

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

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Юрій
ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Конструювання та дизайн машин»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

**на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ШАСІ НАЗЕМНОГО
РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ»**

Виконав:

студент VI курсу, групи МВ-01

Приймак Михайло Володимирович _____

Науковий керівник:

Д.т.н., проф. Струтинський В.Б. _____

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові _____

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

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

Рівень вищої освіти – другий (бакалавр)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Конструювання та дизайн машин»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на проект бакалавра
Приймак Михайло Володимирович

1. Тема дисертації «Розроблення основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу», науковий керівник дисертації Д.т.н., проф. Струтинський В.Б, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації

3. Об'єкт дослідження

4. Вихідні дані

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

Аналіз літературних джерел по роботизованим комплексам , що мають гусеничне шасі . 2. Розроблення схемних рішень основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу.3. Розроблення конструктивних рішень основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу.4. Розрахунок гусеничного рушія.5. Математичне моделювання гусеничного рушія.6. Конструювання приводів гусеничного рушія включаючи муфту.7. Висновки.8. Література

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

Результати аналізу літературних джерел по роботизованим комплексам , що мають гусеничне шасі(2А1). Схема приводів гусеничного рушія (1А1). Розрахунок гусеничного рушія(1А1). Складальні креслення та деталювання приводів

гусеничного рушія (2A1). Муфта(1A1). Математичне моделювання гусеничного рушія(1A1). Апробація проекту (1A1).

7. Орієнтовний перелік публікацій

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз літературних джерел по наземним роботизованим комплексам		
2	Розроблення схемних рішень основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу		
3	Розроблення конструктивних рішень основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу		
4	Розрахунок гусеничного рушія		
5	Математичне моделювання гусеничного рушія		
6	Розробка складальних креслень та деталювання приводів гусеничного рушія включаючи муфту		
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки		
8	Розроблення презентації дипломного проекту		

Студент Приймак М.В.

Науковий керівник Д.т.н., проф. Струтинський В.Б

Аннотація

В дипломному проєкті бакалавра на тему «Розроблення основних вузлів шасі наземного роботизованого комплекс» проведений патентно-інформаційний пошук наявних технічних рішень у сфері мобільних роботизованих комплексів, розроблено гусеницю для мобільного роботизованого комплексу, досліджено як виробляють гусениці, розробка і проектування траку, як їх виготовляють і якими методами, які бувають роботи і для чого вони призначені, зроблені висновки про їх переваги і недоліки їх використання, спроектований вузол вимірювача крутного моменту мехатронного модуля, висвітлена інноваційна діяльність за темою.

Проект виконаний на 85 сторінках з 56 рисунками, 27 посиланнями на джерела інформації.

Ключові слова: мобільний роботизований комплекс, маніпулятор, система маніпуляторів, робот-сапер.

Зміст

Вступ

1. Огляд існуючих технічних рішень

1.1 Класифікація вибухонебезпечних пристроїв

1.2 Огляд існуючих робототехнічних комплексів

1.3 Вузол комплексу – приводу фліпера

2. Проектування мобільного роботизованого комплексу з системою фліперів

2.1 Розрахунок гусениці шасі

2.2 Розробка вимірювача крутного моменту мехатроного модуля

2.3 Конструкція модуля шасі та гусениці

3. Інноваційна діяльність по темі Мобільний роботизований комплекс

3.1 Патентний пошук по категорії основні вузли шасі наземного роботизованого комплексу

3.2 Представлення проекту мобільного роботизованого комплексу на конкурс оборонних технологій Sikorsky Challenge

Перелік посилань

Додатки

Вступ

Розроблення основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу є однією з найважливіших задач у галузі робототехніки. Шасі, як основна конструктивна платформа, відіграє ключову роль у забезпеченні функціональності, маневреності та стійкості роботизованої системи. Воно не лише підтримує всі інші компоненти комплексу, але й забезпечує необхідні умови для їхньої ефективної роботи, включаючи амортизацію, стабільність на різних типах поверхонь, а також захист від зовнішніх впливів.

Наземні роботизовані комплекси знаходять застосування у різних сферах, від військових операцій до цивільних завдань, таких як логістика, рятувальні операції, інспекція важкодоступних місць, агрономія та багато іншого. Вимоги до таких систем варіюються в залежності від умов експлуатації, але основними завданнями завжди залишаються висока прохідність, надійність та адаптивність до мінливих умов середовища.

При розробці шасі необхідно враховувати декілька ключових аспектів:

- **Механічна конструкція:** Включає раму, підвіску, колеса або гусениці, які повинні забезпечувати високу прохідність та стійкість.
- **Приводна система:** Включає електродвигуни, редуктори та системи передачі, які визначають швидкість, потужність та керованість руху.
- **Системи керування:** Включають контролери, датчики та програмне забезпечення для забезпечення автономного або дистанційного керування комплексом.

— Енергетична система: Забезпечує живлення для всіх компонентів, враховуючи ефективність використання енергії та можливості автономної роботи.

Особливу увагу слід приділяти інтеграції всіх цих систем у єдиний комплекс, здатний виконувати поставлені завдання в умовах реального світу. Це вимагає міждисциплінарного підходу, поєднання знань з механіки, електроніки, інформатики та матеріалознавства.

Мета даної роботи полягає у детальному вивченні та розробці основних вузлів шасі наземного роботизованого комплексу, з урахуванням сучасних вимог та технологічних досягнень. Результати цього дослідження можуть бути застосовані для створення ефективних, надійних та багатофункціональних роботизованих систем, що відповідають високим стандартам якості та безпеки.

1. Огляд існуючих технічних рішень

1.1. Класифікація вибухонебезпечних пристроїв

Вибухові пристрої – це промислові, кустарні та саморобні вироби одноразового застосування, в конструкції яких передбачено створення уражаючих факторів або виконання корисної роботи за рахунок використання енергії хімічного вибуху заряду вибухової речовини або суміші.

Як правило, вибуховий пристрій складається з заряду ВР, вибухового пристрою (детонатора), виконавчого механізму (датчика цілі), кожуха і маскує матеріалу (упаковки, коробки і т.д.)

Детонатор складається безпосередньо з детонатора і механізму його активації.

За принципом дії ці механізми можуть бути механічними, електричними, хімічними, електронними, комбінованими.

Механізм активації детонатора за механічним принципом, у свою чергу, можна розділити на зсув, тиск, розряд і напругу.

Електричний метод детонації заряду ВР здійснюється за допомогою електричного детонатора, джерела струму, з'єднувального проводу і датчика цілі.

Всі боєприпаси (артилерійські міни, артилерійські снаряди, ракетні та інженерні міни, авіабомби, ручні гранати тощо) були знищені.)) Вони оснащені вибуховими речовинами і можуть вибухнути від ударів, тертя, струсу та інших механічних або теплових впливів.

Газ, що утворюється при вибуху з великою силою, розриває металевий корпус боєприпасу на безліч осколків, що розлітаються на всі боки, пошкоджуючи його на значній відстані від місця вибуху.

Вибухові речовини, що використовуються в боєприпасах, є сполуками різних кольорів, від світло-жовтого до темно-коричневого.

Навіть після тривалого перебування у воді або ґрунті вибухові речовини не втрачають своєї вибухової здатності і в деяких випадках хімічно взаємодіють з металевими корпусами боєприпасів з утворенням нових видів високоточних вибухонебезпечних сполук.

Протипіхотні – ці міни, які застосовуються проти людей. Вибухають від присутності чи контакту з людиною. Залежно від типу міни, вбивають або калічать одну чи більше осіб.



Рис.1.1. Протипіхотна міна «Пелюстка»

Основні ознаки протипіхотних мін:

- невеликі за розміром
- форма та кольори різні. Колір (зелений, коричневий, світло/темно-коричневий) залежить від місцевості для кращого маскуваня

- при встановленні добре маскуються, тому майже непомітні
- найчастіше встановлюються з розтяжками
- без терміну придатності, тобто можуть вибухнути через багато років.

Протитанкова міна (ПТМ) — інженерний боєприпас (міна), призначений для знищення або виведення з ладу танків і інших броньованих машин противника.



Рис.1.2.Протитанкова (протитранспортна) міна

Протитранспортні міни іноді встановлюють без можливості розмінування, тобто сапери – не можуть знешкодити їх без спец-засобів знешкодження або знищення. Іноді мають самоліквідатор, що спрацює через певний час або при параметрах навколишнього середовища або після передачі керуючого радіо- або провідного сигналу.

Артилерійські снаряд (рис. 1). 1, 2) складається з металевого корпусу, заряду вибухової речовини та запобіжника (основного або нижнього).



Рис.1.3. Артилерійські снаряди

Артилерійські та ракетні міни (рис. 1). 3) схожий за складом на артилерійські снаряди. На дні шахти знаходиться стабілізатор з бункером для детонаційного заряду. З усіх боєприпасів артилерійські снаряди є найбільш небезпечними, оскільки детонатор дуже чутливий до механічної дії і нагрівання.

Авіабомба (рис . 1).5) зовні схожий на Артилерійську міну, але крім основного детонатора може мати бічний і нижній детонатори. Нерозірвані боєприпаси зазвичай виявляються під час буріння на глибині.



Рис.1.4. Керована авіабомба «ФАБ-500»

Ручні гранати(рис.6)мають яйцеподібну або циліндричну форму. Споряджаються запалами, які розміщують в запальному гнізді корпусу і в більшості випадків невидимі.



Рис.1.5. Ручні гранати

Касетні боєприпаси-це спеціальні типи тонкостінних снарядів. Основним елементом касетного снаряда є основна частина снаряда. Ця форма заповнена дрібними осколками, авіаційними мінами, протитанковими, протипіхотними мінами або запальними мінами.



Рис.1.6. Залишки касених боєприпасів

В одній касетній гранаті може бути не менше 10 мін і невеликі осколки, розміщені в спеціальному відсіку для них. Таким чином, бомба містить велику

кількість невеликих бомб, які після вибуху в повітрі злітають і розкидаються по ураженій ділянці.

Запобіжники та запалювачі-це елементи боєприпасів, які іноді можна побачити

Крім того, вони можуть вибухнути від найменшого удару

Вибух детонатора або полум'я обов'язково призведе до травми.

Патрони-це боєприпаси, що використовуються для стрільби з військової зброї, які використовуються для поранення або вбивства людей.



Рис.1.7. Патрони 50 калібру

Незважаючи на свої невеликі розміри, куля може поранити або вбити людину на відстані до 2 кілометрів. Розбирати патрон суворо заборонено, бити по ньому або кидати у вогонь. Неможливо передбачити, куди і в якому напрямку полетить куля.

Ракета - дуже небезпечний боєприпас, який міститься у великій кількості багато вибухової речовини яка забезпечує великий радіус ураження вибухівкою і чутливими детонаторами.



Рис.1.8. Ракета що застрягла в ґрунті

Частіше за все якщо ракета не сдетонувала вона, заривається глибоко в землю, а її хвіст з оперенням залишається ззовні

Ракета має великі розміри, до декількох метрів, і має форму труби

Ці труби можуть вибухнути від найменшої вібрації або коливання ґрунту, проїжджаючою машиною, твариною або людиною, яка проходить повз.

СВП-саморобний вибуховий пристрій, виготовлений кустарним способом. Він складається з вибухових речовин і пускових механізмів (детонаторів).



Рис.1.9. Саморобний вибуховий пристрій

СВП може бути замаскований під предмети домашнього вжитку, сумки, сміття, захований під одягом. Запуск СВП можна здійснювати дистанційно-по таймеру, радіо, мобільному телефону.

Основними компонентами СВП є:

- основний заряд;
- б) засіб ініціювання;
- в) замикач;
- г) джерело живлення;
- д) корпус.

Датчики СВП можуть реагувати на зміни стану пристрою:

- включення пристрою, наприклад при запуску двигуна;
- розвантажувальну дію, наприклад спроби підняти предмет чи відкрити ящик;
- зміну положення предмета, наприклад зрушити з місця коробку;
- зміну швидкості руху предмета, наприклад розгон чи гальмування;
- світло, наприклад попадання променів сонця на світлочутливий елемент;
- вібрацію, наприклад наближення людини;
- звук, наприклад голос чи шум;

- тепло, наприклад температуру тіла;
- магнітне поле машини чи міношукача;
- чи будь-яку комбінацію факторів.

Дія залежить від вмісту вражаючих елементів, наприклад цвяхів, сміття, арматури.

Міни пастки мають схоже використання зі СВП. Вони можуть бути заховані чи замасковані під привабливі для військових предмети, наприклад флягу з водою.



Рис.1.10. Міна паска в магазині від АК

МІНІ-ПАСТКИ			
Показники			
	МС-3	МС-4	МЛ-7
Тип	фугасна, розвантажувальної дії	протиопотязовий підривник під час мінування залізниці і підривник об'єктної міни під час руйнування різного роду споруд	розвантажувальна
Матеріал корпусу	пластмас	метал	
Маса, кг	0,66	0,41	0,1
Маса ВР, кг	0,34	0,12	0,04
Датчик цілі		вібраційний і датчик нахилу	
Уповільнювач		мталовелемент (ідентичні ВЗД-3М)	
Мінімальна маса вантажу, який утримує міну в бойовому положенні, кг	5,0		0,3
Час уповільнення		від 15 хв до 360 год.	
Тип механізму дальнього зведення (МДЗ)			Гідромеханічний
Час дальнього зведення міни			Від 45 с до 20 хв (у залежності від температури навколишнього середовища)
Спосіб установки	вручну		

Рис.1.11. Види мін пасток

1.2. Огляд існуючих робототехнічних комплексів

Міни сильно уповільнюють настання Збройних сил України. Справа в тому, що окуповані території російські військові замінували так щільно, що ні бронемашини, ні, тим більше, піхотинців без попередньої підготовки випускати туди не можна. Перед штурмом позицій російських військових спочатку потрібно зробити безпечні коридори. Виглядає так: броньована машина викидає на сотню метрів трос з вибухівкою. Коли вона детонує, вибухають і міни, що лежать на землі. Таким чином утворюється коридор завширшки кілька метрів, яким вже може пройти бронетехніка з десантом і танки.

Про те, як російські міни змінили план українських військових, про масштаби цих мінних перепон та можливості їх подолати Справжньому Часу розповів експерт українського Центру Разумкова Олексій Мельник.

– На деяких ділянках на одному квадратному кілометрі до півтори тисячі хв. Плюс це не просто міни, які десь заховані. Максимально не просто ховаються міни, але ще й ускладнюється процес її вилучення. Це коли кілька хв встановлюється одна на одну. Наприклад, протитанкові міни: знімається верхня міна, а під нею ще кілька. Або туди ставляться пастки у вигляді протипіхотних мін. Тобто знімаючи протитанкову міну, сапер активізує протипіхотну.

А як відбувається це знешкодження

Є два основні способи. Один – це механічний, другий – вручну, коли сапер у спеціальному екіпіруванні йде або з електронним детектором, або з механічним щупом. Якщо ми говоримо про технічні засоби знешкодження, то це спеціальне обладнання, починаючи від дистанційно керованих роботів до якихось навісних споряджень, які, грубо кажучи, протоптують колію техніки, що йде попереду. Крім цього є спеціальні боєприпаси, які шляхом підриву на певній площі викликають детонацію цих

Розглянемо роботизовані комплекси які допомагають розміновувати:

- PackBot® 525 є останньою розробкою випробуваної попередньої моделі та вражає найсучаснішими HD-камерами, покращеним освітленням, додатковим заряджанням на місці (заряджання акумуляторів під час встановлення) та іншими оновленнями. Додавання лазерного далекоміра, покращених портів для аксесуарів і додаткових точок кріплення для додаткових аксесуарів роблять цю машину дуже потужною та дозволяють користувачеві проводити операції знешкодження, спостереження та розвідки з безпечної відстані.



Рис.1.12. PackBot® 525

PackBot® 525 готовий до використання менш ніж за 2 хвилини, його може носити одна людина та швидко розгортати з будь-якої платформи. Робот піднімає до 20 кг (зблизька) і його легко зберігати в багажнику автомобіля.

Міцний і універсальний

Цей маніпулятор PackBot® оснащений міцним шасі. Це забезпечує високу маневреність практично на будь-якій поверхні. Сходи та інші перешкоди можна легко подолати завдяки системі пінболу.

Технічні характеристики:

- Вага 26,3 кг (без батарей)
- Довжина приблизно 89 см (шасі, фліппер повністю висунутий)
- Ширина 52,1 см (шасі, із встановленими ластами)
- Висота 7" (шасі)

- Підйомна сила приблизно 20 кг (передня частина шасі), приблизно 5 кг (розширена)
- Акумуляторний блок до чотирьох батарей BB-2590
- Система камер три кольорові камери HD зі світлодіодним підсвічуванням на голові та вежі та ІЧ-підсвічуванням на голові та захваті
- Клас захисту IP 67 (без оптоволоконного пристрою намотування)
- Час роботи до 4 годин від 2 батарейок, до 8 годин від 4 батарейок
- Швидкість до 9,3 км/год
- Поворотне коло для підйому по сходах 0 см, дерево: 43°, килим: 38°, метал: 40° (з аксесуарами вагою 4,54 кг)
- Дорожній просвіт 7,62 см

Цей маніпулятор PackBot® оснащений міцним шасі, що забезпечує йому високу маневреність практично на будь-якій поверхні. Він також може долати сходи та інші перешкоди завдяки своїй системі пінболу. Користувачі також цінують його інноваційну систему маніпулятора: голову, захват і плече можна повністю обертати або нахиляти. Інтуїтивно зрозумілий надійний контролер планшета дозволяє оператору вибирати з повного спектру підключених роботів. Завдяки радіостанції MPU5, що працює від Wave Relay® MANET, роботи можуть глибше проникати в складні структури та бути більш мобільними, ніж будь-коли раніше.

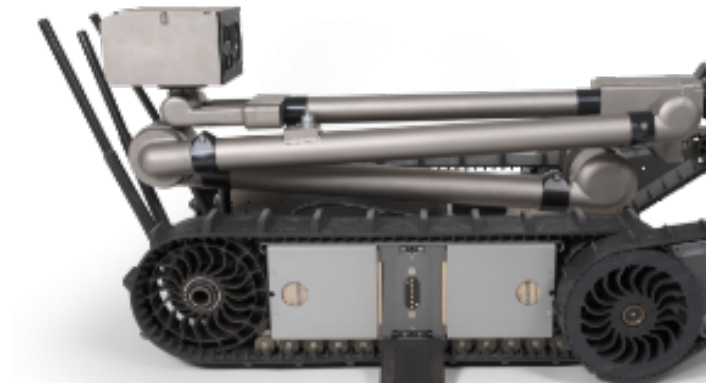


Рис.1.13. Шасі PackBot® 525

Блок керування PackBot® 525 — це планшетний контролер на основі сенсорного екрана (uPoint Multi-Robot Controller) із рішенням радіо/даних MPU5. Це забезпечує прямий доступ до автомобіля, його даних (значення датчиків тощо), а також до карт для визначення місцезнаходження GPS.



Рис.1.14. Блок керування PackBot® 525

Він також може перемикатися між кількома роботами (FirstLook®, Kobra™ і PackBot®) і створювати відео для збереження доказів. MPU5

дозволяє формувати незалежну мережу з іншими пристроями MPU5, які мають таку ж конфігурацію.

- Платформа MTGR (Micro Tactical Ground Robot - Мікротактичний наземний робот) є унікальною, легкою та надійною машиною з високою прохідністю будь-якої місцевості, як у закритому приміщенні, так і на відкритому повітрі.



Рис.1.15. Micro Tactical Ground Robot

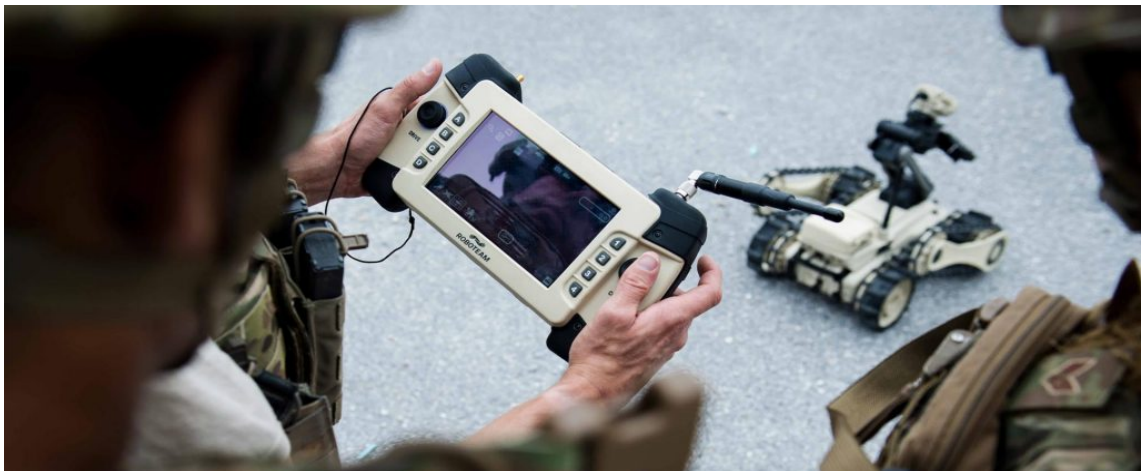
Система MTGR включає в себе рухливу платформу MTGR, блок управління ROCU і відповідні спеціальні системи та маніпулятори, які

встановлюються зверху. Це високоефективна система з нескладним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом управління.

MTGR був спеціально розроблений, щоб допомогти військовим, силам забезпечення правопорядку та громадської безпеки у різних бойових та небезпечних ситуаціях по всьому світу. Чи використовується він саперним підрозділом, що знешкоджує саморобний вибуховий пристрій або спецпідрозділом, загоном, що вирішує тактичні завдання або для спостереження за суспільною безпекою - MTGR найкращий у всіх цих областях.

MTGR легко перевозиться та завжди готовий до транспортування. Рухливий та гнучкий, MTGR може долати перешкоди та швидко підніматися сходами, щоб дослідити кілька поверхів попереду сухопутних військ. Крім того, унікальна технологія зв'язку MTGR дозволяє одному оператору керувати кількома платформами на землі, морі чи повітрі.

Переносна система управляється за допомогою блоку оператора підвищеної міцності ROCU (Ruggedized Operator Control Unit).



Specifications

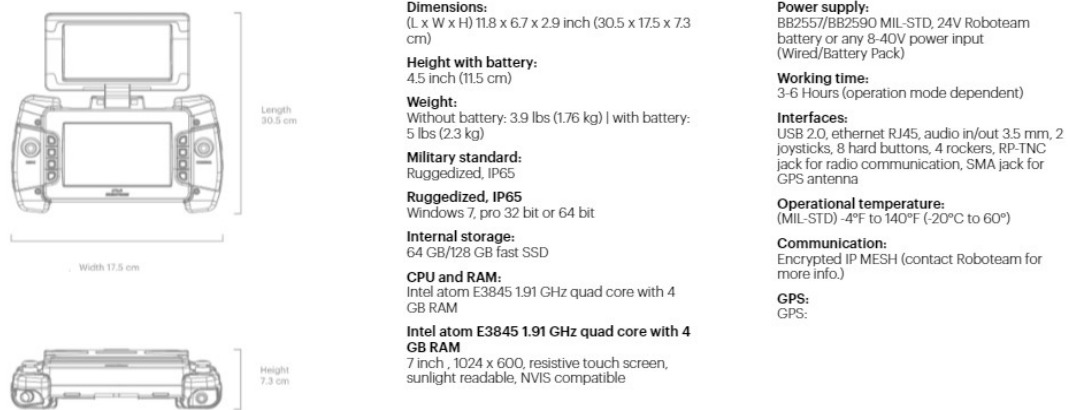


Рис.1.16. Блок керування MTGR

Для роботи в міських умовах MTGR має гусеничне шасі з гусеницями-фліпперами, але для руху бездоріжжям є можливість додавання зовнішніх коліс більшого діаметру, що покращує прохідність. При цьому габарити збільшуються з 45,5 x 37 x 14,5 см до 47,2 x 47 x 16,5 см, а маса зростає до 8,6 кг. Швидкість руху складає 3,2 км/год, перешкоди, що долаються – стінка заввишки 35 см, ухили 45 град., сходові щаблі висотою 20 см.

Робот обладнаний п'ятьма камерами: передня в ніші з видимим підсвічуванням та кутами нахилу -20/90 град. та 4 на всіх сторонах корпусу для кругового огляду з ІЧ підсвічуванням. Маніпулятор із захопленням для знешкодження вибухонебезпечних предметів має 4 ступені свободи. Максимальний виліт складає 36 см, вантажопідйомність – 5,4 кг. На ньому також встановлені дві камери - одна з 10-кратним збільшенням, друга - близького плану на захопленні, обидві мають ІЧ підсвічування. За допомогою планки Пікатінні можуть встановлюватися додаткові сенсори, наприклад, датчики радіації, газоаналізатори, тепловізори і т.д.

Канал зв'язку робота може утворювати мережу з іншими пристроями, дозволяючи збільшити дальність дії до 500 метрів у прямій видимості. Час автономної роботи від акумуляторів становить 2-4 години. Управління здійснюється з переносного пульта масою 2,3 кг з екраном, двома «джойстиками» та клавіатурою.

Specifications

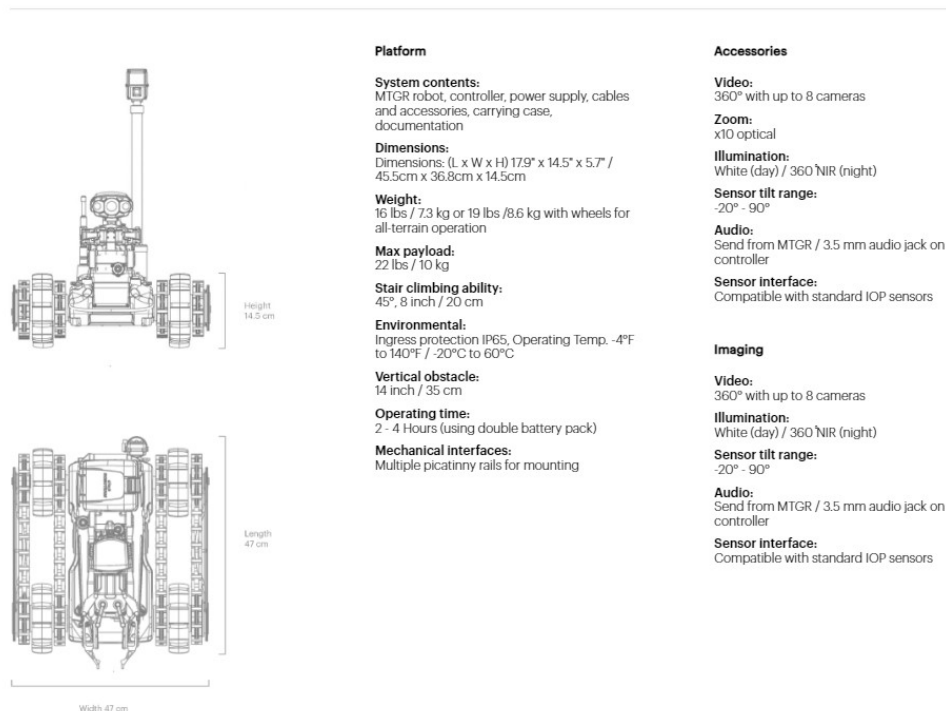


Рис.1.17. Специфікація MTGR

- Northrop Grumman Corporation представила свою нещодавно запуснену безпілотну наземну машину Andros FX на виставці DSEi, яка відбулася з 15 по 18 вересня у Лондоні.

Розроблений Remotec Inc., дочірньою компанією Northrop Grumman, Andros FX призначений для боротьби з широким спектром загроз, включаючи саморобні вибухові пристрої. Andros FX був представлений на виставці у Великій Британії вперше.



Рис.1.18. Andros FX

Найбільш помітними ознаками Andros FX, які відрізняють цього робота від стандартного Andros, є чотири гусеничні сегменти (названі "артикуляторами" за аналогією з протезом нижньої щелепи, що коливається), які встановлені замість побічної підвіски Andros, а також нова конструкція важеля, який має додаткову вантажопідйомність і підвищену спритність завдяки додатковим суглобам, які забезпечують дев'ять ступенів волі. Машина також має оновлені електронні системи, покращену мобільність для підвищення швидкості та маневреності, а також новий блок із сенсорним екраном управління оператора з 3-D графікою, системою управління маніпулятором та покращеним інтерфейсом користувача.

"Відгуки, які ми отримали від команди саперів, вказують на те, що вони найбільше потребують збільшення можливостей боротьби з вражаючими бортом машини СВУ", сказав Уолт Вернер (Walt Werner), директор Northrop Grumman Remotec. "Andros FX був розроблений з нуля, щоб задовольнити цим

вимогам і включає найпередовіші технології, які в той же час роблять систему простіше у використанні і обслуговуванні, і утримує небезпеку на відстані".

Andros FX будується на сімействі F6, створеному REMOTEC, яке має 20-річну історію експлуатації як робочого коня військовими. Як і в інших роботах REMOTEC із сімейства Andros, його операційна система забезпечує надання значно більшого обсягу інформації оператору при одночасному ослабленні навантаження на нього через збільшення інтерактивності з інтелектуальністю. Прикладом додаткової інформації є наявність хімічних та радіаційних датчиків. Попередньо встановлені позиції рук і здатність вибрати вид захоплення роблять маніпуляцію об'єктами більш простою, швидкою і точною.

Andros FX був розроблений з використанням перевіреного процесу паралельного проектування розробки високоякісного продукту за доступною ціною. Вернер сказав, що збільшення крос-функціональної участі на початковій стадії проектування призводить до набагато нижчої ціни життєвого циклу, а також спрощення адаптації виробу для різних завдань та подальшої модернізації.

Особливості

- Вбудовані маніпулятори, захоплення та датчики мають зворотний зв'язок з оператором, відображаючи в реальному часі положення та поворот з використанням екранної графіки
- Додаткова задня камера
- Кольорова камера спостереження зі світлом, зумом, панорамуванням/нахилом
- Камера спостереження зі стабілізацією зображення - загальний зум 216:1 (26х оптичний та 12х цифровий)

- Стаціонарна камера для маніпулятора - сумарне збільшення 40:1 (10-х оптичне та 4-х цифрове)
- Кріплення, що дозволяють монтувати велику кількість спеціалізованих блоків із можливістю plug-and-play
- Захоплення з безперервним обертанням
- Рука маніпулятора з сімома ступенями свободи
- Пневматичні колеса, які для зменшення ширини можна швидко зняти без інструментів
- Запатентовані гусеничні фліппери, які дозволяють долати канави, перешкоди та важку місцевість

Передача даних / зв'язок

- Три лінії передачі даних доступні для операторського контролю машиною ANDROS:
- Волоконно-оптичний кабель - з машини, що розвертається.
- Радіоуправління (бездротове)
- Кабель із жорстким тросом

- iRobot 510 PackBot – серія військових роботів, яка розроблена корпорацією iRobot (США).

Завдяки модульності, гнучкості та розширюваності, PackBot здатний виконувати знешкодження бомб, спостереження/організацію розвідки, а також

широкий спектр інших небезпечних місій, оберігаючи при цьому військовослужбовців від небезпечного впливу.

Специфікація шасі:

- Міцний, герметичний жорсткий корпус;
- Бортовий комп'ютер із захистом від перегріву;
- 8 відсіків корисного навантаження;

Обладнання:

- Компас;
- Акселерометр;
- Інклінометр;
- Глобальна система позиціювання (Global Positioning System, GPS).

Характеристики:

- Швидкість до 9.3 км/год;
- Висота 17.8 см без корисного навантаження або маніпулятора;
- Ширина 40.6 см без фліпперів; 52.1 см з фліпперами;
- Довжина 68.6 см зі складеними фліпперами; 88.9 см з розкритими фліпперами;
- Вага близько 10.89 кг без батарей;

Маніпулятор 1.0 (510 3-ланкова рука, 510 3-Link Arm) має кілька заданих позицій, 8 незалежних ступенів свободи, подовження – 187 см, вантажність –

4.54 кг при повному висуненні та 13.61 кг в близькому положенні. Малий маніпулятор (Small Arm Manipulator, SAM) має 3 незалежних ступенів свободи, подовження – 60 см.

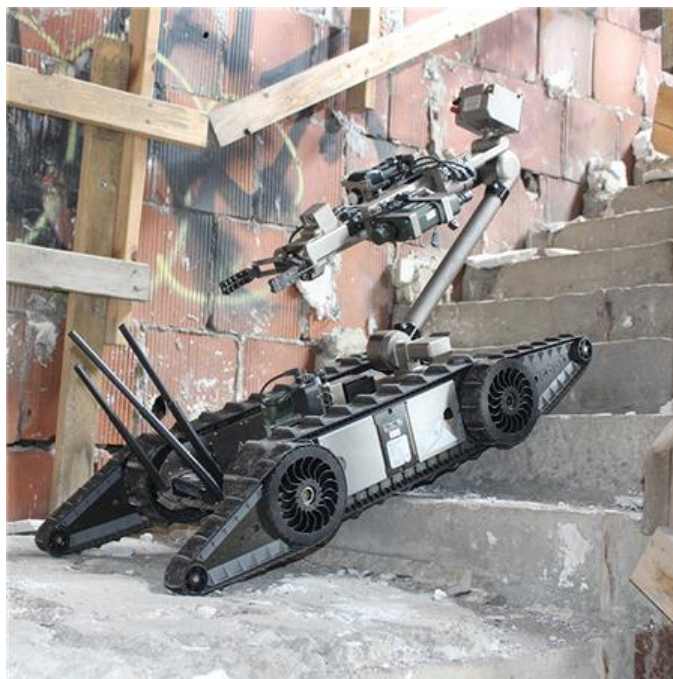


Рис.1.19. iRobot 510 PackBot

iRobot 510 PackBot може бути приведений в дію однією людиною менш ніж за дві хвилини. PackBot здатний передавати відео реального часу, аудіо та дані датчиків оператору, що знаходиться на безпечній відстані.

Для швидкої підготовки та простоти експлуатації в польових умовах, робот використовує ручний контролер, подібний до ігрової консолі.

Пульт керування оператора (Operator Control Unit, OCU) має розміри 29.5 x 33.8 x 6.35 см, вага – 5.38 кг (тільки ноутбук) і 7.01 кг (включаючи ручний контролер, антену радіо модуля та зарядний пристрій), призначений для експлуатації в будь-яких погодних умовах.

PackBot живиться від двох літій-іонних акумуляторних батарей ВВ-2590/U, що забезпечують більш ніж 4 години безперервної роботи на одній

зарядці – до 16 кілометрів шляху. Робот здатний легко підійматися по сходах, прокочуватися по щебеню, проходити вузькі проходи, долати заболочені, кам'янисті, засніжені поверхні або іншу місцевість.

iRobot 510 PackBot підтримує широкий спектр змінного корисного навантаження, який дозволяє вирішувати різноманітні завдання. Існує можливість швидкого налаштування робота на основі поточних потреб місії та вподобань оператора.

Конфігурації:

- Конфігурації PackBot 510 включають в себе:
- EOD Bomb Disposal Kit – Призначений для ідентифікації та знешкодження саморобних вибухових пристроїв;
- Fast Tactical Maneuvering Kit – Розроблений для допомоги піхотним з'єднанням в пошуку саморобних вибухових пристроїв;
- First Responder Kit – Створений для допомоги штурмовим групам зі спеціальним озброєнням (Special Weapons Assault Team, SWAT) та іншим підрозділам екстреного реагування в організації розвідки;
- HazMat Detection Kit – Збирає проби повітря для виявлення хімічних та радіологічних агентів;
- Fido – Використовує детектор вибухових речовин, який розроблений ICx Technologies для виявлення вибухових матеріалів за допомогою нюху;
- REDOWL Sniper Detection Kit – Застосовує акустичний пеленгатор, розроблений BioMimetic Systems для локалізації пострілів по азимуту, дальності та куту місця.

PackBot є модульним багатоцільовим роботом. Цифрова архітектура робота, яка обладнана інтелектуальним програмним забезпеченням iRobot Aware 2, дозволяє використовувати широкий діапазон змінюваних корисних навантажень, різноманітні датчики та інструменти для вирішення великої кількості завдань.



Рис.1.20. Наші військові працюють за iRobot 510 PackBot

Роботи PackBots першими увійшли на АЕС Фукусіма, яку було пошкоджено у 2011 році землетрусом та цунамі. В теперішній час в усьому світі використовується понад 4500 роботів PackBot.

1.3. Вузол комплексу – приводу фліпера

"Фліпер гусениці" може стосуватися спеціального пристрою або механізму, який допомагає гусеничним дронам або іншим транспортним засобам долати перешкоди та змінювати напрямок руху. Цей термін зазвичай використовується в контексті гусеничних роботів або дронів, які працюють у складних умовах. Фліпери, як правило, є додатковими механічними

пристроями, які встановлюються на гусеничні платформи для поліпшення їхньої прохідності та маневреності.

Основні функції фліперів гусениці:

- Подолання перешкод:

Підйом на перешкоди: Фліпери допомагають піднімати передню частину дрона або робота, щоб гусениці могли захопити і подолати високі перешкоди, такі як бордюри, камені або сходи.

Перетин складних поверхонь: Фліпери можуть допомогти рухатися по піску, снігу, бруду або інших нерівних поверхнях, забезпечуючи додаткову підтримку та зчеплення.

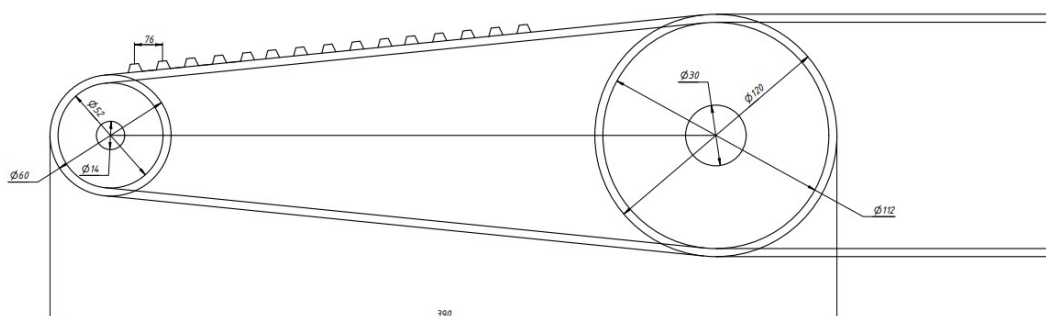
- Зміна напрямку руху:

Маневрування: Фліпери можуть використовуватися для швидкої зміни напрямку руху на місці або для обертання навколо своєї осі.

- Поліпшення стабільності:

Додаткова стабільність: Фліпери можуть забезпечувати додаткову підтримку під час руху, зменшуючи ризик перекидання на нерівних поверхнях.

Конструкція фліперів гусениці:



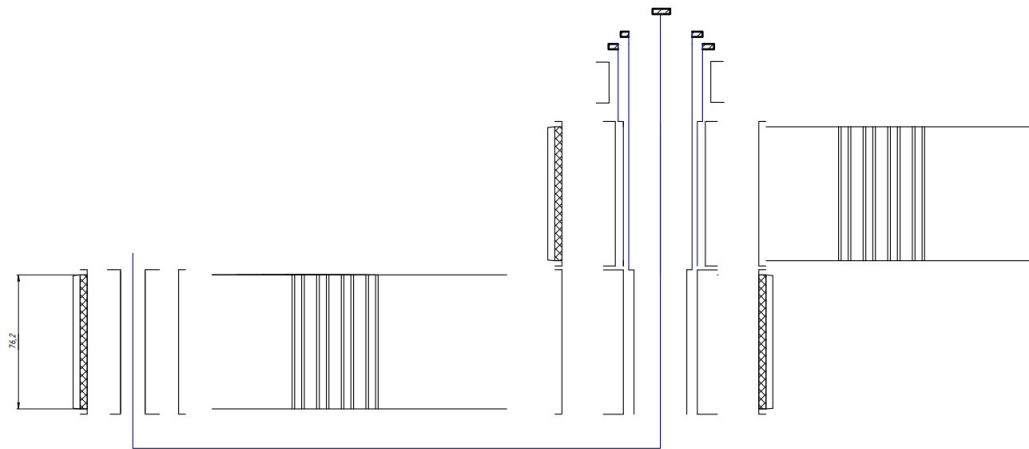


Рис.1.21. Конструкція фліперів гусениці

Фліпери можуть бути виготовлені з різних матеріалів, включаючи метал, композити та високоміцний пластик. Вони зазвичай складаються з таких компонентів:

- Механічні важелі: Забезпечують рух фліперів і дозволяють їм підніматися та опускатися.
- Електроприводи або гідроприводи: Використовуються для керування рухом фліперів.
- Контролери: Керують роботою фліперів і забезпечують синхронізацію з основною системою керування дрона або робота.

Приклад фліперів на гусеничному дроні:

Ось ілюстрація, що демонструє фліпери на гусеничному дроні:

На схемі показано, як фліпери розташовані спереду гусеничної платформи. Вони можуть підніматися і опускатися для подолання перешкод.

Зображення фліперів гусениці:

Для кращого розуміння ось приклад реального зображення фліперів на гусеничному роботі:

Фліпери гусениці є важливим елементом, що покращує прохідність, маневреність і стабільність гусеничних дронів та роботів. Вони дозволяють ефективно долати перешкоди та забезпечують надійну роботу в складних умовах.

Вузол приводу фліпера наземного дрона є важливим компонентом, що забезпечує його маневреність та здатність виконувати складні рухи, такі як перекидання, перевертання або швидке змінення напрямку. Наземні дрони використовуються в різних сферах, включаючи розвідку, логістику та інспекцію важкодоступних місць. Ось основні компоненти та принцип роботи вузла приводу фліпера наземного дрона



Рис.1.22. Робот долає перешкоди за допомогою фліперів

Основні компоненти вузла приводу фліпера наземного дрона:

- Електродвигун: Використовується для створення обертального моменту, необхідного для руху фліпера. Зазвичай це безщітковий двигун, що забезпечує високу ефективність і тривалий термін служби.
- Редуктор (при необхідності): Передавальний механізм, що змінює швидкість і крутний момент від двигуна до фліпера. Може бути використаний

для збільшення або зменшення обертового моменту в залежності від конструкції.

- Механічний важіль або важільний механізм: З'єднує двигун з фліпером і передає обертовий момент, створений двигуном. Важіль може мати складну конструкцію, що забезпечує плавний і точний рух фліпера.

- Вісь обертання: Точка, навколо якої обертається фліпер. Вісь повинна бути добре змащена і мати мінімальний опір тертю для забезпечення плавного руху.

- Контролер руху: Електронний пристрій, що керує роботою двигуна, визначає його швидкість і напрямок обертання. Контролер отримує сигнали від основного контролера дрона і відповідно керує роботою двигуна.

- Датчики положення: Використовуються для визначення положення фліпера в просторі і надання зворотного зв'язку контролеру руху. Це можуть бути потенціометри, енкодери або інші типи датчиків.

Принцип роботи вузла приводу фліпера наземного дрона:

- Отримання сигналу: Основний контролер дрона отримує команду від оператора або автономної системи управління на виконання маневру (наприклад, перекидання).

- Передача команди: Основний контролер передає відповідний сигнал на контролер руху фліпера.

- Активація двигуна: Контролер руху активує двигун, задаючи йому необхідну швидкість і напрямок обертання.

- Переміщення фліпера: Двигун через редуктор і механічний важіль приводить у рух фліпер, змінюючи положення дрона.
- Зворотний зв'язок: Датчики положення передають інформацію про поточний стан фліпера на контролер руху, який коригує роботу двигуна для досягнення точного положення.
- Виконання маневру: Фліпер змінює динамічні властивості дрона, що призводить до його перекидання або іншого маневру.
- Стабілізація: Після виконання маневру контролер стабілізує дрон, повертаючи фліпер у вихідне положення або підтримуючи необхідне положення для стабільного руху.

Схема роботи вузла приводу фліпера наземного дрона:

1. Команда від оператора → 2. Сигнал на контролер руху → 3. Активація двигуна → 4. Рух фліпера → 5. Зворотний зв'язок від датчиків → 6. Коригування руху → 7. Виконання маневру і стабілізація

Використання в реальних умовах

Вузол приводу фліпера наземного дрона забезпечує високий рівень маневреності, що є критично важливим у різних операційних середовищах, включаючи:

- Розвідка і патрулювання: Можливість швидкого змінення напрямку і уникнення перешкод.



Рис.1.23. Уникнення перешкод роботом

— Логістика: Здатність доставляти вантажі в складних умовах з перешкодами.

— Інспекція і ремонт: Проникнення в важкодоступні місця і виконання необхідних дій.

Цей вузол є критичним для ефективного і надійного виконання завдань наземним дроном.

2. Проектування мобільного роботизованого комплексу з системою фліперів.

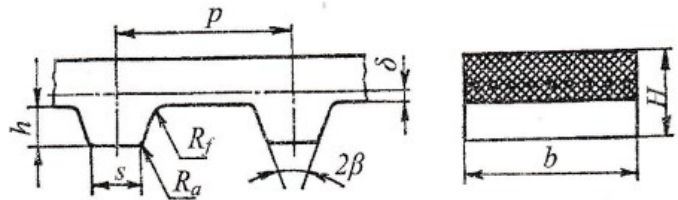
2.1 Розрахунок гусениці шасі

Розрахунок гусениці

У гусениці навантаження передається за рахунок зачеплення зубців ремня та котка. Зубчастий ремінь є замкнутою стрічкою із зубцями на внутрішній поверхні, що складається з несучого шару, виконаного зі сталевго троса або шнура з синтетичних волокон та еластичного сполучного матеріалу гуми або поліуретану (Рис.1). Для підвищення зносостійкості трака, виконаних з гуми, покривають нейлоновою тканиною.

Основним розрахунковим

$$m = \frac{p}{\pi}$$



трака модуль де крок зубців, мм. Геометричні розміри трака (Рис.1) наведено у табл.1, які регламентовані галузевим стандартом, для модулів 4, 5, 7 та 10 мм. Ширина трака вибирається залежно від модуля за табл.2

Таблиця 1 – Геометричні параметри гусенець

m,мм	p,мм	s,мм	h,мм	H,мм	δ,мм	2β,мм	R_f ,мм	R_a ,мм
4	12,5	4,4	2,5	5			1,0	1,0
5	15,7	5	3,5	6,5	0,8	40	1,2	1,2
7	21,9	8	6	11			1,5	1,2
10	31,4	12	9	15			2,0	1,5

Зубчастий трак (Рис.2) можна розглядати як шестерню, крок та прямосторонній профіль якої відповідає кроку та профілю котка. Зубчастий коток для силових передач виконується сталевим, часом чавунним. Використання чавунного котка обмежується швидкістю трака до 20...25 м/с. Відповідно до галузевих стандартів зубці котка та трака мають

трапецеподібний профіль з кутом профілю $\beta = 20^\circ$. Геометричні параметри зубчастих котка представлені у табл.3. Ділильні кола зубчастих котків збігаються з нейтральною лінією зубчастого трака.

Таблиця 2 - Ширина b і число зубців Z_n гусенечь

Параметри	Значення параметра для модуля m			
	4	5	7	10
Ширина гусениці b mm	20;25;32;40; 50;63;80;100	25;32;40;50; 63;80;100	40;50;63;80 ;100;125	50;63;80; 100;125;160
Число зубців гусениці Z_n	56;60;63;67; 71;75;80;85 90;95;100;105; 112;115;125; 130;140;150; 160;170;180; 190;200;210; 220;235;250	56;60;63;67; 71;75;80;85 90;95;100;105; 112;115;125; 130;140;150; 160;170;180; 190;200	56;60;63;67; 71;75;80;85 90;95;100;105; 112;115;125; 130;140	56;60;63;67; 71;75;80;85 90;95;100
F_{adn} , Н/mm	25	30	32	42
опустима питома колова сила, яка передається пасом шириною				

араметри котків для гусениці

Модуль	m	3	4	5	7	10
Ширина гусениці	b	12,5-50	20-100	25-100	40-125	50-200
Висота зубця	h	$3,0 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,23$	$8,5 \pm 0,3$	$12,5 \pm 0,3$
Ширина западин	s_f	$3,2 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$	$7,5 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$
Ширина катка	B	$B = b + m$				
Товщина обода	S	$S = 2,5m > 8mm$				
Кут профілю	α	$\alpha = 50^\circ \pm i^\circ$				
Радіуси спряжень	r_a, r_f	$r_a = 0,35mm; r_f = 0,4mm$				
Розрахунковий діаметр	d	$D = mz, z$ – число зубців катка				
Товщина диска	C	$C = (1,2 \dots 1,3)S$				

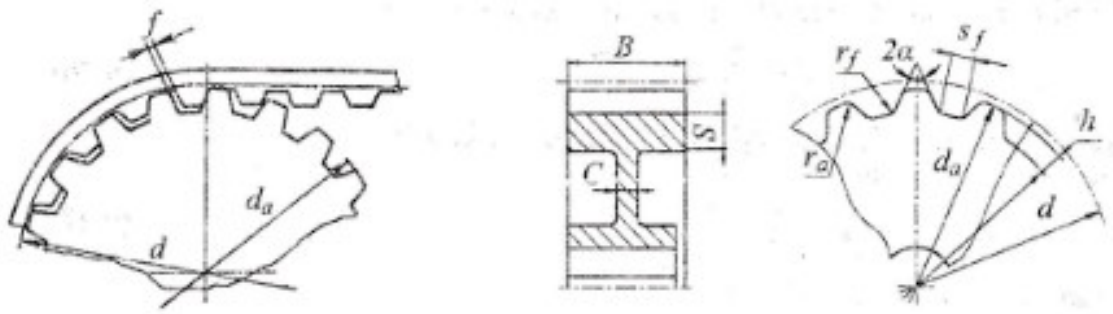


Рисунок 2 – Зачеплення котка з траком

Проектування гусениці. Основними геометричними параметрами Z_n

гусениці є модуль m , число зубців траку Z_n , і довжина траку l . Модуль визначається із умови втомної міцності зубців за напруженнями зрізу. Розрахунок траку починають із визначення модуля.

1. Модуль гусениці

$$m = K \sqrt[3]{\frac{P_1 C_p}{n_1}}$$

де P_1 - потужність на ведучому котка передачі, кВт; $K = 35$ для котків з трапецевидною формою зубців і $K = 25$ з напівкруглою; C_p - коефіцієнт режиму роботи: $C_p = 1,3 \dots 1,7$ - для стрічкових конвеєрів; $C_p = 1,5 \dots 1,9$ - для ланцюгових конвеєрів, підіймальних механізмів; $C_p = 1,8 \dots 2,2$ - для компресорів; $C_p = 2,0 \dots 2,5$ для котків, молотів; частота обертання ведучого катка, об/хв.

Отримане значення модуля заокруглюють до найближчого стандартного (Табл.3). Для швидкісних передач ($v > 15$ м/с) рекомендують, з метою зниження вібрацій і шумів, стандартне значення модуля брати менше розрахункового.

Таблиця 4- Число зубців ведучого котка

Модуль m, мм	Частота обертання ведучого котка	Z_{1min}
4,5	1000	16....20
	1500	18....22
	3000	20....24
7	750	22....24
	1000	24....26
	1500	26....28
10	750	22....24
	1000	24....26
	1500	26....28

2. Число зубців котка.

Число зубців меншого котка Z_1 вибирають за рекомендаціями табл.4, залежно від модуля і частоти обертання.

Число зубців веденого котка

$$Z_2 = Z_1 u$$

де u - передаточне число.

3. Розміри котків.

Діаметри ділильних кіл котків

$$d_1 = mz_1, \quad d_2 = mz_2$$

Зовнішні діаметри котків

$$d_{a1} = mz_1 - 2\delta + k_1, \quad d_{a2} = mz_2 - 2\delta + k_2$$

де δ - відстань від впадини паса до нейтральної лінії (рис.1); k_1, k_2 - поправки, як визначаються із умови рівності кроку зубців шківів з кроком паса,

який знаходиться у зачепленні із шківками з боку натягнутої і ослабленої віток паса.

У залежності від значення допустимої питомої колової сили F_0^{adm} (табл.2) передається пасом шириною 1 мм, величина поправок

$$k_1 = 5 \cdot 10^{-4} z_1 F_0^{adm}, k_2 = 2 \cdot 10^{-4} z_2 F_0^{adm}$$

Діаметри кіл западин зубців

$$d_{f1} = d_{a1} - 2h, \quad d_{f2} = d_{a2} - 2h$$

де h - висота зубця шківки .

4. Основні геометричні параметри передачі.

Міжосьова відстань передачі приймається з інтервалу

$$0,6(d_1 + d_2) < a < 2(d_1 + d_2)$$

При вибраній міжосьовій відстані a' число зубців паса

$$z_n = \frac{2a}{\pi m} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{((z_2 - z_1))^2 m}{4\pi a}$$

Число зубців паса необхідно заокруглити згідно з табл

Кут обхвату траку малого котка.

$$\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a}$$

5. Навантаження траку.

Швидкість руху траку

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000}$$

Розрахункова питома колова сила, яка передається траком шириною 1 мм у реальних умовах експлуатації

$$F_{l0} = F_0^{adm} C_H C_a C_{zj} C_v$$

де C_H - коефіцієнт, який враховує наявність натяжного ролика (при відсутності ролика $C_H = 1$, при одному роликові всередині контура трака $C_H = 0,9$, при двох $C_H = 0,8$, при наявності одного ролика із зовні контура $C_H = 0,7$); C_a, C_{zj}, C_v коефіцієнти, які враховують відповідно передаточне число, міжосьову відстань, число зубців меншого котка, швидкість траку. Ці коефіцієнти вибираються за табл.5

Колова сила на котку

$$F_t = \frac{P_1}{v}$$

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів C_H, C_a, C_{zj}, C_v

z_1	15...18		18...21	21...25	27...31	31...35	
C_{z1}	0,85...0,90		0,90...0,93	0,93...0,95	0,95...0,98	0,98...1	
a , мм	200...250		250...350	250...500	500...700	700	
C_a	0,80...0,85		0,80...0,88	0,88...0,94	0,94...1,00	1	
v , м/с	До 5	5...10	10...15	15...20	20...25	25...30	30
C_v	1	1...0,9	0,9...0,8	0,8...0,7	0,7...0,6	0,6...0,5	0,4

ина стрічки залежить від тягової здатності

Ш
и
р

$$b \geq \frac{F_t}{F_{t0}}$$

Розрахункова ширина стрічки заокруглюється до найближчого більшого стандартного значення (табл.2)

Число зубців, розміщених на дузі обхвату меншого котка

$$z_0 = \frac{z_1 a_1}{360^\circ}$$

Таблиця 6 - Значення параметра p_z^{adm}

n, об/хв	200	400	1000	2000	5000	10000
p_z^{adm} , МПа	2,0	1,5	1,0	0,75	0,5	0,35

Величина тиску на зубці траку

$$p_z = \frac{F_t \Psi}{z_0 b h} \leq p_z^{adm}$$

Де Ψ – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між зубами траку і котка на

дузі обхвату, $\Psi = 1,7 \dots 2,0$ при навантаженні до 14 кВт і швидкості траку p_z^{adm} –

до 20 м/с;

допустимий

тиск на зубці траку (табл.6)

Навантаження, що передається на вали.

$$R = 1,2F_t$$

2.2 Розробка вимірювача крутного моменту мехатронного модуля

Патент EP2874037A2 (рис. 1). Рис.2.1), присвячена винаходу універсального транспортного засобу на колесах [3]. Винахідник-Шанхайський інститут аерокосмічних технологій в Китаї.

Інструмент складається з декількох основних елементів:

- Існує шасі, що складається з рами, колісної пари і підвіски.
- Фюзеляж складається з кабіни, машинного відділення та вантажного відсіку.
- Система управління, що складається з двигуна, трансмісії, рульового управління та гальмівної системи.

Головною особливістю винаходу є те, що шасі складається з декількох комплектів коліс, які можуть бути розташовані в різних конфігураціях. Це дозволяє використовувати транспортний засіб для різних цілей, таких як перевезення вантажів, перевезення людей і робота в важкодоступних місцях.

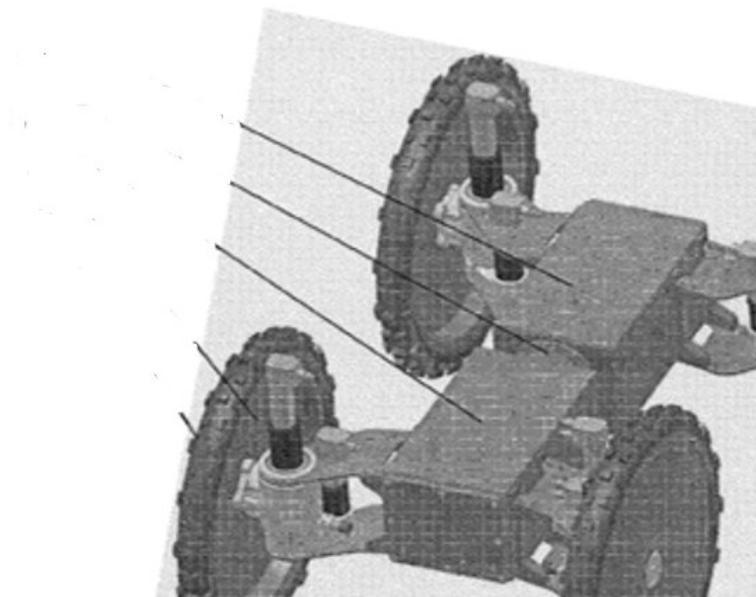


Рис.2.1. загальний вигляд колісного універсального транспортного засобу

Рамка (рис. 1). Рис.2.2) є основною конструкцією, що підтримує інші елементи транспортного засобу. Колісна пара знаходиться на рамі. Підвіска забезпечує безперебійну роботу автомобіля. Фюзеляж складається з кабіни, машинного відділення та вантажного відсіку. У салоні є місце для водія і пасажирів. У машинному відділенні знаходяться двигун і трансмісія.

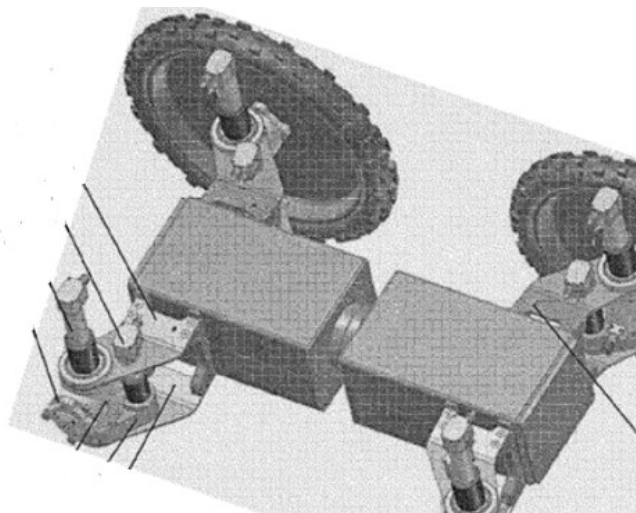


Рис.2.2. -детальний огляд шасі [16].

Система управління складається з двигуна, трансмісії, рульового управління та гальмівної системи. Двигун приводить в рух колеса автомобіля. Трансмісія передає крутний момент від двигуна до колеса. Рульове управління дозволяє водієві повертати колеса автомобіля. Гальмівна система дозволяє водієві зупинити автомобіль.

Патент TWI772182B належить tmt і належить до роботизованих транспортних засобів [20].

(Рис. 1). Рис.2.3.) показаний роботизований автомобіль, що складається з наступних частин:

- Тіло
- Важіль управління
- Колесо
- Вимірювальна система
- Система управління

Кузов автомобіля виконаний з металу і має підвіску, здатну пересуватися по нерівних поверхнях. Джойстик дозволяє оператору керувати автомобілем. Колеса надають машині рух. Система лічильників дозволяє автомобілю отримувати інформацію про навколишнє середовище. Система управління використовує інформацію з системи лічильників для керування транспортним засобом.

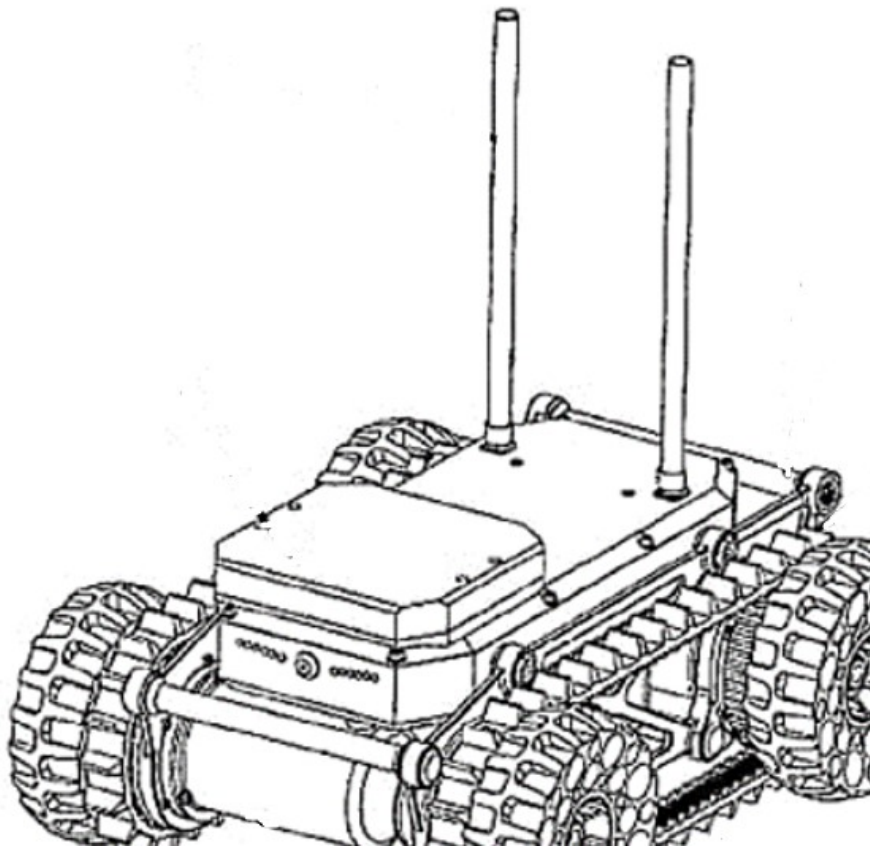


Рис.2.3. – Модель робота [20].

Патент описує метод управління роботом-транспортним засобом. Цей метод включає наступні кроки:

- Оператор визначає пункт призначення транспортного засобу.
- Система управління обробляє інформацію з системи лічильників для визначення найкращого маршруту до місця призначення.
- Система управління посилає команди на джойстик для переміщення автомобіля по маршруту.

Патент також описує конкретне застосування роботизованих транспортних засобів для доставки товарів. У цьому випадку транспортний засіб використовується для доставки товарів зі складу до місця призначення.

Внутрішній механізм патенту TWI772182B можна порівняти з двигуном сучасного високотехнологічного транспорту: системами вимірювання і управління. Вони дійсно є мозком і розумом цього інноваційного винаходу.

Система лічильників діє як "очі" і "вуха" автомобіля і постійно збирає величезну кількість інформації про навколишнє середовище. Інформація про місцезнаходження транспортного засобу, навколишніх його об'єктах і стан навколишнього середовища - все це знаходиться в зоні його спостереження. Точність і надійність цих "даних лічильника" важливі, тому що від них залежить доля призначення.

Систему управління можна порівняти з мозком, який аналізує цей величезний обсяг інформації і приймає рішення про найкращий шлях до місця призначення і забезпечення безпеки пасажирів і вантажів. Він швидко обробляє всі ці "дані лічильника" і приймає важливі рішення щодо маршруту та експлуатації транспортного засобу. Роль системи управління важко переоцінити, оскільки від цього залежить безпека та ефективність доставки.

Для аналізу складності патентів TWI772182B важливо визначити два важливі значення:

Вимірювальні системи повинні надавати точну та надійну інформацію про реальний світ. Ці дані відіграють важливу роль у процесі прийняття рішень та забезпечення безпеки.

Система управління повинна мати можливість обробляти великий обсяг інформації, отриманої з системи лічильників, і приймати своєчасні рішення. Швидкість і надійність цієї системи є ключовими факторами успіху.

Патент US10024635B2 (рис. 1). Рис.2.4.) описує систему евакуації для знешкодження протитанкових мін [19]. Система використовує потужні потоки рідини для підризу Мін. він легше в порівнянні з традиційними механічними

методами, такими як ланцюгові молотки і культиватори, і не схожий на Слюсарний.

Система оснащена транспортним засобом з резервуаром для води і джерелом живлення, а також електричним диспергуючим пристроєм, підтримуваним в передній частині автомобіля. Електричний диспергуючий пристрій містить 1 або більше електричних диспергуючих форсунок. Ці сопла заповнені водою, і кожне з них має позитивний і негативний електрод. Під дією скидання вода перетворюється в плазмовий міхур і виходить через 1 або більше вихідних отворів сопла, щоб підірвати міну. Система також включає резервуар для води та джерело живлення для цієї системи.

Цей метод має переваги перед механічними методами, оскільки він має менший знос, менше обслуговування та безпечніший. Крім того, його можна використовувати для різних типів транспортних засобів, таких як броньовані танки, що робить його більш універсальним. Системою також можна керувати віддалено.

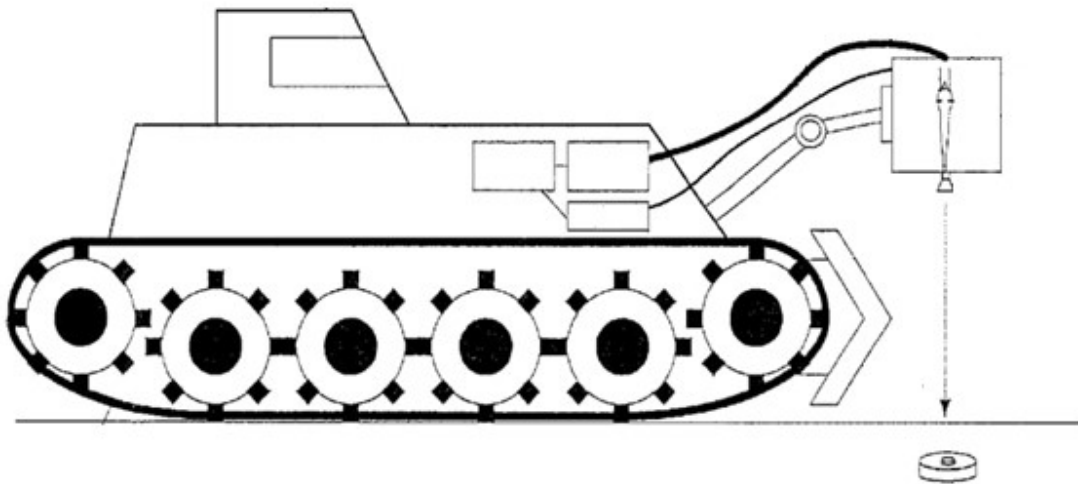


Рис.2.4. – Система знешкодження, встановлена у гусеничному транспортному засобі [19].

На малюнку показана система нейтралізації мін відповідно до розташування цього винаходу. Транспортний засіб може мати станцію оператора, командний центр, кабіну або кокпіт для управління людиною. В іншому варіанті транспортним засобом можна керувати дистанційно, тобто за допомогою безпілотних або роботизованих пристроїв. У другому варіанті транспортним засобом може безпосередньо керувати віддалений користувач для забезпечення видимості, або транспортний засіб може мати відстежуваного водія, такого як броньований автомобіль, як показано на діаграмі PoI, яка може бути запрограмована на автоматичне переміщення за допомогою GPS. В іншому варіанті транспортний засіб може бути колісним транспортним засобом або мати комбіновану силову установку, що включає колію і колеса. Автомобіль, ноги робота, лижі, реактивний двигун і т.д. наприклад, він може мати інший зручний наземний транспорт. У показаному прикладі перед транспортним засобом є вибуховий щит або ударник для захисту транспортного засобу від підриву на міні (рис. 1). Рис.2.5.).

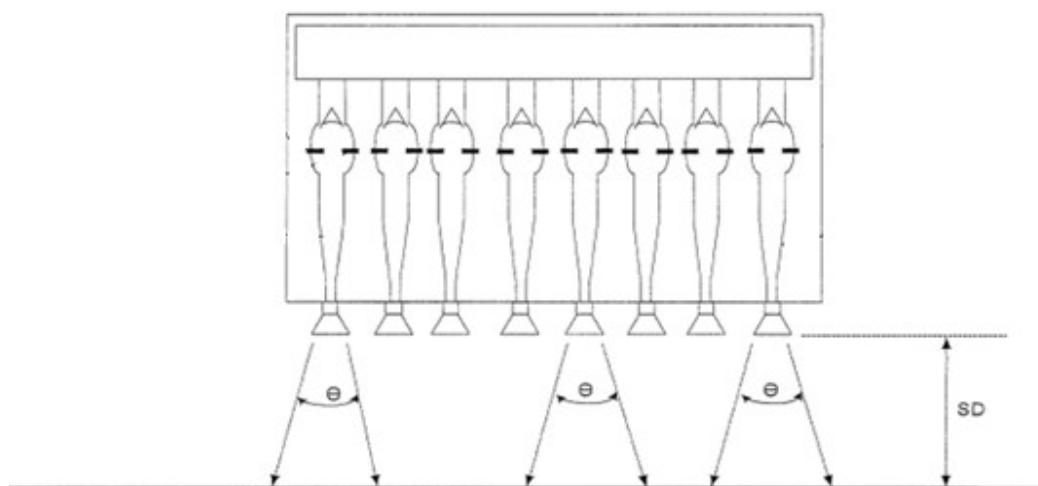


Рис.2.5. – Система електророзрядного апарату з кількома отворами

Патент США 2023/0195131AI (рис. Рис.2.6. Оpubліковано 2023/6/22/1.17)
 відноситься до системи та методу побудови картографічних даних з

використанням відрізків прямих ліній, витягнутих з візуальних зображень [23]. Патент США 2023/0195131AI був поданий компанією Starship Technologies, яка розробляє автономні безпілотні літальні апарати.

Система складається з робота, оснащеного візуалізатором зображень, системою обробки зображень та системою картографування.

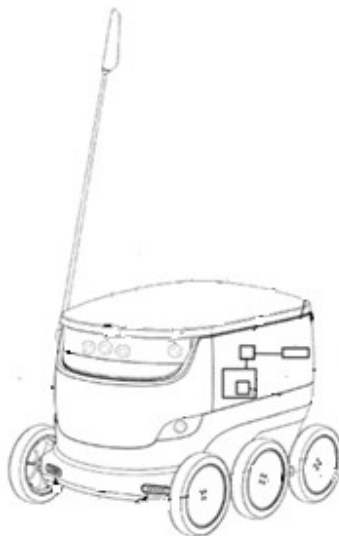


Рис.2.6. – Модель робота [23].

Метод створення даних карти включає наступні кроки:

1. Робот використовує вбудовану камеру для отримання візуального зображення навколишнього середовища (рис. 1). Рис.2.7.).

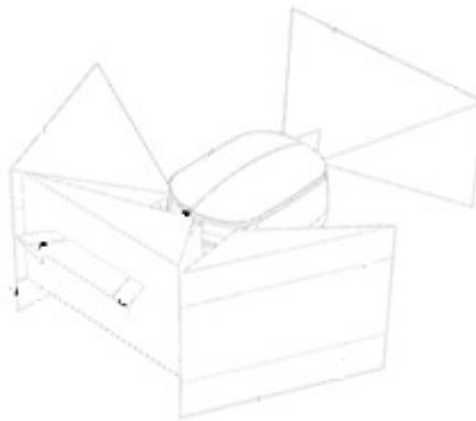


Рис.2.7. – Поля зору різних камер [23].

2. Система обробки зображень виявляє відрізок прямої лінії у візуальному зображенні.

3. Алгоритми, засновані на порогах, використовують порогові значення для визначення того, які пікселі є частиною відрізка лінії.

4. Алгоритм, заснований на фільтрації, використовує фільтри для видалення шуму та інших артефактів з візуального зображення, що полегшує виявлення плоских сегментів.

5. Алгоритми, засновані на сегментації, використовують методи машинного навчання для розділення візуальних зображень, можливо, на лінійні сегменти. Показано приклад алгоритму (рис. 1). Рис.2.8.).

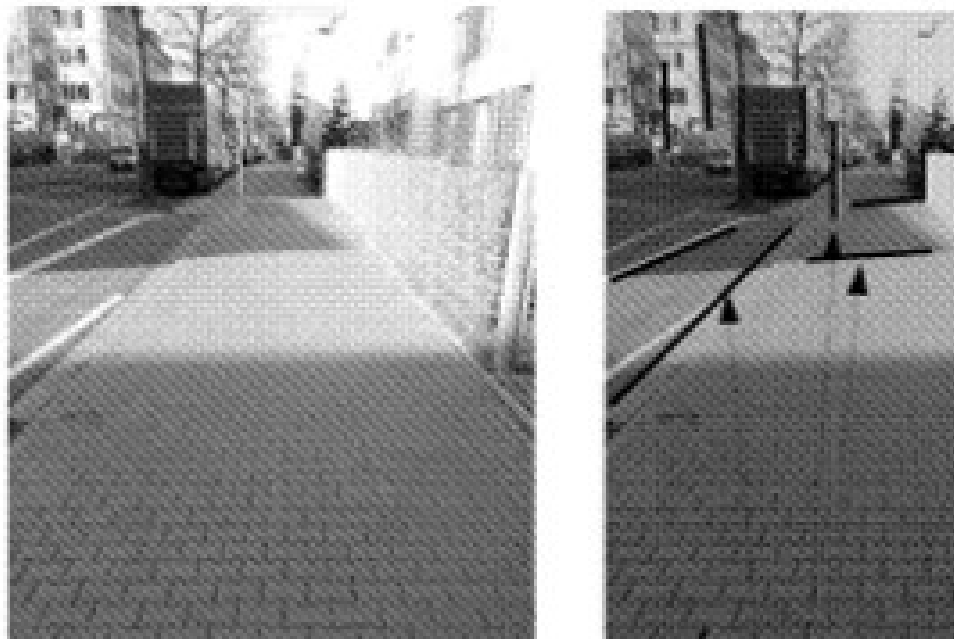


Рис.2.8. – Виявлення прямолінійних сегментів фото [23].

Потім алгоритм використовується для аналізу зображень:

S1: отримайте візуальні ефекти від 2 або більше камер. Робот використовує 2 або більше камер для отримання візуальних ефектів навколишнього середовища. Ці зображення можна отримати під різними кутами, і алгоритм дозволяє отримати більш точні дані про навколишнє середовище.

S2: Об'єднайте візуальні зображення для попередньої обробки. Алгоритм поєднує візуальні ефекти в одне зображення. Це дозволяє алгоритму покращити відстеження об'єктів та контурів у середовищі.

S3: Виберіть лінію з одного візуального зображення. Алгоритм виявляє прямі розрізи на кожному візуальному зображенні. Це можна зробити за допомогою різних алгоритмів обробки зображень, включаючи порогові алгоритми, алгоритми фільтрації та сегментації.

S4: З'єднайте витягнуті лінії в системі координат 1 для створення картографічних даних. Алгоритм об'єднує виявлені лінії в єдину систему координат. Це дозволяє алгоритму генерувати точні картографічні дані.

S5: Порівняйте рядки на зображеннях з відомими конфігураціями. Алгоритм порівнює лінії, видимі на кожному візуальному зображенні, з відомою конфігурацією ліній. Це дозволяє алгоритму усунути несправні лінії, які можуть бути викликані шумом або іншими артефактами.

S6: виберіть найбільш ймовірну експозицію на основі стохастичного аналізу. Алгоритм використовує стохастичний аналіз для вибору найбільш вірогідної пози робота. Це дозволяє алгоритму компенсувати неточності у виявленні ліній і об'єднанні їх в єдину систему координат.

Система картографування використовує виявлені лінійні сегменти для створення картографічних даних.

Метод растрового сканування створює картографічні дані, зберігаючи при цьому Піксельні значення візуального зображення.

Метод векторного сканування створює картографічні дані, зберігаючи інформацію про лінійні сегменти, виявлені системою обробки зображень.

Картографічні дані можуть містити інформацію про різні аспекти навколишнього середовища, такі як дороги, будівлі, дерева та інші об'єкти

4.3 Вимірювач крутного моменту мехатронного модуля.

Був розроблений вимірювач крутного моменту, побудований за схемою шестиступінчастого механізму. Це компонент приводу наземного робототехнічного комплексу на базі високотехнологічного мехатронного модуля. (Рис. 1). Рис.2.9.)

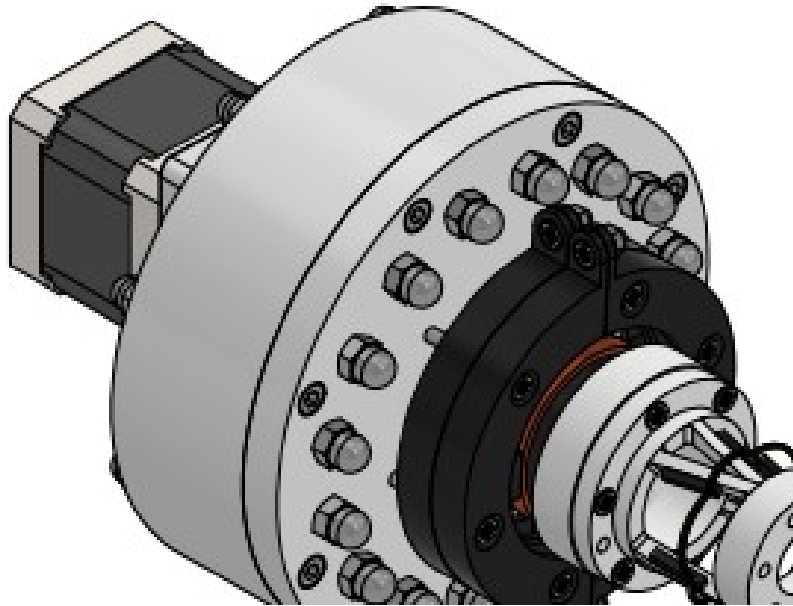


Рис.2.9. – привод на основі високотехнологічного мехатронного модуля.

Привід включає в себе електродвигун, циклоїдальну трансмісію і вимірювач крутного моменту.

Вимірювач крутного моменту виконаний за схемою шестиступінчастого механізму (рис. 1). Рис.2.10.)

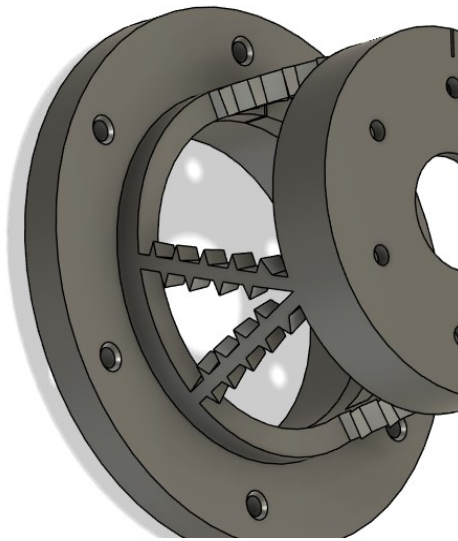


Рис.2.10.- вимірювач крутного моменту.

Лічильник виконаний у вигляді єдиного компонента. Він має основу 1, з'єднану з трансмісійним валом, і стрижні 2 з'єднані з фланцем 3. Фланець 3 з'єднаний з вихідним валом мехатронного модуля. Коли крутний момент присутній на валу, фланець 3 повертається до основи 1. В цьому випадку стрижень 2 деформується. Вимірювання деформації стержня здійснюється тензодатчиком, встановленим збоку від стержня.

Пристрій виготовлено зі сталі вагою 65 г, що пройшла відповідну термообробку. Попередньо оброблена напівфабрикат обробляється механічно на фрезерному верстаті на цьому етапі просверлюється технічний отвір (рис. 1). Рис.2.11.),

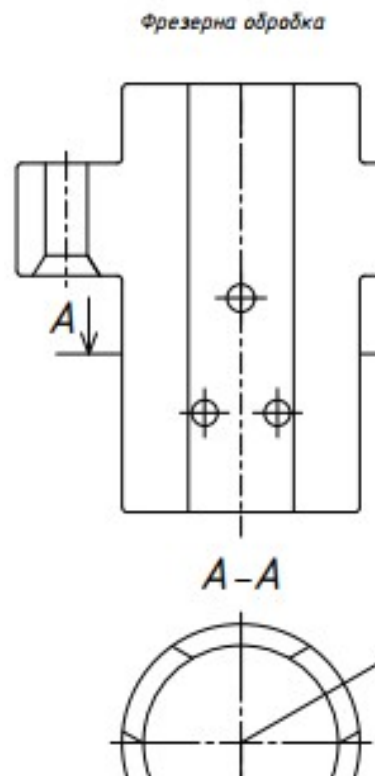


Рис.2.11. – Фрезерна обробка трубчатої заготовки.

Отвори зроблені під кутом 120 градусів і служать для подальшого іскроутворення. На протилежному боці отвору в стінці труби роблять прямокутні отвори (рис. 1). Рис.2.12.)

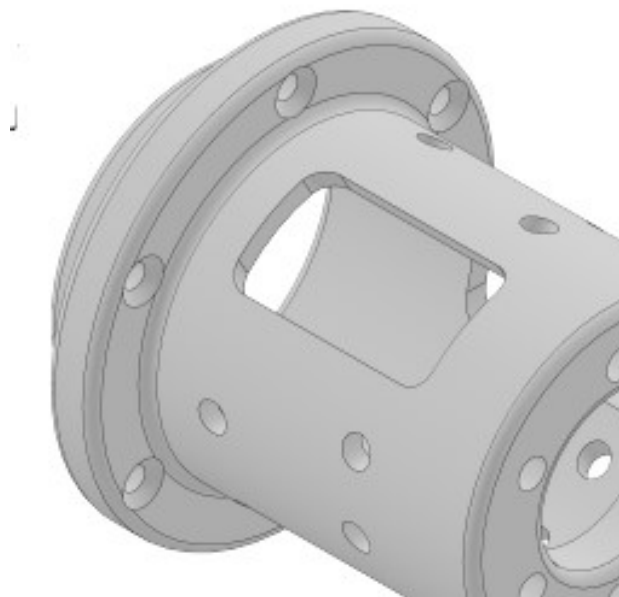


Рис.2.12. – Технологічний прямокутний отвір

Заготівля піддається термообробці на 65 г сталі. На верстаті з дротяним електродним інструментом легкозаймистий стрижень обробляється електродним інструментом, електрод вставляється в технічний отвір, контур стрижня обробляється, а радіус круглого отвору обробляється відповідно до діаметра електрода (рис. 1). Рис.2.13.).

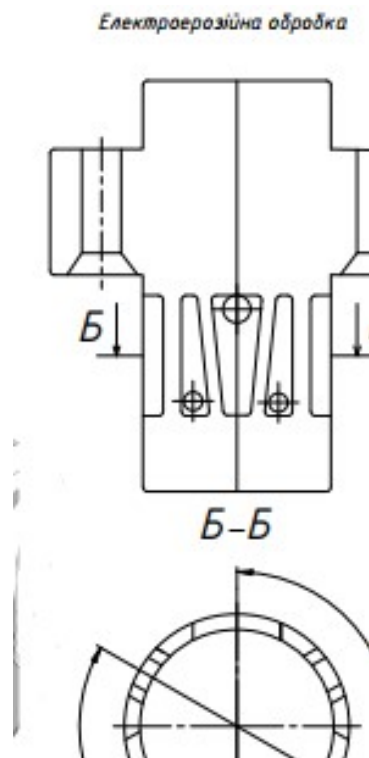


Рис.2.13. – Електроерозійна обробка трубчастої заготовки.

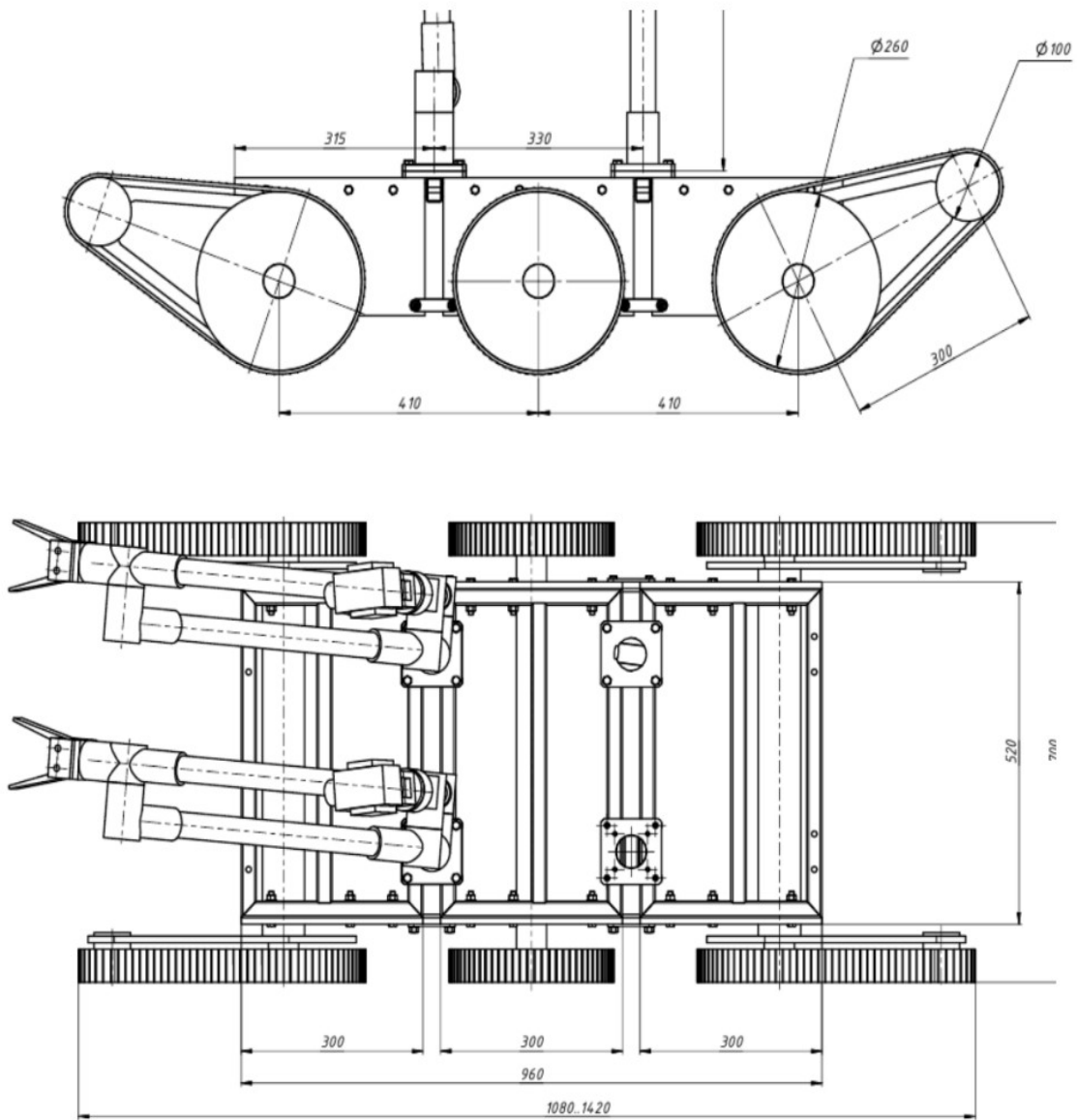
Готова одиночна конструкція, що нагадує шестифутовий механізм, може мати деякі переваги :

1. Стабільність- Гексаподи можуть бути більш стійкими на нерівних поверхнях, тому що їх можна переміщати, розподіляючи вагу між безліччю ніг.
2. Гнучкість руху: через велику кількість ніг шість ніг можуть покращити гнучкість руху порівняно з системами ходьби на двох-чотирьох ногах. Він може адаптуватися до різних ситуацій і швидко змінювати напрямок руху.

2.3 Конструкція модуля шасі та гусениці

У мобільному роботизованому комплексі з системою маніпуляторів використовується гусеничне шасі з колесами для пересування по землі. У цій

компоновці використовуються 3 модуля: передній і задній оснащені піддонами.
На гусеничному шасі центральне шасі являє собою колісне шасі (рис. 1). 2.7)



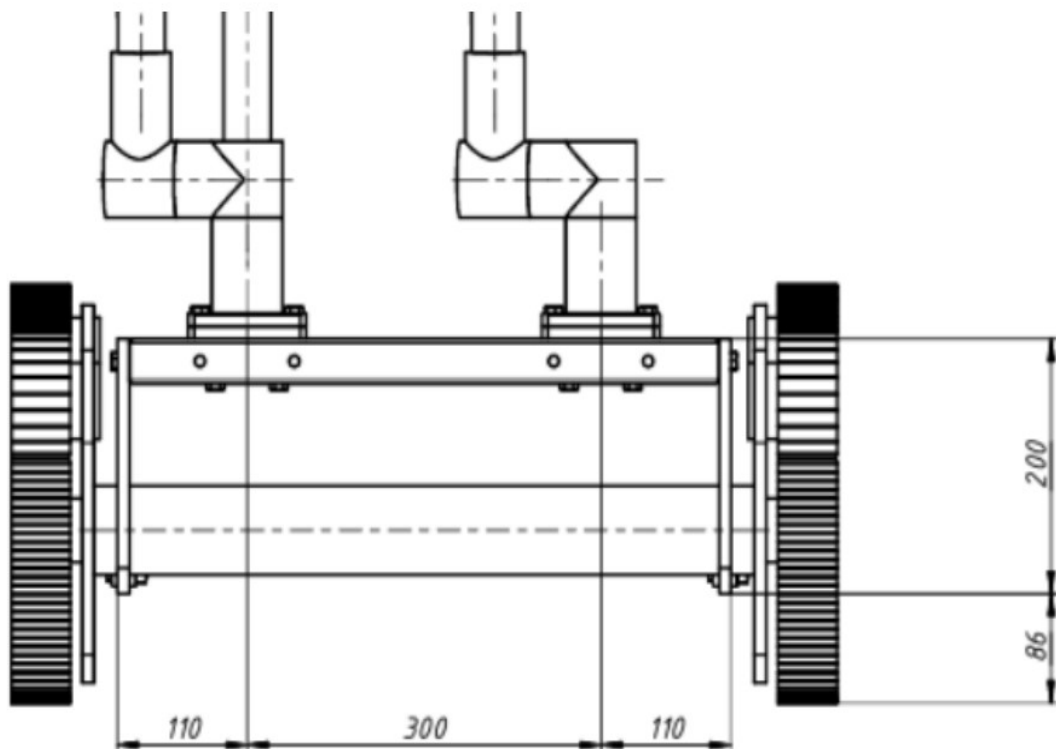


Рис.2.14. Вигляд шасі в профільній (а), горизонтальній (б)
та фронтальній (в) площинах

Фліпери – це пристрої, що забезпечують краще пересування. Вони мають можливість обертатися навколо своєї осі завдяки чому, наземний роботизований комплекс має змогу долати складні перешкоди, з якими зазвичай не впораються традиційні колеса та гусениці.

У міських умовах це сходи або високі бордюри. Крім того, вони дозволяють збільшити дорожній просвіт з 86 мм до 300 мм при установці в більш низькому положенні. Загальна довжина шасі варіюється від 1080 мм до 1420 мм. Фліпер може використовуватися в якості упорів для підлоги для підвищення стійкості.

Щоб керувати нахилом кліперів, необхідно за допомогою керованого електродвигуна створити електронний пристрій для обертання осі колеса, яке подає акумулятор для автономного джерела живлення, посилає керуючі сигнали на двигун і аналізує інформацію, що надходить від датчиків.

Інтелектуальна система управління гусеницею може бути створена для розширення маневрів і підвищення стійкості. Мобільні роботи мають передні та задні крила, які можуть обертатися навколо своєї осі. Ці пристрої для бігових лиж в поєднанні з серводвигунами з приводним приводом дозволяють більш ефективно долати перешкоди.

За допомогою камери і системи розпізнавання об'єктів (3D-сканування) можна побудувати 3D-модель певної області і спланувати сценарій проходження цієї поверхні на певний період часу з використанням багатofакторного аналізу. Критерії вибору 1 сценарію з нескінченної множини можуть мінімізувати загальний час проходження області і мінімізувати динамічне навантаження на маніпулятор (рис. 1). 2.8).

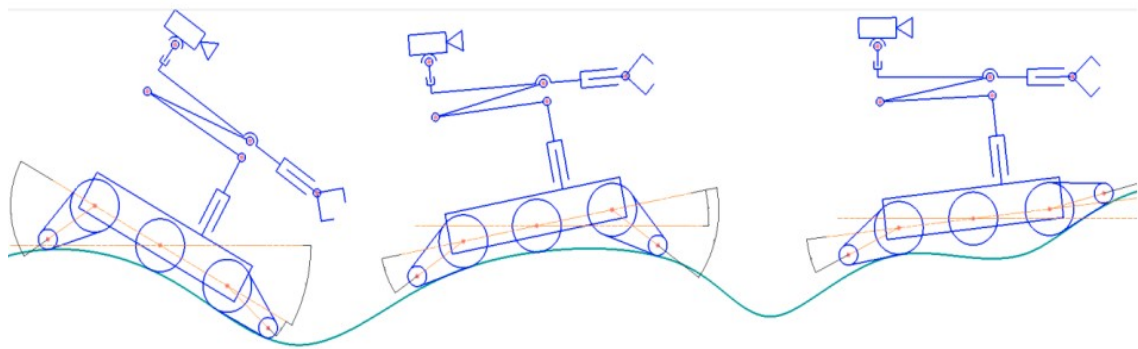


Рис.2.15. Приклад керування фліперами з метою збільшення стійкості та контакту шасі з поверхнею складного ландшафту

Програми, що створюють кореневий сценарій, включають наступне: тривимірна модель області, поточне значення кута (між горизонтом і тілом, між фліпером і тілом робота), схема управління кутом між фліпером і корпусом (оптимальним є максимальний контакт траків з поверхнею), схема управління приводним двигуном (Можливо, зменшення кутової швидкості та відповідне збільшення крутного моменту при ковзанні) [26].

Проектування гусениці

Виробництво гумових гусениць для дронів включає кілька ключових етапів, зокрема розробку, виготовлення матриць, формування гумових деталей та збірку. Ось основні кроки цього процесу:

1. Розробка і проектування:

— Проектування: Інженери розробляють дизайн гусениць, враховуючи специфічні вимоги до дрона, такі як розміри, форма, тип поверхні та умови експлуатації.

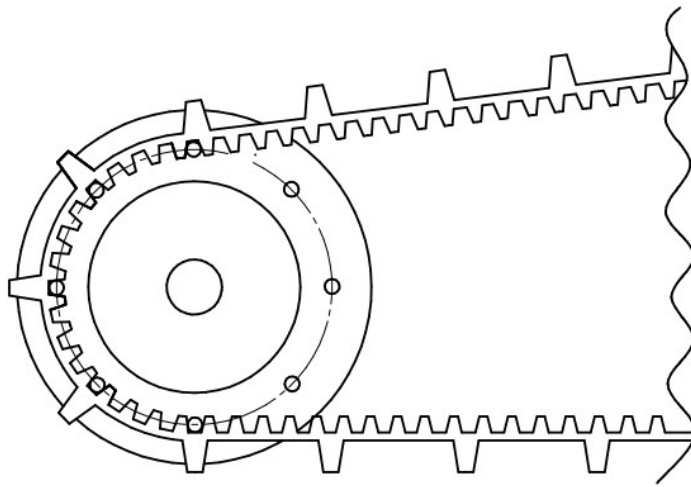


Рис.2.16. Схема гусениці для фліпера

— Матеріали: Вибір відповідних матеріалів для гумових гусениць, які забезпечать необхідну міцність, гнучкість та стійкість до зносу.

Види матеріалів:

Натуральний каучук:

- Переваги: Висока еластичність, міцність і хороші механічні властивості.
- Недоліки: Схильність до старіння під впливом ультрафіолетових променів та озону, обмежена хімічна стійкість.

Синтетичний каучук (наприклад, бутадієн-стирольний каучук, SBR):

- Переваги: Відмінна стійкість до зносу, висока міцність і гнучкість, стійкість до старіння.
- Недоліки: Менша еластичність порівняно з натуральним каучуком.

Неопрен (хлоропреновий каучук):

- Переваги: Висока стійкість до олій, хімікатів, озону та погодних умов. Хороші механічні властивості.
- Недоліки: Вища вартість у порівнянні з іншими синтетичними каучуками.

Нітриловий каучук (NBR):

- Переваги: Висока стійкість до олій, пального та хімікатів. Добра механічна міцність.
- Недоліки: Обмежена стійкість до озону та погодних умов.

Поліуретан:

- Переваги: Висока зносостійкість, міцність, стійкість до впливу хімікатів та олій. Висока еластичність.

- Недоліки: Вища вартість, складність обробки.

Етилен-пропіленовий каучук (EPDM):

- Переваги: Відмінна стійкість до озону, ультрафіолетового випромінювання та погодних умов. Висока еластичність.

- Недоліки: Обмежена стійкість до олій та органічних розчинників.

Силіконовий каучук:

- Переваги: Відмінна стійкість до високих і низьких температур, озону, ультрафіолетового випромінювання і погодних умов. Висока еластичність.

- Недоліки: Висока вартість, обмежена механічна міцність.

Вибір конкретного матеріалу залежить від умов експлуатації гусениць, таких як температура, вплив хімічних речовин, механічні навантаження і вартість виробництва. Зазвичай інженери проводять аналіз умов використання і вибирають матеріал, що найкраще відповідає цим умовам. Крім того, іноді використовуються композитні матеріали, які комбінують властивості кількох різних типів каучуку для досягнення оптимальних характеристик.

2. Виготовлення матриць:

- Проектування матриць: Після затвердження дизайну розробляються форми або матриці, які будуть використовуватися для лиття гуми.

- Виготовлення матриць: Матриці виготовляються з металу (зазвичай сталь або алюміній) з високою точністю.

3. Підготовка гумової суміші:

- Змішування компонентів: Сировина для гуми (натуральний або синтетичний каучук, наповнювачі, пластифікатори, сірка та інші хімічні добавки) змішується в спеціальних змішувачах.

- Вулканізація: До гумової суміші додаються вулканізаційні агенти, щоб забезпечити міцність та еластичність готового продукту.

4. Формування гусениць:

- Лиття: Гумову суміш заливають у підготовлені матриці, які нагріваються до певної температури для вулканізації.

- Охолодження та виймання: Після завершення процесу вулканізації гусениці охолоджують і виймають з форм.

5. Збірка та завершення:

- Обробка: Готові гумові деталі обробляють для видалення зайвого матеріалу та надання їм остаточного вигляду.

— Збірка: Гумові гусениці встановлюються на дрони. Залежно від конструкції, це може включати приєднання до корпусу дрона за допомогою спеціальних кріплень чи адаптерів.

6. Контроль якості:

— Перевірка якості: Готові гусениці проходять через ряд тестів на міцність, еластичність та стійкість до зносу. Це забезпечує відповідність продукції встановленим стандартам якості.

Процес виготовлення гумових гусениць для дронів є складним і вимагає високого рівня точності на кожному етапі. Використання сучасних технологій та матеріалів дозволяє створювати надійні і ефективні гумові гусениці, які можуть працювати в різних умовах експлуатації.

Ця гусениця яку ми розробили має армування для додаткового зміцнення.

Є багато варіантів зміцнення гусенець такі як:

1. Армування

- Армування полягає у включенні до структури гусениці міцних матеріалів, які збільшують її механічну міцність.
- Тканина або корд Внутрішні шари тканини або корду (наприклад, з нейлону, поліестеру, арамідів чи сталі) розташовуються всередині гумової структури. Ці шари допомагають підвищити міцність на розрив і стійкість до деформацій.
- Металеві або синтетичні вставки: Можуть використовуватися для підсилення певних ділянок гусениці, зокрема тих, що зазнають найбільших навантажень.



Рис.2.17. Армована гусениця

+

2. Оптимізація рецептури гумової суміші

- Рецептура гумової суміші впливає на її фізико-механічні властивості. До складу суміші можуть входити:
- Каучук: Натуральний або синтетичний каучук з різними добавками.
- Наповнювачі: Сажа, кремнезем, крейда та інші матеріали, які підвищують міцність та зносостійкість.
- Пластифікатори: Підвищують гнучкість гуми.
- Антиоксиданти та стабілізатори: Знижують швидкість старіння гуми під впливом навколишнього середовища.
- Вулканізаційні агенти: Сірка або інші агенти, що забезпечують утворення поперечних зв'язків між полімерними ланцюгами каучуку, що підвищує міцність і еластичність гуми.

3. Вулканізація

- Вулканізація є процесом нагрівання гумової суміші з додаванням вулканізаційних агентів, що сприяє утворенню поперечних зв'язків між полімерними ланцюгами каучуку. Це забезпечує значне підвищення міцності, еластичності та термостійкості гуми.

4. Спеціальні методи обробки

- Теплова обробка: Деякі гусениці можуть піддаватися додатковій термічній обробці для підвищення їх механічних властивостей.

- Механічна обробка: Включає шліфування або обробку поверхні для покращення адгезійних властивостей гуми до армувальних матеріалів.

Зміцнення гумової гусениці є комплексним процесом, що включає використання сучасних матеріалів, оптимізацію рецептури гумової суміші, впровадження технологічних процесів та контроль якості. Це дозволяє створювати надійні, довговічні та ефективні гусениці для різноманітних застосувань, включаючи дрони, військову техніку, рятувальні роботи та промислові машини.

Ще гусениця має додаткові отвори. Отвори в гумовій гусениці можуть мати кілька функцій і призначень, залежно від конструкції та умов експлуатації. Ось основні причини та функції таких отворів:

- Полегшення ваги

Отвори в гумовій гусениці допомагають зменшити її вагу без значної втрати міцності. Це особливо важливо для дронів, де кожен грам ваги має значення для польотних характеристик.

- Поліпшення гнучкості

Отвори можуть підвищити гнучкість гусениці, дозволяючи їй краще пристосовуватися до нерівних поверхонь. Це покращує зчеплення та прохідність дрона в складних умовах.

- Поліпшення вентиляції та охолодження

Отвори можуть сприяти кращій вентиляції та охолодженню гусениці, що важливо під час тривалої роботи в умовах високих температур

- Самоочищення

Отвори допомагають виводити бруд, пісок, сніг та інші забруднення, які можуть накопичуватися на гусениці під час руху. Це покращує зчеплення і зменшує зношування.

- Кріплення та монтаж

Отвори можуть використовуватися для кріплення гусениці до дрона або інших компонентів. Вони дозволяють встановлювати і фіксувати гусеницю в потрібному положенні.

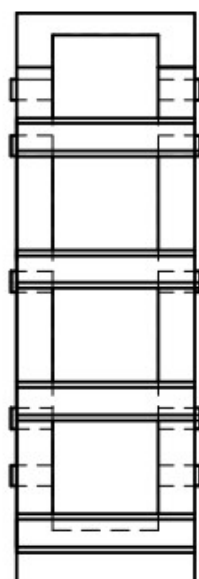


Рис.2.18. Ось приклад схеми гумової гусениці з отворами



Рис.2.19. Зображення реальної гусениці

На зображенні можна побачити отвори різного розміру і форми, розташовані на гусениці.

Отвори в гумовій гусениці відіграють важливу роль у підвищенні її функціональності, гнучкості та зносостійкості. Вони роблять гусеницю більш ефективною і довговічною в різних умовах експлуатації, що особливо важливо для дронів та інших мобільних машин.

3. Інноваційна діяльність по темі Мобільний роботизований комплекс

3.1. Патентний пошук по категорії основні вузли шасі наземного роботизованого комплексу

ЗАЯВКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИМ РОБОТОМ, ЩО МОЖЕ ПАКУВАТИСЯ. Ця заявка претендує на перевагу та пріоритет заявки на патент США із серійним номером 15/704 223, поданої 14 вересня 2017 року за 119, 120, 363, 365 і 37 C.F.R. 1.55 та 1.78, і ця заявка та ця заявка також претендують на перевагу та пріоритет попередньої заявки США із серійним номером.

62/396,990 подано 20 вересня 2016 року відповідно до 35 U.S.C. 119, 120, 363, 365 і 37 C.F.R. 1.55 і 1.78, а також кожна заявка на патент США із серійним номером 15/704 223 і попередня заявка США № 62/396 990 включені сюди цим посиланням.

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ Цей винахід відноситься до дистанційно керованих маневрених наземних роботів. РІВНЕ ТЕХНІКИ Кілька існуючих наземних роботів досить маневрені, але досить важкі та занадто великі, щоб поміститися

в солдатський рюкзак. Див., наприклад, патенти США № 8,201,649; 5 022 812 і 7 597,

162 включено сюди цим посиланням. Інші роботи менші за вагою, їх можна помістити в рюкзак, але вони недостатньо маневрені, наприклад, щоб підніматися сходами. Див. патент США № 9,180,920 та опубліковану заявку на патент США № 2009/0266628, включену сюди за цим посиланням. СА 03037189 2019-03-

КОРОТКИЙ СУТНІСТЬ ВІНАХОДУ Представлений легкий, компактний, упаковуваний людиною робот, який, в одному прикладі, є висококомобільним, безпілотним і може включати передові датчики та модулі місії для десантованих сил. В одному прикладі наземний робот особливо корисний для розчищення будівель, печери та інша обмежена місцевість, де ймовірні бої впритул. Представлений дистанційно керований робот, який складається з шасі з верхньою поверхнею та нижньою поверхнею. Пара основних гусениць призначена для маневрування шасі. Під роботом є відкритий канал, який визначається нижньою поверхнею шасі та основними гусеницями.

Руку робота можна скласти з положення, яке зберігається у відкритому каналі під шасі робота, у розгорнуте положення, що простягається вгору від верхньої поверхні шасі.

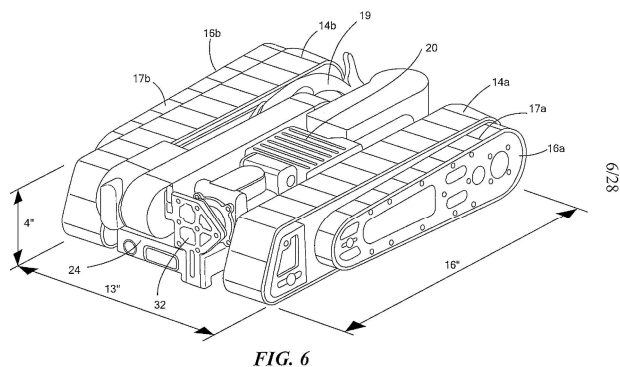


Рис.3.1. Робот в складеному вигляді

Блок камери також можна складати з похідного положення у відкритому каналі під шасі робота поруч із рукою робота в розгорнуте положення, що простягається вгору від верхньої поверхні шасі. Для кожної головної доріжки може бути передбачена опорна пластина. В одному прикладі складаний базовий елемент для руки робота розташований на одному кінці шасі, а складаний базовий елемент для вузла камери розташований на протилежному кінці шасі. Також представлений дистанційно керований робот, який складається з шасі, правої та лівої головних гусениць для маневрування шасі, і праворуч і ліворуч гусеничні поворотні фліпери для маневрування шасі. Вбудований концентричний вузол приводу для кожної пари головної гусениці та фліпера обертає фліпер, приводить у рух основну гусеницю та гусеницю фліпера. Двигун у корпусі обертає фліппер.

Руки ласт можуть приводитися незалежно. Статор і ротор, розташовані навколо корпусу, приводять у рух основну гусеницю та фліперну доріжку. Корпус з'єднаний з шасі. В одному прикладі муфта ковзання прикріплена до плеча фліпера та приводиться в рух двигуном через зубчасту передачу.

Статор може бути прикріплений до корпусу і переважно містить зубці з обмотками навколо них. Ротор переважно обертається навколо корпусу і включає в себе магніти. Ротор може містити зовнішні зуби, що приводять у рух основну гусеницю. Зірочка може бути прикріплена до ротора для приводу фліпперної гусениці. Проте предметний винахід в інших варіантах здійснення не потрібно досягати всіх цих цілей, і формула винаходу не повинна обмежуватися структурами або способами, здатними досягти цих цілей.

КОРОТКИЙ ОПИС КІЛЬКОХ ВИДІВ КРЕСЛЕНЬ

Інші об'єкти, особливості та переваги будуть відомі фахівцям у цій галузі техніки з наступного опису переважного втілення та супровідних малюнків, на яких: Фіг. 1 є схематичним прикладом клану дистанційно керованого пакувального наземного робота відповідно до прикладу винаходу. ; Рис. 2 схематичний вигляд ззаду робота, показаного на фіг. 1; Фіг. 3 є схематичним виглядом, що показує робота з його рукою та камерою в зборі в їх похідному положенні; Фіг. 4 - схематичний вигляд робота, що показує камеру в зборі та розгорнуту руку робота;

Фіг.5 - схематичний вигляд, що показує робота з повністю розгорнутою камерою та рукою робота;

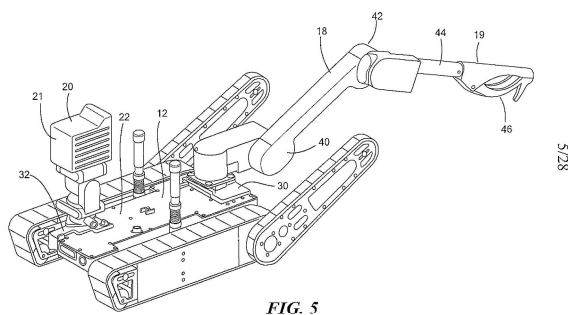


Рис.3.2. Фіг.5

Фіг. 6 є ще одним схематичним зображенням, що показує приклад робота, перевернутого з вузлом камери та рукою робота в їх покладеному положенні в нижній частині робота; Рис. 7 - інший схематичний вигляд, що показує робота з камерою в зборі та розгорнутою рукою робота; Фіг. 8 - схематичний вигляд у поперечному розрізі, що показує приклад компактного вузла двигуна відповідно до аспектів винаходу; Фіг. 9 - вид приводного двигуна в розкомплектованому вигляді; Фіг. 10 - інший вид двигуна; Рис. 11 - схематичне зображення, що показує приклад бічних контейнерів гусениці робота; 12 - схематичний вид зверху, що показує приклад компонування компонентів шасі; Рис. 13-16 - схематичні зображення, що показують різні варіанти конфігурації для робота відповідно до прикладів винаходу; та рис. 17- 29 - види іншого варіанту здійснення одного прикладу робота. ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ Крім переважного втілення або втілень, розкритих нижче, цей винахід може мати інші втілення та застосовуватися на практиці або здійснюватися різними способами. Таким чином, слід розуміти, що застосування винаходу не обмежується деталями конструкції та розміщенням компонентів, викладеним у СА 03037189 2019-03-15 WO 2018/057448 PCT/US2017/051986 наступному описі або проілюстрованим у малюнки. Якщо тут описано лише один варіант здійснення, формула винаходу не повинна обмежуватися цим варіантом здійснення. Крім того, претензії в цьому документі не слід читати обмежувально, якщо немає чітких і переконливих доказів певного виключення, обмеження або відмови від відповідальності. Фіг. 1 показує приклад дистанційно керованого пакувального робота 10, що включає шасі 12.

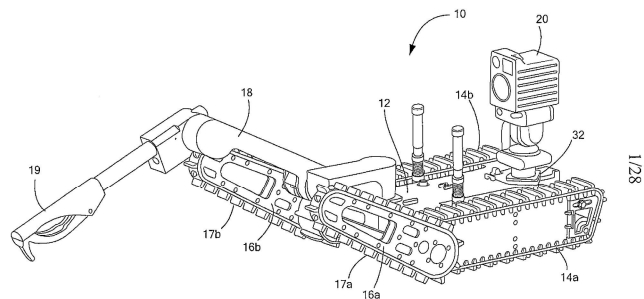


FIG. 1

Рис.3.3. Фіг 1

Права 14a та ліва 14b головні гусениці маневрують шасі, як і додаткові праві 16a та ліва 16b, що обертаються назад. Рука 18 робота з кінцевим ефектором 19 і/або вузлом 20 камери також може бути включена. Як показано на рис. 2, шасі 12 є тонким і пластинчастим, як і в конструкції, і включає в себе верхню поверхню 22 і нижню поверхню 24, розташовані високо (наприклад, три дюйми) над землею для проходження перешкод. Таким чином, відкритий канал 26 під роботом визначається нижньою поверхнею 24 шасі 12 і між основними гусеницями 14a і 14b.

Для транспортування в рюкзаку солдатом або користувачем, який спішився, як рука 18 робота, так і вузол камери 20 складаються під шасі робота та майже повністю знаходяться в каналі 26, як показано на рис. 3. В одній із кращих конструкцій рука 18 робота монтується на верхній частині складного базового пластинчастого елемента 30, фіг. 4 з можливістю обертання з'єднаний із задньою частиною шасі. На фіг. 5 нижня частина елемента 30 опорної плити знаходиться у верхній частині шасі, а елемент опорної плити можна знімно прикріпити до верхньої частини 22 шасі 12 за допомогою, наприклад, засувки

на шасі 12. Рука 18 тепер у розгорнутому положенні, що тягнеться вгору від верхньої поверхні шасі.

На рис. 3 і 6, основа 30 важеля складена відносно шасі в положення, що залежить від шасі вниз, і рука зберігається у відкритому каналі під роботом поруч із вузлом камери.

Складана базова пластина 32 для вузла 20 камери з'єднана з можливістю обертання з переднім кінцем шасі. Блок камери 20 з'єднаний з верхньою частиною цього базового елемента 32 і, таким чином, може бути складений, як показано на фіг. 3 і 6 у відкритому каналі під роботом поруч із рукою робота, а потім розгорнутим, як показано на рис. 4 і 5, тому вузол 20 камери простягається вгору від верхньої поверхні шасі. На фіг. 5 можна використовувати засув, щоб зафіксувати нижню частину базового елемента 32 вузла камери з можливістю роз'єднання в зачепленні з верхньою частиною шасі. Руку робота та камеру можна вручну складати, розгортати та замикати. Переважно, плити 30 базового елемента, 32 обертаються з положення, де вони лежать на верхній поверхні шасі, до положення, де вони залежать від краю шасі вниз (наприклад, під прямим кутом до площини шасі). Бажано, робот має приблизно 4 дюйми заввишки, 13 дюймів завширшки та 16 дюймів завдовжки з рукою та камерою в складеному положенні та з ластами також зібраними, як показано на рис. 6. У розгорнутому положенні, показаному на рис. 7, рука висувається приблизно на 30 дюймів, а ласти, коли висунуті, роблять робота приблизно 25 дюймів у довжину, забезпечуючи маневреність над перешкодами та, наприклад, підйом і спуск сходами. Двигуни в руці 18 робота, рис. 5, обертають плече 40 і лікоть 42, обертають зап'ястя 44 і відкривають і закривають щелепу 46 кінцевого ефектора 19. Див. також патент США № 8, 176 808, включені сюди цим посиланням. Блок камери 20 може включати двигуни для обертання і нахиліть головку 21 камери відносно основного елемента 32. Головка 20 камери може містити кольорову камеру з можливістю

масштабування, а також іншу технологію зображення (наприклад, інфрачервоні камери, і тому подібне). Бажано, коли включені фліпери, також інтегрований концентричний приводний вузол 49 для кожної основної гусениці та пари фліперів, як показано на фіг. 8-10. Один такий вузол, наприклад, може бути встановлений на шасі для приводу правої гусениці 14а, обертання правого заднього фліпера 16а та приводу в рух його гусениці 17а.

Інший такий вузол буде встановлено на шасі та використано для приводу лівої гусениці 14b, обертання лівого заднього фліпера 16b та приводу її гусениці 17b. Переважно електродвигун 50 розташований усередині корпусу 52 двигуна (з'єднаного з шасі) і обертає важіль 16 фліпера через планетарну коробку передач 54 і муфту ковзання 56, яка закріплена на важелі 16 фліпера.

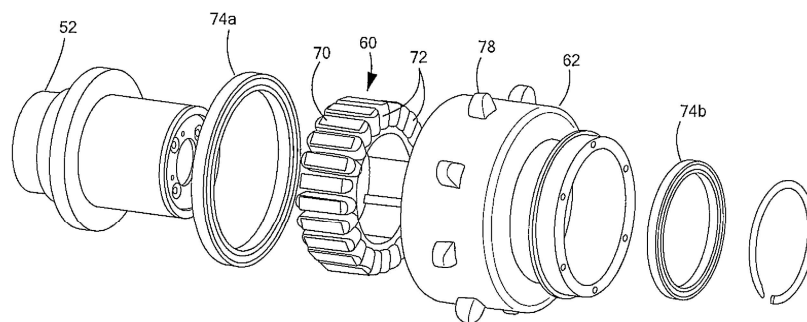


FIG. 9

Рис.3.4. Двигут фліпера

Муфта ковзання 56 запобігає пошкодженню плеча, якщо робот впаде. Кодер 57 дозволяє дізнатися абсолютне розташування плеча фліпера. Статор 60 і ротор 62 розташовані навколо корпусу 52 двигуна для приводу головної

гусениці 14 і перекидної доріжки 17 через зірочку 64. Статор 60 і ротор 62 концентричні з корпусом 52 двигуна 50.

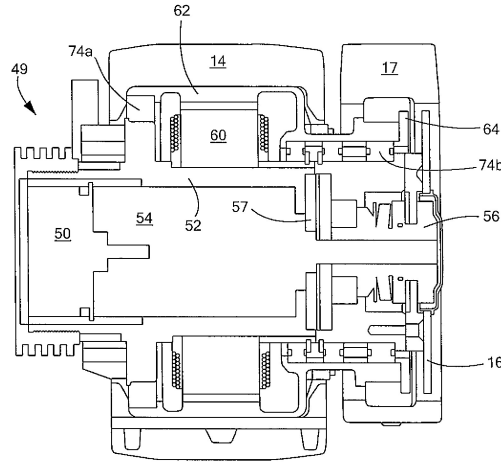


FIG. 8

Рис.3.5. Зібраний вузол з муфтою

В одній конструкції статорне кільце 60 закріплене навколо корпусу 52 і містить зубці 70 кожен з обмоткою 72 навколо них. Кільце 62 ротора може обертатися навколо корпусу 52 двигуна через підшипники 74a і 74b. Ротор 62 включає в себе, всередині кільцевого контейнера, постійні магніти 80. Енергія батареї використовується для живлення двигуна 50 і обмоток 72.

Основна доріжка 14 розташована навколо ротора 62. Зірочка 64 має перекидну доріжку 17, розташовану навколо неї. Зірочка 64 з'єднана з ротором 62. Таким чином, обертання ротора обертає як перекидну, так і основну гусениці. Ротор 62 може містити зовнішні зубці 78 для водіння головної колією. На фіг. 11 показані дві батареї 100a і 100b в бічній коробці, розташованій всередині основної доріжки 14. Електронні контролери 101 швидкості також можуть бути розташовані в бічній коробці. Таке розташування батареї забезпечує нижчий центр ваги для робота, а батареї можна замінити в гарячому режимі через дверцята на петлях. Як альтернатива, блок

аккумуляторної батареї вставляється в бокову панель. Також показаний механізм 102 натягу гусениці. На фіг. 12 показаний приклад компоновання компонентів шасі, включаючи радіостанцію 104 для віддаленого зв'язку з роботом і для передачі відеосигналів назад до блоку керування оператором від вузла камери. Різні інші камери 150, також показані друковані плати і плати 160a-160c процесора і контролера. Можна використовувати Pixhawk (контролер реального часу з інтегрованим інерціальним вимірювальним блоком), комутатор Ethernet і блок вимірювання), комутатор Ethernet і плати Nitrogen (вбудована плата Linux). Приклад блоку керування оператором показано в патенті США № 9014, 874 включено сюди цим посиланням. У деяких варіантах здійснення блок керування оператором може включати в себе планшетний пристрій у військовому стилі. Рис. 13-16 показують різні параметри конфігурації для роботи. На рис. 13 камера та рука розміщені під шасі робота, а ласти 16a, 16b обертаються, щоб стати суміжними основними напрямними 14a, 14b для зберігання і транспортування робота. На рис. 14 блок камери 20 і рука робота 18 розгорнуті, а ласти 14a, 14b повертаються в положення, щоб підняти передній кінець робота, щоб розпочати підйом по сходах або подолати велику перешкоду. На рис. 15 показано ласти 16a, 16b. обертається прямо за роботом для стабілізації робота під час підйому сходами. На рис. 16 показано положення фліпери для нормальної роботи. Бажано, вага комбінованої системи становить менше 32 фунтів з вагою блоку керування оператором менше 5 фунтів. У складеному вигляді робот поміщається в тактичний або штурмовий рюкзак (марки MOLLE або інших), висота якого приблизно 16 дюймів, ширина 13 дюймів і товщина 4 дюйми. В одному прикладі Номер NSN MOLLE Assault Pack II: 8465-01-580-0981. Робот може підніматися та спускатися сходами висотою 8,5 на 10 дюймів, він самостійно виправляється та має дуже низький центр ваги. При цьому у робота досить високий кліренс. В одному прикладі двигун 50 є плоским двигуном EC 32 (339268) і 531:1, а коробка передач 54 є

планетарною головкою 531:1 32С, доступною від Maxon Precision Motors, Inc. Шасі та бічні панелі можуть бути виготовлені з алюмінію, гусениці можуть бути виготовлені з поліуретану, а ласті можуть бути виготовлені з вуглецевого волокна. Загальна вага руки може становити 4 фунти, мають максимальний охоплення 26 дюймів і здатність піднімати 5 фунтів при повному розтягуванні. Бажано, щоб коробки передач без заднього приводу з ковзаючими муфтами використовувалися в плечі. Шасі може включати камери спереду, ззаду та/або з боків, наприклад відео та/або теплові камери. Блок камери може бути оснащений відеокамерою, мають діапазон безперервного панорамування на 360 футів, обертання за годинниковою стрілкою та проти годинникової стрілки та діапазон нахилу від -45 до +90 .

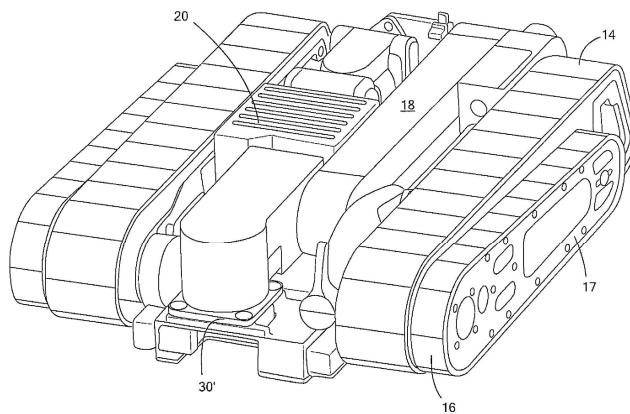


FIG. 26

Рис.3.6. Камери та джерела освітлення

Джерела освітлення, теплові камери тощо також можуть бути оснащені блоком камери. Рис. 17- 27 показаний інший варіант виконання робота, де

базовий елемент 32 для вузла камери містить поворотну руку, до якої прикріплений вузол камери. У цьому варіанті виконання шасі також містить U-подібний виріз на задньому кінці, що визначає два рознесені один від одного важелі. Основна пластина для руки робота розташована у вирізі та шарнірно закріплена між двома важелями шасі та повертається догори дном відносно шасі, щоб зберігати важіль під роботом. Рис. 17-27 також показують різні механізми фіксатора для утримання руки робота та вузла камери в їх розгорнутих положеннях у верхній частині шасі. Повзун пружинного навантажувача 120, рис. 19-20 на елементі 32 можна використовувати в поєднанні з засувкою 122 на корпусі 12 для знімного блокування елемента 32 на верхній частині корпусу 12. Елемент 32 повертається навколо шарніра 124, коли його відпускають. Рис. 21 " 22 показано елемент 30', до якого прикріплена рука робота. Член 30' знаходиться в U-подібному вирізі 130 в кінці шасі 12 і обертається навколо петель 132a і 132b. Фіксатор 134 може бути використаний для фіксації складного базового елемента 30' у розгорнутому положенні, показаному на фіг. 21, коли фіксатор 136 під шасі 12 обертається або іншим чином вставляється в паз 138 на бічній стінці елемента 30'. Коли засувка 136 виходить із щілини 138, як показано на фіг. 23, елемент 30' можна повертати, щоб зберігати руку робота під шасі, як показано на рис. 24. Див. також рис. 24-27, які показують підпружинені антени 140a і 140b, що складаються відносно шасі 12 у його бічні стінки. На фіг. 28 показана опорна пластина 162, розташована між боковою опорою 164 і основною гусеничною рейкою 14 і прикріплена до бічної опори.

Затискна пластина може складатися з пластику з низьким коефіцієнтом тертя, переважно PTFE. Пластина достатньо товста, щоб вага робота переносилася на опорну пластину, коли робот знаходиться на рівній землі. Така конфігурація забезпечує тиху роботу на рівній поверхні. Запобіжна пластина виходить за межі бокової опори, майже торкаючись ротора 62 і направляючого

ролика 166. Подовжена довжина опорної пластини забезпечує додаткову підтримку доріжки під час підйому по сходах, полегшуючи рух робота по сходах. На малюнку 29 показано незалежне переміщення ласт 16a і 16b.

Ласти можна контролювати незалежно, щоб полегшити маневрування на нерівній місцевості. Хоча конкретні ознаки винаходу показані на одних малюнках, а не на інших, це лише для зручності, оскільки кожна ознака може поєднуватися з будь-якою або всіма іншими ознаками відповідно до винаходу. Слова "у тому числі", "складає", терміни «маючи» та «з», які використовуються в цьому документі, слід тлумачити широко та всебічно й не обмежуються будь-яким фізичним взаємозв'язком. Крім того, будь-які варіанти здійснення, розкриті в заявці, що розглядається, не слід розглядати як єдині можливі варіанти здійснення. Інші варіанти здійснення будуть відомі фахівцям у даній галузі техніки та входять до наступної формули винаходу.

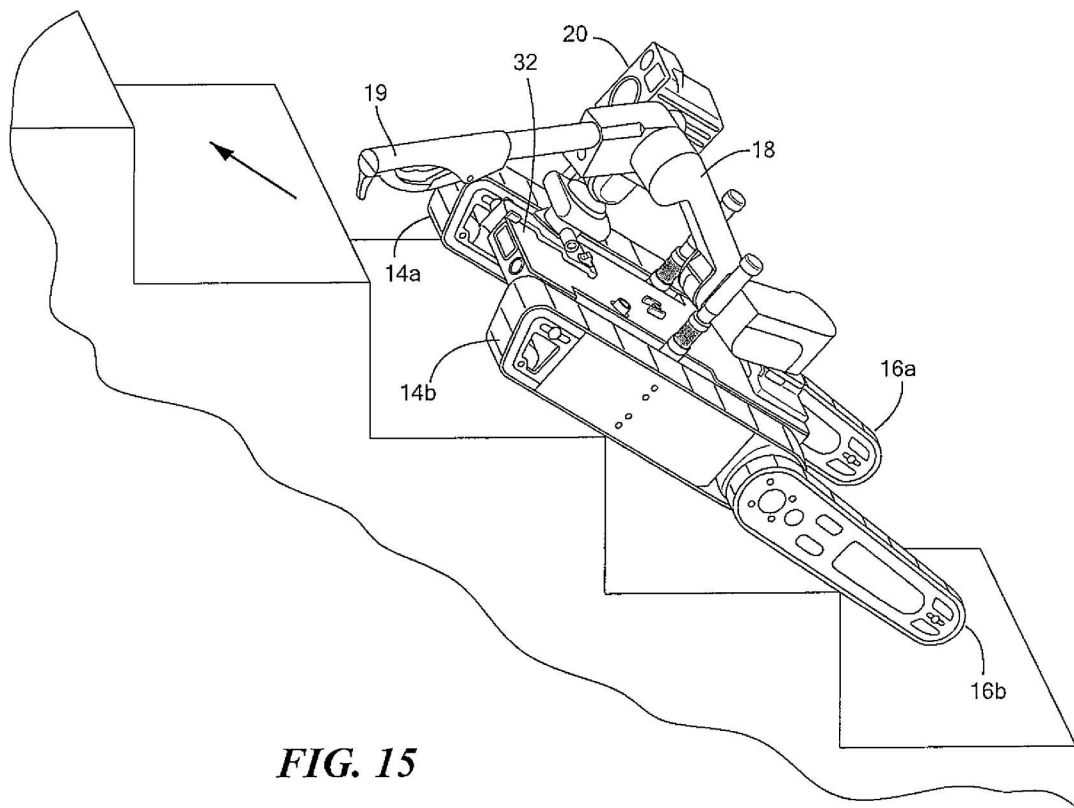


FIG. 15

Рис.3.7. Схема подолання перешкод

3.2 Представлення проекту мобільного роботизованого комплексу на конкурс оборонних технологій Sikorsky Challenge

У травні 2019 року був проведений конкурс оборонних технологій під керівництвом стартап-школи Sikorsky Challenge. Команда проекту: Струтинський В.Б. , д.т.н., професор; Юрчишин О.Я., к.т.н., доцент; Кравець О.М., к.т.н., доцент; Костриця С.М., зав. Лабораторією; Полунічев В.Е., аспірант; Новак В. та Вакуленко С., студенти.

Були розроблені презентація проекту, плакат та продемонстрований вироблений модуль із колесо-гусеничним шасі та маніпулятором з паралельною кінематикою.



Рис.3.8. Зібраний мобільний робот для маніпулювання небезпечними об'єктами

Ідеєю проекту було створення універсального стенду для проведення випробувань конструкцій роботів спеціального призначення. Стенд може містити широкий набір модулів: для діагностики та огляду об'єктів, дистанційного керування, маніпулятори, пристрої підвищення прохідності та ін.

Перевагою рішення над конкурентними пропозиціями є те, що запропоноване рішення дає можливість спростити проектування, збірку та випробування тестових конструкцій мобільних наземних роботизованих комплексів. Забезпечує експериментальну перевірку запропонованих рішень і об'єктивний вибір найкращого варіанту для подальшого серійного виготовлення.

Комплекс призначений для компаній, що проектують та виготовляють мобільні роботизовані комплексу для підрозділів Збройних сил та Служби надзвичайних ситуацій.

Поточний стан проекту - розроблено діючий варіант мобільного робота, адаптований до роботи з небезпечними об'єктами. Спроектовано та запатентовано певна кількість вузлів та технічних рішень.

Були досліджені винаходи та технічні рішення інших команд для можливого використання в майбутніх проектах, налагоджені контакти з інженерними групами та представниками компаній, публічно висвітлена проблема створення Україною мобільних роботів для широкого спектру застосувань

Перелік посилань

1. Мобільний роботизований комплекс_з системою маніпуляторів. *Vakulenko_bakalavr.pdf*.

URL: https://doi.org/file:///C:/Users/Hame404/Downloads/Vakulenko_bakalavr.pdf

(дата звернення: 02.06.2024).

2. TELEDYNE FLIR PACKBOT® 525 FERNLENKMANIPULATOR. ELP GmbH. URL: <https://www.elp-gmbh.com/produkte/packbot-525/> (date of access: 02.06.2024).

3. Military systems and Technology. *NORTHROP GRUMMAN - UNMANNED GROUND SYSTEMS*. URL: <https://www.militarysystems-tech.com/taxonomy/term/78> (date of access: 02.06.2024).

4. FLIR Kobra по программе CRS-H. *livejournal*. URL: <https://bmpd.livejournal.com/3842730.html>.

5. MTGR is a Lightweight Combat Proven Tactical Robot. *Roboteam*. URL: <https://robo-team.com/products/mtgr/#s-1> (date of access: 02.06.2024).

6. MINI-CALIBER. *Army Guide*. URL: <https://www.army-guide.com/eng/product6017.html> (date of access: 02.06.2024).

7. РОБОТ ANDROS FX ОТ NORTHROP GRUMMAN REMOTEC ДЕМОНСТРИРУЕТСЯ НА DSEI. *Army Guide*. URL: https://www.army-guide.com/rus/article/article_2781.html (дата звернення: 02.06.2024).

8. Курсанти практикуються з iRobot 510 PackBot. *MILITARYI*. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/kursanty-praktykuyutsya-z-irobot-510-packbot/> (дата звернення: 02.06.2024).

9. REMOTELY CONTROLLED PACKABLE ROBOT. *Espacenet*. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/061617814/publication/CA3037189A1?q=the%20main%20components%20of%20the%20mobile%20robot%20flipper%20chassis> (date of access: 02.06.2024).

10. Саморобні вибухові пристрої. Міни-пастки. *askold*. URL: <https://askold.center/saperna-sprava/samorobni-vybuchovi-prystroyi-miny-pastky/> (дата звернення: 03.06.2024).

11. Як виявляють і знешкоджують міни. *bbs*.
URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-fut-39698204> (дата звернення: 03.06.2024).

12. Навчальний посібник "Протипіхотні та протитанкові міни". *naurok*.
URL: <https://naurok.com.ua/navchalniy-posibnik-protipihotni-ta-protitankovi-mini-91908.html> (дата звернення: 03.06.2024).

13. Вибухонебезпечні предмети. *chnu*.
URL: <https://www.chnu.edu.ua/universytet/vazhlyvo/bezpeka/vybukhonebezpechni-predmety/> (дата звернення: 03.06.2024).

14. MTGR® System Accessories. *robo-team*. URL: <https://robo-team.com/wp-content/uploads/2016/08/MTGR-Accessories-Brochure-0522v1.pdf> (date of access: 03.06.2024).

15. MINI-CALIBER. *Army Guide*. URL: <https://www.army-guide.com/eng/product6017.html> (date of access: 02.06.2024).

16. Детекторы, щупы и специальные снаряды. Как ВСУ обезвреживают минные поля и прорубают коридоры для контрнаступления – объясняет эксперт. *currenttime*. URL: <https://www.currenttime.tv/a/vsu-minnyie-polya-koridory-kontrnastupleniya/32512236.html>.

17. Армия США закупает 350 новых саперных роботов FLIR Kobra по программе CRS-H. *bmpd*. URL: <https://bmpd.livejournal.com/3842730.html> (дата звернення: 03.06.2024).

18. REMOTELY CONTROLLED PACKABLE ROBOT. *Espacenet*.
URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/drawing?channel=espacenet_channel-033523e5-9a7a-41bf-9afb-b4ea5836a314 (date of access: 03.06.2024).

19. Життя бійця - найцінніше: в 3 ОШБр показати наземні дрони, можливості яких вражають. *https://ua.news*. URL: <https://ua.news/ua/war-vs->

rf/zhyttya-bijtsya-najtsinnishe-v-3-oshbr-pokazaty-nazemni-drony-mozhlyvosti-yakuh-vrazhayut (дата звернення: 03.06.2024).

20. Сучасні гумові гусениці на потужних тракторах та комбайнах. *agroblog*. URL: <https://agroblog.com.ua/post/suchasni-gumovi-gusenici-na-potuzhnikh-traktorah-ta-kombajnah> (дата звернення: 03.06.2024).

21. НАЗЕМНІ РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ. *core*. URL: <https://core.ac.uk/download/572920302.pdf> (дата звернення: 03.06.2024).

22. SWAT EOD ROBOT – MINI CALIBER. *bssholland*. URL: <https://bssholland.com/product/mini-caliber-swat-eod-robot/> (date of access: 03.06.2024).

23. DOK-ING MV-4. *minoshukach*. URL: <https://wiki.minoshukach.com.ua/wiki/tehnika-dlya-rozminuvannya/dok-ing/dok-ing-mv-4/> (date of access: 03.06.2024).

24. Інженерні війська на Сумщині показали як працює робот-сапер. *suspilne*. URL: <https://suspilne.media/sumy/613713-inzenerni-vijska-na-sumsini-pokazali-ak-pracue-robot-saper/> (дата звернення: 03.06.2024).

25. Flir PACKBOT 525 Man-transportable, Multi-Bad Robot Детальніше: <https://goobkas.com/ua/p1495941457-flir-packbot-525.html>. *goobkas*. URL: <https://goobkas.com/ua/p1495941457-flir-packbot-525.html> (дата звернення: 03.06.2024).

26. Eurosatory 2022: German Army to receive PackBot 525 UGVs. *janes*. URL: <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/eurosatory-2022-german-army-to-receive-packbot-525-ugvs> (date of access: 03.06.2024).

27. Інформація про вибухонебезпечні предмети і правила поведінки у разі їх виявлення. *при*. URL: <https://npu.edu.ua/novyny/oholoshennia/zahalnounivesytetski/informatsiia-pro->

vybukhonebezpechni-predmety-i-pravyla-povedinky-u-razi-ikh-vyiavlennia (дата
звернення: 03.06.2024).

Додатки

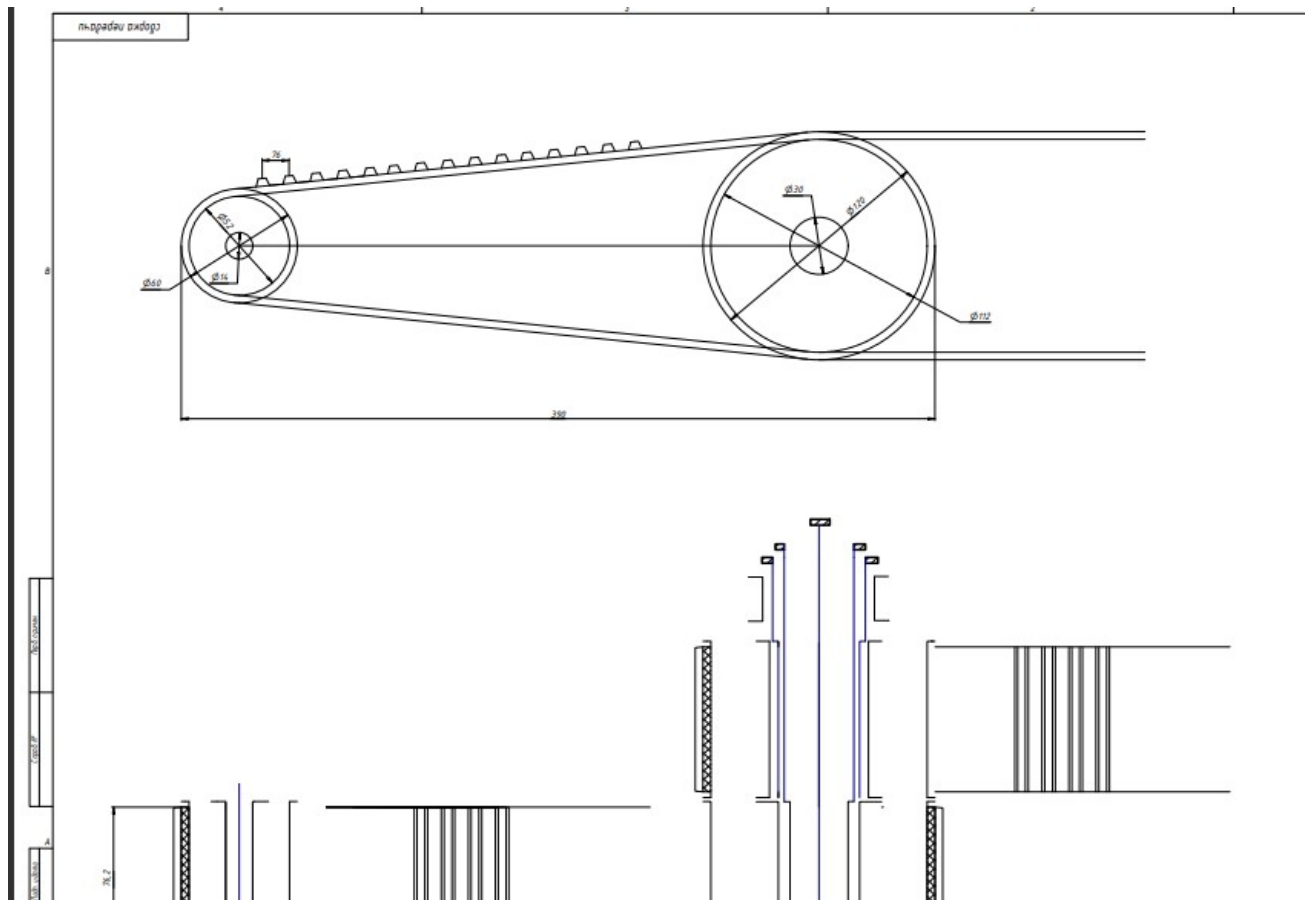


Схема фліпера гусениці

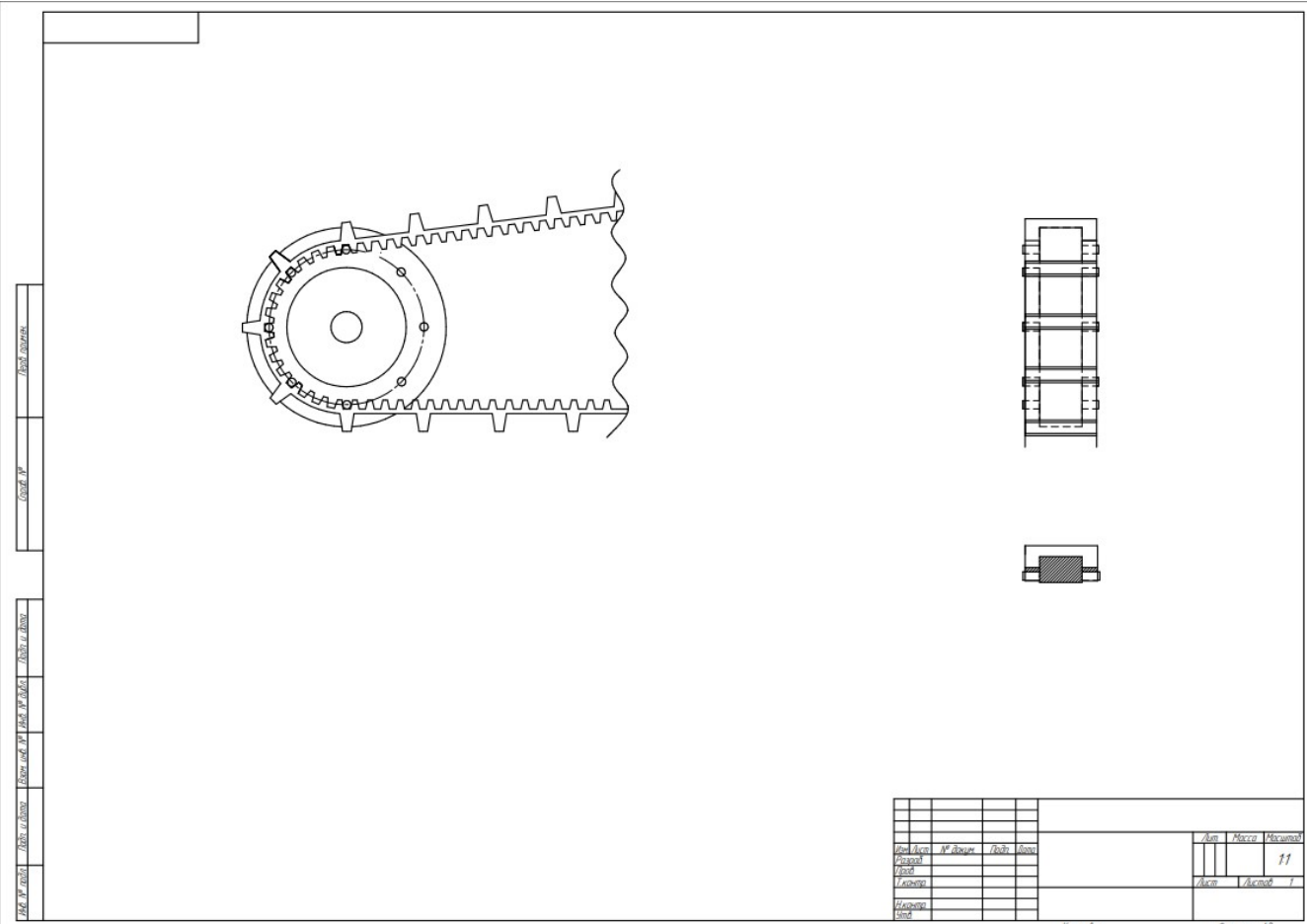


Схема траку гусениці

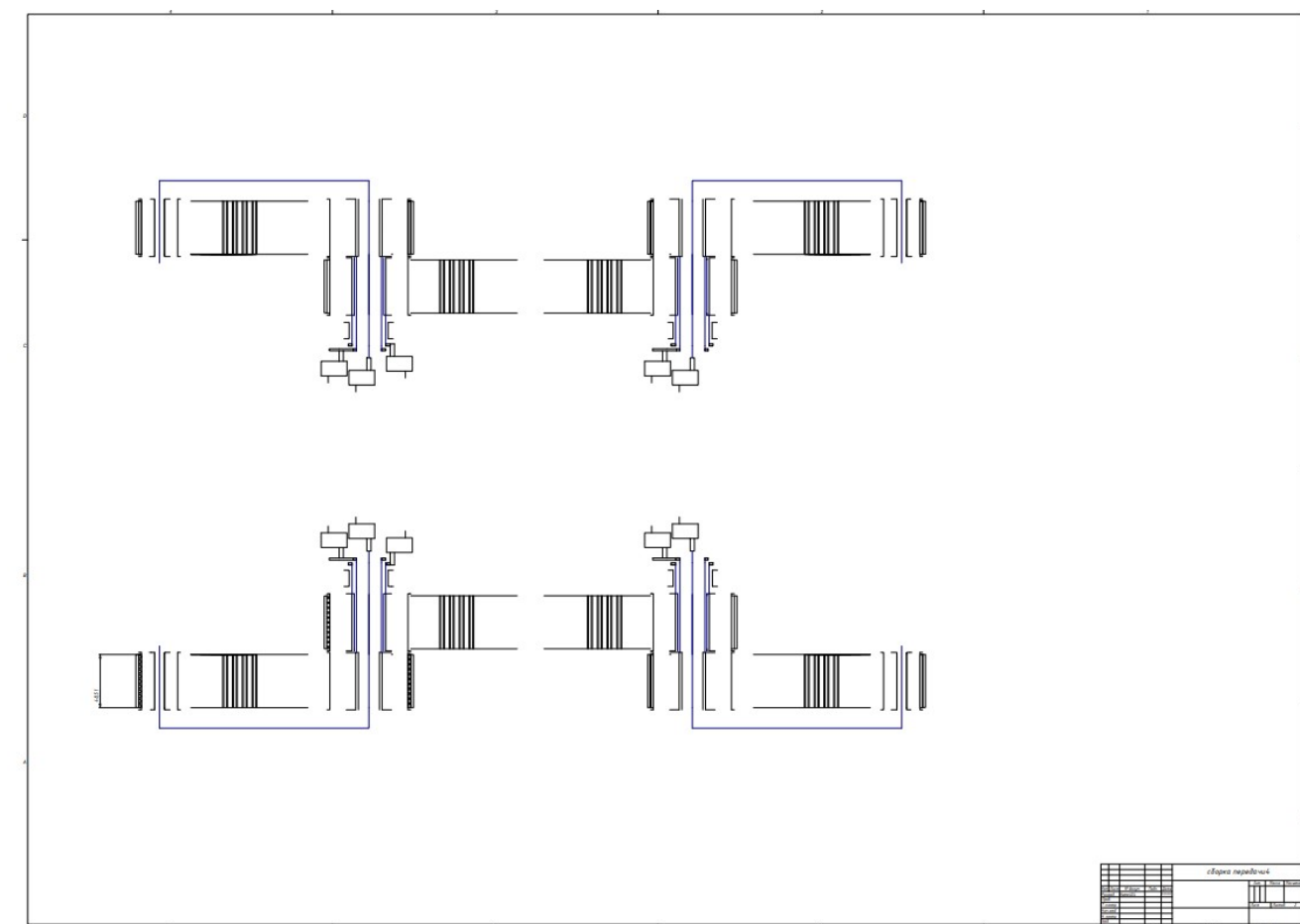


Схема всего гусеничного привода

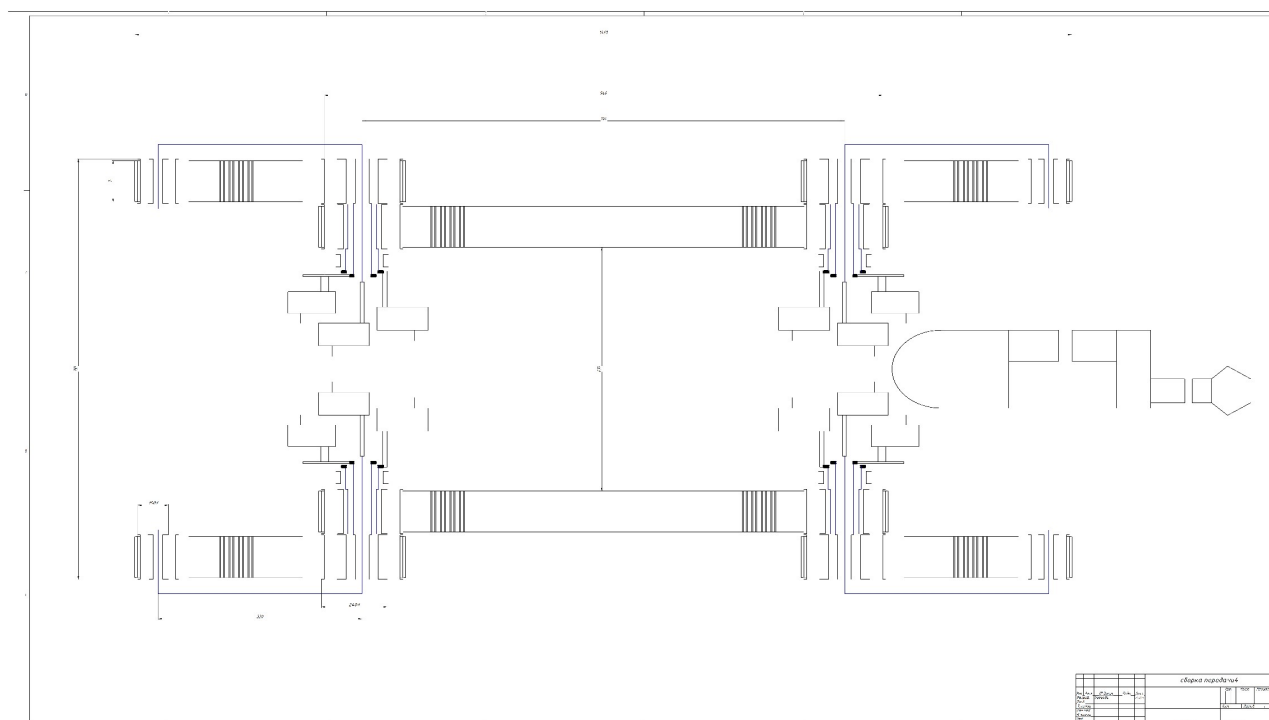


Схема гусеничного привода з маніпулятором

NO DIMENSION

NO DIMENSION

PCV3300/010/016

NO DIMENSION

NO DIMENSION

PCV3300/010/016

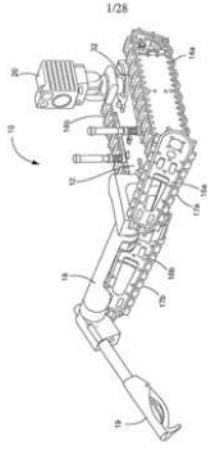


FIG. 1

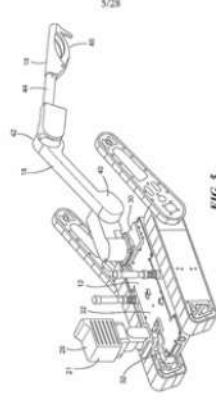


FIG. 5

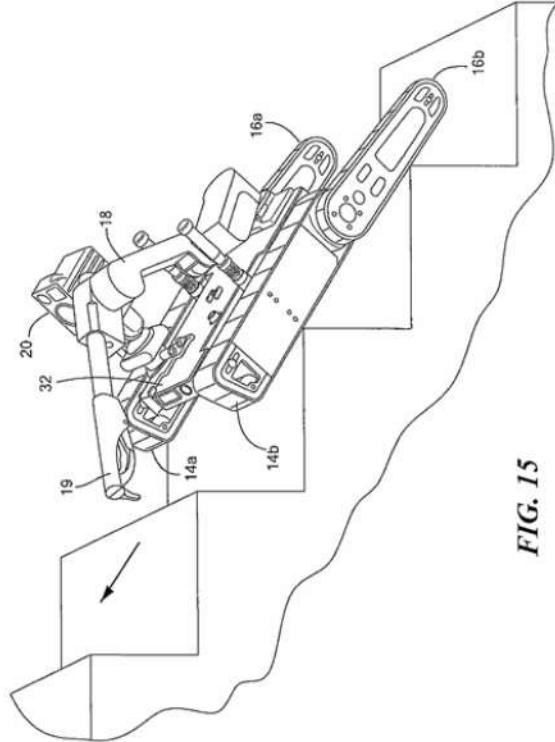


FIG. 15

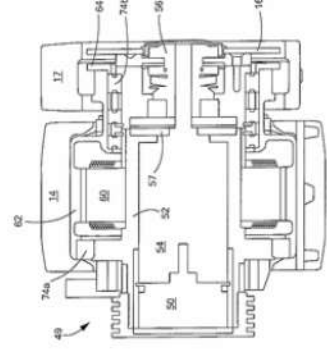


FIG. 8

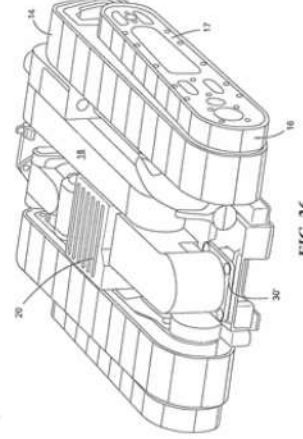


FIG. 26

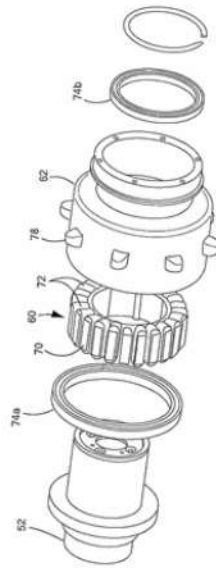


FIG. 9

