робоче положення з відвалом



Робоче положення з барабоном

Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Транспортні положення	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Порхун Н.Ф.		14.01.2024				1:10
Прое.	Самойленко О.В.				Лист	Листов	1
Т. контр.					НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Нач. отд.							
Н. контр.							
Утв.	Самойленко О.В.						

Лист № докум. Подп. і дата
 Взам. инв. № Лист № докл. Подп. і дата
 Справа №
 Перс. примен.