

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

В. І. Кубіч

**ХОДОВА ЧАСТИНА
ГУСЕНИЧНИХ МАШИН**

Запоріжжя, 2019

УДК 629.033(0.38)

К 88

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національний університет «Запорізька політехніка»
(Протокол № 10 від 03.06.2019 р.)*

Рецензенти:

Лебедєв А. Т. – д.т.н, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри тракторів і автомобілів Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка;

Коробочка О. М. – д.т.н, професор кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство» Дніпровського державного технічного університету;

Іщенко Л. Й. – д.т.н, професор, директор машинобудівного інституту Національного університету «Запорізька політехніка».

Кубіч В. І.

К88 Ходова частина гусеничних машин /Навчальний посібник [Кубіч В. І.] – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 247 с.

ISBN 978-617-529-236-5

Навчальний посібник містить відомості про особливості конструкції гусеничних рушіїв відповідно до ознак їх класифікації та застосування в ходовій частині машин різного призначення. Частково розкриваються питання здійснення взаємодії між елементами гусеничного рушія. Наведено інноваційні технічні рішення щодо вдосконалення елементів конструкції ходової частини гусеничних машин, які викладенні у деклараційних документах на винаходи та корисні моделі.

Посібник призначений для студентів, магістрантів, аспірантів спеціальностей «Галузеве машинобудування» та «Автомобільний транспорт». Наведені свідчення можуть використовуватися співробітниками технічних служб, які працюють у галузі конструювання та експлуатації гусеничних машин.

УДК 629.033(0.38)

ISBN 978-617-529-236-5

© Національний університет
«Запорізька політехніка», 2019
© Кубіч В. І., 2019

ЗМІСТ

	Стор.
1 Вступ: від історії розвитку до теперішнього часу.....	7
2 Компоновка ходової системи гусеничних машин.....	19
3 Гусениці: класифікація, аналіз конструкцій, порівняльна оцінка.....	22
3.1 Конструкції шарнірів.....	22
3.1.1 Гусениці з відкритим металевим шарніром.....	22
3.1.2 Гусениця з ущільненим металевим шарніром.....	22
3.1.3 Гусениці з гумометалевими шарнірами.....	23
3.1.4 Гусениці з іншими конструкціями шарнірів.....	26
3.2 Спосіб виготовлення траків.....	26
3.3 Фіксація пальців.....	27
4 Еластичні гусениці.....	29
4.1 Загальні відомості про стрічкові еластичні гусениці.....	30
4.2 Конструкції стрічкових гусениць.....	33
4.3 Загальні відомості про гумопневматичні еластичні гусениці.....	38
5. Опорні котки і напрямні колеса з гумовими елементами внутрішньої амортизації.....	48
6. Ведучі колеса гусеничного рушія.....	52
6.1 Основні вимоги, що запропоновані до ведучих коліс гусеничного рушія.....	52
6.2 Типи зачеплення ведучих коліс.....	53
6.2.1 Гребеневе зачеплення.....	53
6.2.2 Зубове зачеплення.....	54
6.2.3 Цівкове зачеплення.....	54
6.3 Способи передачі тягового зусилля у цівковому зачепленні.....	57
7 Особливості конструкції ходової частини снігоходу модельного ряду ТТМ-1901.....	60
7.1 Загальні відомості.....	60
7.2 Ходова частина.....	61
7.2.1 Передня підвіска.....	61
7.3 Гусеничний рушій.....	62
7.4 Рульове керування.....	65

8	Особливості конструкції ходової частини машини	
	ТТМ-6901/6902.....	67
8.1	Загальні відомості.....	67
8.2	Елементи конструкції рушія.....	71
8.2.1	Ведуче колесо.....	71
8.2.2	Направляюче колесо.....	72
8.2.3	Механізм натягу гусениць.....	73
8.2.4	Підтримуючий коток.....	74
8.2.5	Опорний коток.....	75
8.3	Елементи конструкції підвіски.....	76
8.3.1	Торсійний вал.....	77
8.3.2	Балансир.....	78
8.3.3	Упор.....	78
9	Особливості конструкції ходової частини машини	
	ТТМ-4901.....	79
9.1	Гусеничний рушій.....	81
9.1.1	Гусеничний ланцюг з відкритим шарніром.....	82
9.1.2	Гусеничний ланцюг з гумометалевим шарніром..	84
9.1.3	Опорні котки.....	86
9.2	Підвіска.....	88
10	Гусеничний рушій машини ТТМ-3.....	91
10.1	Загальні відомості про машини сімейства ТТМ-3...	91
10.2	Характеристика рушія машини.....	93
10.3	Амортизатори підвіски.....	93
11	Ходова частина гусеничних машин ГМ-569, ГМ-352...	96
11.1	Ходова частина машини ГМ-569.....	97
11.1.1	Гусеничний рушій.....	97
11.1.2	Підвіска машини.....	103
11.2	Особливості конструкції ходової частини ГМ-352..	107
11.2.1	Гусеничний рушій.....	107
11.2.2	Підвіска ГМ-352.....	108
11.2.3	Система регулювання положення корпусу.....	113
12	Елементи конструкції ходової частини гусеничних	
	машин в деклараційних документах на корисні	
	моделі та винаходи.....	124
12.1	Гусеничний рушій трактора.....	125
12.2	Гусеничний рушій транспортного засобу з	
	амортизаційно-натяжними механізмами.....	127

12.3 Гусеничний рушій транспортного засобу з еластичною гусеницею.....	131
12.4 Пристрій для підвищення прохідності автомобіля..	135
12.5 Гусенична машина з підвісною лежею.....	137
12.6 Знімний гусеничний блок транспортного засобу....	139
12.7 Хід напівгусеничний змінний.....	151
12.8 Комбіхід з колісно-гусеничним рушієм.....	153
12.9 Система підвіски для гусеничного транспортного засобу.....	160
12.10 Гусенична машина з опорними котками-колесами та розпірними роликами.....	162
12.11 Система підвіски для гусеничного транспортного засобу.....	165
12.12 Швидкознімна гусенична приставка до автомобіля з приводом на передні колеса.....	174
12.13 Всюдихід з колісним та гусеничним рушіями.....	180
12.14 Приводна система із замкнутою стрічкою для транспортного засобу.....	183
13 Гусеничний ланцюг рушія трактора.....	202
13.1 Загальні відомості.....	202
13.2 Складові ланки гусениць.....	203
13.2.1 Складова ланка гусениці рейкового типу з піднесеним закритим шарніром.....	203
13.2.2 Схема ГМШ з обмеженнями радіальної деформації гумових втулок.....	210
13.3 Суцільнолиті гусеничні ланки рейкового типу.....	213
13.4 Гумоармовані гусениці.....	215
13.5 Стрічкові гусениці.....	217
14 Гібридна система колеса RWT (Reconfigurable Wheel Track).....	220
Література.....	223
Додаток А. Конструкція гумометалевих шарнірів.....	226
Додаток Б. Конструкції опорних котків і напрямних коліс з гумовими елементами внутрішньої амортизації.....	235

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ПГР – пневмогусеничний рушій;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
ГМШ – гумометалевий шарнір;
ГАГ – гумоармовані гусениці;
ТТМ – транспортно-технологічна машина;
СРПК – система регулювання положення корпусу машини;
ГПР – гідропневматична ресора;
МТО – моторно-трансмісійне відділення.

1 ВСТУП: ВІД ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ДО ТЕПЕРІШНЬОГО ЧАСУ

Вважають що перша «гусениця», що нагадує сучасну гусеницю, була винайдена французом д'Ерманом. Вона представляла собою нескінченну стрічку з обертових котків, рухливо з'єднаних планками на торцях (рис. 1.1). Такий візок був випробувано в 1713 році. Основним його недоліком виявилася неповороткість. Крім того, сам візок прекрасно додала навіть важке бездоріжжя, але «прохідність» людей або тварин, які приводили його в рух залишалася колишньою.

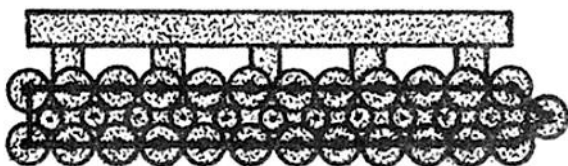
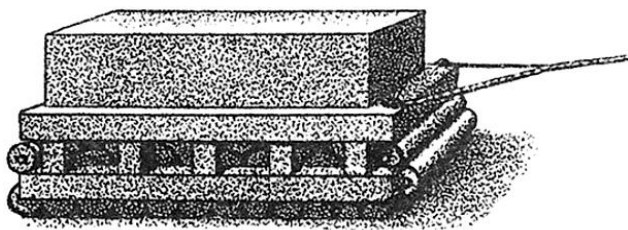


Рисунок 1.1 – Прообраз гусеничного рушія

У літературі зустрічаються розповіді про спроби створити такий «всюдихід», що приводиться в рух за допомогою важелів, що протягуються між нижніми і верхніми котками. Але відсутність будь-яких достовірних відомостей про успішне (або провальне) використання такого «всюдиходу», змушує думати, що в даному випадку мова йде про художній вимисел, підхоплені іншими авторами.

Практично одночасно з появою перших залізниць виникла ідея створення рейок, які можна було б «носити з собою». Ось тут-то і згадали про нескінченну стрічку д'Ермана. Рівно через сто років його співвітчизник Дюбоше вперше продемонстрував свій патент на «нескінченна рейка», який було отримано в 1818 році. Наявність «нескінченної рейки» і парової машини зумовило подальший напрямок творчості десятків винахідників. Так, John Heathcoat широко відомий як винахідник промислового ткацького верстата, і саме йому належить честь і створення в 1837 році першого в світі парового гусеничного трактора (рис. 1.2). Однак, проблемою залишалася керованість таких машин.

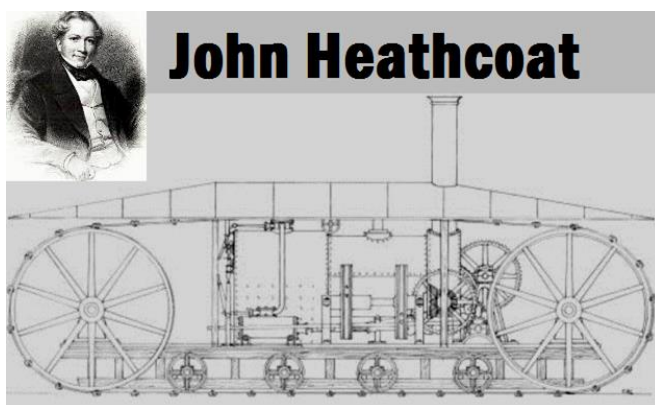


Рисунок 1.2 – Паровий гусеничний трактор Джона Гіткота

Першою конструкцією, в якій вдалося вирішити проблему керування, став «вагон з нескінченними рейками для перевезення вантажів по шосейних дорогах та путівцям» колишнього селянина, а згодом механіка і підприємця Федора Абрамовича Блінова, уродженця села Микільської Черкаської волості Вольського повіту Саратовської губернії. Для кожної гусениці він використовував свою парову машину, керовану окремо. Це дозволяло змінювати напрямок руху, регулюючи швидкість кожної гусениці. Департаментом торгівлі і мануфактур 20 вересня 1879 р. був виданий патент («привілей») на цей винахід. Сам же трактор був побудований в 1877 році (рис. 1.3).

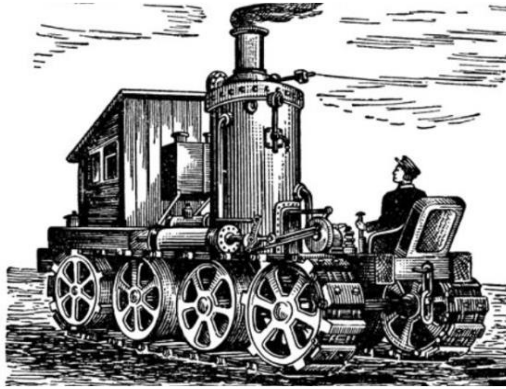


Рисунок 1.3 – Паровий трактор Федора Блінова

Принцип керування гусеничними машинами був придуманий, але реалізувати його на практиці вдалося не відразу. Тому багато розробок ще досить довго виконувалися за «напівгусеничною» схемою. Таким був, наприклад, запатентований вже в лютому 1893 року трактор, який запропонував американський винахідник С. Н. Stratton (рис. 1.4).

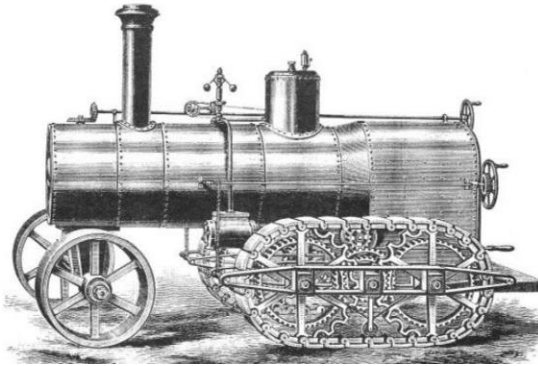


Рисунок 1.4 – Напівгусеничний паровий трактор Страттона

Наведені вище машини не знайшли практичного застосування. Першим, який успішно використовувався гусеничним тягачем став трактор, розроблений англійською фірмою «Річард Хорнсбі і сини» для доставки вугілля на електростанцію на Алясці. Залізний монстр масою в 40 т оснащувався восьмидесятисильною паровою машиною і міг одночасно транспортувати 8 причепів масою по 12,5 т (рис. 1.5). На цьому тракторі вперше на практиці був використаний і прототип сучасного механізму керування. Трактор успішно працював з 1910 до 1927 року.

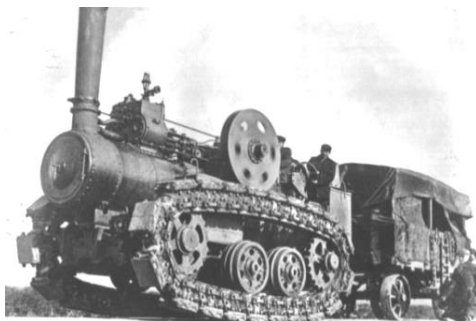


Рисунок 1.5 – Сорокатонний монстр

Для тріумфального прориву «в світ» гусеничних тракторів довелося дочекатися появи щодо надійного двигуна внутрішнього згорання. Однією з перших дизельні трактора почала випускати все та ж фірма «Річард Хорнсбі і сини». Але в продажі тракторів вона не дуже досягла успіху і основний дохід її принесла реалізація патенту на вдосконалений стрічковий рушій, який придбав Бенджамін Холт (Benjamin Holt). Його трактора деякий час теж залишалися напівгусеничними (рис. 1.6).

Саме Холт першим помітив схожість «нескінченної рейки» з гусеницею. Компанія, що з'явилася в серпні 1925 року в результаті злиття «Holt Manufacturing Co» з конкуруючою «CL Best Tractor gaz Co» стала називатися «Caterpillar Tractor Company» («Caterpillar» якраз і перекладається як «гусениця»).

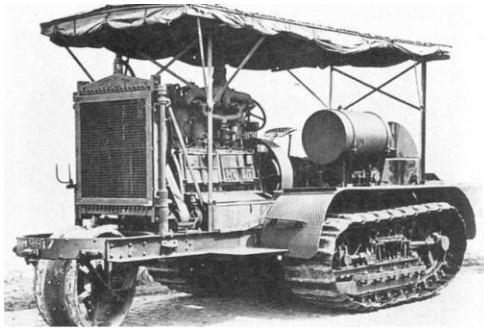


Рисунок 1.6 – Трактор Holt 1914 року

До речі, в Радянському союзі «гусеничне тракторобудування» починалося з машини С-60, точної копії Caterpillar Sixty (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Трактор Caterpillar Sixty

Першим українським гусеничним трактором став СХТЗ-НАТІ, розроблений на Харківському тракторному заводі в тісній співпраці з фахівцями Наукового автотракторного інституту (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Трактор СХТЗ-НАТІ

Вершиною вітчизняного «гусеничного тракторобудування» став оновлений ХТЗ-181 (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Оновлений трактор ХТЗ-181

Слід відмітити, що розвиток конструкцій рушіїв броньованої військової техніки був обумовлений практичною реалізацією комбінованого колісно-гусеничного рушія для виробу «Об'єкт 19» (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Колісно-гусенична бойова машина піхоти «Об’єкт 19»

Колісно-гусенична машина «Об’єкт 19» представляла собою колісно-гусеничну плаваючу машину масою 12,7 т з кормовим розташуванням моторно-трансмісійного відділення. Вона була розроблена в 1963–1964 рр. спеціальним конструкторським бюро Алтайського тракторного заводу в Рубцовську спільно з Військовою академією бронетанкових військ. Особливістю машини було застосування для підвищення прохідності колісної машини допоміжного гусеничного рушія, що опускається на ґрунт, який працював одночасно з основним колісним рушієм. Ходовий макет призначався для експериментальної перевірки можливості створення машини з комбінованим рушієм. На озброєння машина не приймалася.

Стосовно розвитку комбінованих рушіїв вантажних автомобілів пропонується приділити увагу ходовій частині автомобіля ГАЗ-60 (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 – Напівгусеничний всюдихід ГАЗ-60

Перший дослідний зразок з'явився ще в 1933 році і називався НАПІ-3. Він пройшов випробування в пустелі Каракуми, на Таймирі і Чукотці з кожним роком піддавався доопрацюванням і вдосконалювався.

Гусеничний хід складався з рами, ведучої вісі з двома двоскатними колесами, які входили у фрикційне зачеплення з гусеницею. Привід від заднього моста до ведучої вісі здійснювався ланцюговою передачею. Рушій мав опорні і підтримуючі ролики, а також лінивець з натяжним пристосуванням. Під передню ресору був встановлений спеціальний кронштейн, завдяки чому здійснювалось кочення підвіски.

Сьогодні мобільні транспортні, тягово-транспортні і тягові машини на гусеничних ходових системах знаходять широке застосування в багатьох галузях народного господарства і військово-промислового комплексу України:

- у сільськогосподарському виробництві, і особливо, при прибиранні культур в специфічних умовах перезволоження ґрунтів (трактори, комбайни);

- при будівництві нових транспортних артерій (дорожньо-будівельна техніка);

- при прокладенні газо- і нафтопроводів (інженерна техніка);

- у розвідці й освоєнні корисних копалин і заготівлі сировинних ресурсів в умовах бездоріжжя (спеціальна техніка);

- при забезпеченні сезонної доставки вантажів в умовах бездоріжжя (автомобілі підвищеної і високої прохідності);

- при створенні побутових умов на пересувних побутових модулях при проведенні дослідницьких робіт (спеціалізована техніка);

- при створенні нових і модернізації існуючих зразків засобів рухливості озброєння і техніки (автомобілі на гусеничному ході, багатоцільові броньовані тягачі, бронетранспортери, бойові машини механізованих військ, гусеничні шасі, «вироби № 000») та ін.

Так, наприклад, для забезпечення прохідності базових легкових автомобілів під час людських та вантажних перевезень по засніжених дорогах запропоновано до використання знімний трикутний гусеничний рушій для кожного ведучого колеса.

Рушій для ходової частини виглядає практично, так само як і його попередник: основу кожного візка становить масивна трикутна рама (рис. 1.12). На самій її вершині знаходиться ведуча зірочка, яка, в даному випадку, виконує роль колеса.



Рисунок 1.12 – Пасажирський УАЗ-452 з гусеничним рушієм

Основа трикутника складається з чотирьох опорних роликів – внутрішні розташовані трохи вище, ніж зовнішні. Задній ролик відповідає лише за натяг гумової стрічки. Візок в цілому може гойдатися навколо головної вісі. Це досить важливий момент, так як забезпечується адаптація до певного рельєфу місцевості. На рамі візка встановлені обмежувачі, для того, щоб контролювати занадто різкі або позамежні кути розвороту такого автомобіля. Протяжку гумової стрічки забезпечують спеціальні поліуретанові гребені, які знаходяться на внутрішній стороні самої стрічки.

Застосування гусеничних ходових систем в машинах обумовлено, в першу чергу, зниженням питомого тиску на опорну поверхню і реалізацію штовхальної реакції, що дозволяє домогтися ефективної величини тягового зусилля і динаміки руху. При цьому очевидним буде забезпечення неруйнівного впливу на будову опорної підкладки, що зумовить як збільшення сил опору руху, так і негативні наслідки, наприклад, якщо мова йде про виконання корисної агротехнічної операції по обробці родючих ґрунтів.

Дослідження гусеничного рушія показують, що металеві гусениці мають шкідливий вплив на ґрунт: руйнують структуру, ущільнюють родючий шар, порушують агрофізичні процеси. Вплив ходових апаратів на ґрунт є одним з факторів, що призводять до втрати родючості ґрунту.

Особливо негативний вплив ходових систем на ґрунт виявляється в зонах, схильних до перезволоження. Сьогодні питання охорони навколишнього середовища, і в тому числі збереження родючості ґрунту, набувають важливе народногосподарське значення.

З аналізу досліджень випливає, що потенційні ресурси існуючого серійного металогусеничного рушія обмежені як щодо поліпшення експлуатаційних якостей, так і екологічного вдосконалення. Тому розробки, спрямовані на вдосконалення гусеничної ходової системи і усунення вище перерахованих недоліків, є особливо актуальними [1–8]. Так, наприклад, в умовах перезволоження ґрунту найбільш доцільним з точки зору підвищення тягово-зчіпних властивостей і зниження техногенного впливу на ґрунт є використання гумоармованих гусениць. Застосування даного виду рушія забезпечить критерій максимального допустимого тиску 75 кН/м, що відповідає вимогам екологічно безпечного впливу на ґрунт. Так, в даний час найбільші тракторні фірми: Джон Дір, Катерпіллер, Клаас, Кейс, Нью-Холланд та інші – ведуть досвідчені розробки і серійний випуск тракторів на гумоармованих гусеницях, що дозволяє в порівнянні з традиційною для західних країн колісною технікою знизити шкідливий вплив на ґрунт і поліпшити тягово-зчіпні властивості машин.

Розрахунково-теоретичні дослідження, експериментально-конструкторські роботи показують, що прохідність гусеничних машин, наприклад, на снігу може бути підвищена:

- за рахунок кількісної зміни геометричних параметрів ходової частини (ширини гусениці, бази, дорожнього просвіту);
- якісної зміни характеру взаємодії рушія зі сніговим покривом (вирівнювання епюри тиску і збільшення активної довжини опорної поверхні гусеничного рушія);
- застосування додаткових пристроїв.

Наукові дослідження і дослідно-конструкторські розробки машин і макетних зразків показують, що ходові системи, наприклад, з гумоармованими гусеницями, можуть бути використані для навішування сільськогосподарської техніки та забезпечувати їх агротехнічну і екологічну прохідність і тим самим стійку роботу при виконанні технологічного процесу. Застосування ходових систем з гумоармованими гусеницями в різних машинах в порівнянні з металогусеничними дозволяє реалізувати принципи ресурсозбереження та екологічно допустимого впливу на ґрунт, так як їх надійність, і відповідно, напрацювання (термін експлуатації – ресурс машини) зростає в 4–5 разів, а динамічний характер впливу на ґрунт змінюється на квазістатичний. Постановка колісної машини на напівгусеничний хід з гумоармованими гусеницями знижує більш ніж в 2 рази величину і характер впливу на опорну основу з боку ведучого моста в порівнянні зі штатними ведучими колесами.

Одним з напрямків підвищення прохідності машин і зниження шкідливого впливу на ґрунт є використання в ходових гусеничних системах пневмогусеничних рушіїв і різних опорних пристроїв на базі гумових виробів. Найбільш щадними є пневмогусеничні системи, проте складність конструкції, більш високі втрати потужності при русі по поверхні з твердим покриттям, низька надійність, втрати тиску повітря всередині пневмогусениці внаслідок можливих проколів і залежність працездатності від температурних умов ускладнюють широке застосування цієї конструкції. Більш прогресивним є застосування в ходових системах виробів на базі різних армованих гумових конструкцій: гумометалевих гусениць і еластичних траків.

Багатогранність конструктивних рішень, реалізованих в базових гусеничних системах і їх вплив на експлуатаційні властивості машин різного призначення представляється ємною і цікавою з інженерної точки зору. При цьому сформовані напрямки в розвитку гусеничних рушіїв машин обумовлюють можливість пошуку і наукового обґрунтування конструкції з поліпшеними конструктивними, технологічними і експлуатаційними параметрами.

Наведені в навчальному посібнику відомості представляються:

– по-перше, академічними, так як спрямовані на формування у студентів розширених знань по конструкціях гусеничних рушіїв, що розглядаються відповідно до ознак їх класифікації, і особливостям їх виконання в інженерних транспортно-тягових машинах (серії 1901, 6901/6902, 4901), спеціальних гусеничних машинах ГМ-569, 352;

– по-друге, науково-пізнавальними, оскільки базуються на результатах досліджень, відображених в деклараційних документах на винаходи і корисні моделі, і можуть стати відправною точкою для формування своїх поглядів на вирішення тієї чи іншої проблемної задачі.

Посібник призначений для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби). Посібник може використовуватися в процесі навчання студентами інших спеціальностей транспортного профілю та машинобудування.

Автори будуть вдячні усім, хто знайде можливість висловити свої зауваження і побажання щодо викладеного матеріалу.

Автор висловлює щирю вдячність співробітникам кафедри «Автомобілі» А.О. Білостоцькій, О.В. Решетняк, О.М. Даниленко за активну участь у перекладі матеріалу, корегуванні тексту та оформленні видання.

2 КОМПОНОВКА ХОДОВОЇ СИСТЕМИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

Гусеничні рушії, що застосовуються в сучасних гусеничних машинах можуть бути [9]:

- з піднятими або несучими напрямними колесами;
- з переднім або заднім розташуванням ведучих коліс;
- з підтримуючими котками або без них;
- з різним типом шарніра гусениці (з гумометалевими шарнірами, з відкритим шарніром, з голчастими підшипниками).

Основу компоновки ходової системи гусеничної машини складає її компоновальна схема (рис. 2.1).

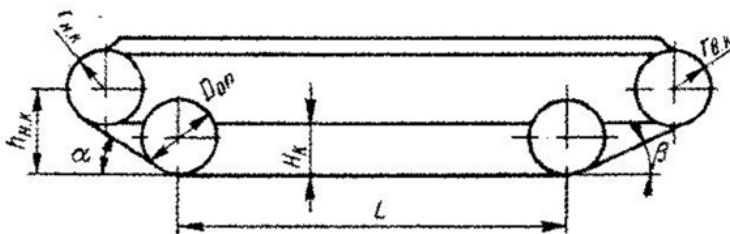


Рисунок 2.1 – Компоновальна схема гусеничного рушія

Дорожній просвіт машини H_k , (рис. 2.1) для забезпечення гарної прохідності знаходиться в межах 400...500 мм.

Кути між похилими гілками гусениць і дорогою, а також висота розташування осі направляючого (або переднього провідного) колеса $h_{нк}$ повинні найкращим чином забезпечувати подолання перешкод в межах компоновання корпусу. При цьому, зазвичай:

- висота розташування осі $h_{нк} = 0,75 \dots 1$ м;
- кути нахилу гілок гусениці:
 - передньої – $\alpha \approx 40 \dots 45^\circ$;
 - задньої – $\beta \approx 20 \dots 25^\circ$.

Довжина опорної поверхні L і ширина трака b визначаються відповідно до забезпечення заданої величини середнього тиску q .

До гусеничного рушія відносяться наступні основні вузли ходової системи машини:

- гусеничні ланцюги;
- ведучі колеса;
- опорні котки;
- котки, що підтримують котки (або ролики);
- направляючі колеса з механізмом натягу гусениць.

Основні компоувальні схеми, що знайшли застосування в швидкохідних гусеничних машинах, наведені на рисунку 2.2.

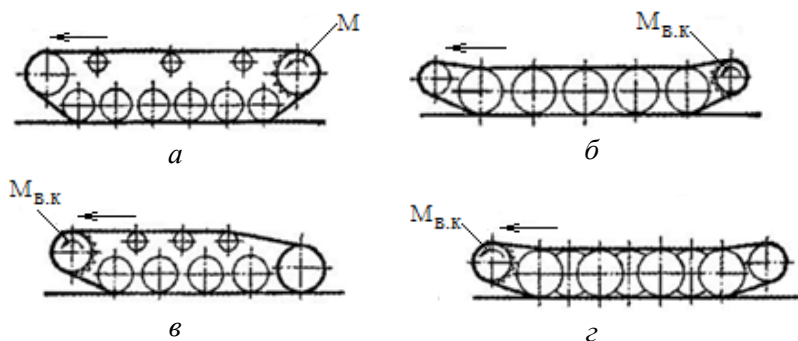


Рисунок 2.2 – Компоувальні схеми гусеничного рушія:

а – заднє розташування ведучого колеса, з трьома підтримуючими котками; *б* – заднє розташування ведучого колеса, без підтримуючих котків; *в* – переднє ведуче колесо, з трьома підтримуючими котками, зі спущеним прямуючим колесом; *г* – переднє ведуче колесо, з опорними котками, що розташовані у шаховому порядку

Схеми на рисунку 2.2 *а, б* мають заднє розташування ведучих коліс. У схемах на рисунку 2.2 *в, г* ведучі колеса розташовані в носовій частині корпусу. У схемі на рисунку 2.2 *в* спрямовуюче колесо спущене на ґрунт, в цьому випадку воно повинно бути обов'язково підресорене. Очевидно, що ця схема може бути реалізована при передньому розташуванні ведучих коліс. Перевага її полягає в збільшенні площі опорної поверхні гусениць при тій же вазі ходової частини, що дасть, зниження

середніх тисків, поліпшення прохідності машини, але при цьому знижується здатність машини до подолання перешкод на задньому ході. Крім того, несуча здатність заднього опорно-направляючого котка зменшується за рахунок підтискання його тяговим зусиллям.

Схема на рисунку 2.2 *г* має велику кількість опорних котків великого діаметра, розташованих у шаховому порядку.

При наявності опорних котків великого діаметру і відсутності підтримуючих котків (рис. 2.2 *б, г*) рушій має меншу висоту, поліпшуються умови роботи гумових шин. Однак при русі з великими швидкостями верхня гілка гусениці починає здійснювати значні вертикальні коливання, б'є по опорним коткам, створює в рушії великі динамічні навантаження і збільшує втрати.

Для швидкохідних машин найбільш прийнятною, як правило, є схема, показана на рисунку 2.2 *а* (як із заднім, так і з переднім розташуванням ведучого колеса).

Розмірів опорних котків, напрямних і ведучих коліс слід впливає на робочі процеси в шарнірах гусениці. Чим більше їх діаметр, тим менше кути повороту в шарнірах гусениці, тобто тим менше втрати енергії в них і вище довговічність гусениці.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. У якій часті рушій можуть розташовуватись ведучі колеса?
2. Яким чином можуть розташовуватись опорні котки?
3. Як розрізняють схеми компоновки по наявності підтримуючих котків?
4. У чому полягає особливість встановлення спущеного спрямованого колеса?
5. З яких елементів складається гусеничний рушій?
6. У чому полягає особливість компоновки рушій, який наведено на рисунку 2.2 *б*?
7. У чому полягає особливість компоновки рушій, який наведено на рисунку 2.2 *в*?

3 ГУСЕНИЦІ: КЛАСИФІКАЦІЯ, АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ, ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА

Гусениці класифікуються за трьома ознаками [9]:

- по конструкції шарнірів, що з'єднують траки в гусеницю;
- за способом виготовлення траків;
- за способом фіксації пальців.

3.1 Конструкції шарнірів

По конструкції шарнірів, що з'єднують траки в гусеницю, розрізняють чотири типи гусениць:

- з відкритим металевим шарніром;
- з ущільненим металевим шарніром;
- з гумометалевим шарніром;
- з іншими конструкціями шарнірів.

3.1.1 Гусениці з відкритим металевим шарніром

Гусениці з відкритим металевим шарніром найбільш прості у виготовленні, мають малу відносну вагу (відношення в процентах ваги двох зібраних гусениць до загальної ваги машини). Для військових машин цей параметр становить 7...9%, для інших – 6...8%. Ці гусениці забезпечують швидкість і зручність заміни пошкоджених або зношених траків і пальців.

Недолік гусениць з відкритим шарніром полягає в малому пробігу машини (1500...2500 км) до повного зносу гусениць, при якому повністю порушується нормальна робота рушія. Також низьким виявляється ККД, особливо на великих швидкостях руху машини вище 50 км/год.

3.1.2 Гусениця з ущільненим металевим шарніром

Гусениця з ущільненим металевим шарніром (рис. 3.1) відрізняється наявністю торцевих ущільнень в зазорах між вушками і ущільнювальними пробками 5 у крайніх вушках.

Кожне ущільнення складається з п'яти деталей (рис. 3.1):

- дистанційної втулки 1;
- двох зовнішніх сталевих дисків 2;
- двох внутрішніх гумових кілець 3.

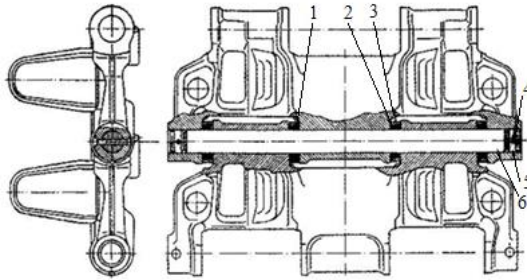


Рисунок 3.1 – Гусениця з ущільнюючим металевим шарніром:

1 – дистанційна втулка; 2 – сталеві диски; 3 – гумові кільця;
4 – заклепка; 5 – ущільнююча пробка; 6 – палець

За рахунок пружності кільця диски притискаються до оброблених торців вушок, не пропускаючи пісок і бруд в зазор між пальцем і вушком. Пробки 5 щільно входять в вушка, кріпляться в них заклепками 4, захищають крайні шарніри від засмічення і одночасно утримують палець 6 від випадання. Така конструкція вигідно відрізняється від попередньої значно більшим пробігом машини на одному комплекті гусениць, але виявляється більш складною у виготовленні і менш зручною в експлуатації. Для заміни пошкодженого трака доводиться спочатку вибивати палець, зрізуючи дві заклепки, а потім, після складання шарніра з ущільненнями, необхідно ставити нові заклепки.

3.1.3 Гусениці з гумометалевими шарнірами

До основних типів шарнірних з'єднань ланок з гумовими елементами можна віднести наступні конструкції [8]:

- з'єднання з моноблоковим гумометалевим пальцем без обмежувачів радіальної деформації;
- з'єднання з гумометалевими втулками без обмежувачів радіальної деформації;
- з'єднання з моноблоковим гумометалевим пальцем з обмежувачами радіальної деформації;
- з'єднання з гумометалевими втулками з обмежувачами радіальної деформації;

- з'єднання з послідовною роботою гумових елементів;
- з'єднання з гумовими елементами складної геометричної форми.

Зазначені види конструкцій гумометалевих шарнірних з'єднань, як моноблочні варіанти, так і втулкові, мають в якості основних несучих елементів:

- гумові кільця;
- металеву арматуру у вигляді:
 - пальця,
 - металевих втулок;
 - стягуючих болтів.

Конструкції з гумометалевими шарнірами (ГМШ) та схеми їх роботи наведено у додатку А.

Гусениці з ГМШ широко і давно застосовуються в американському танкобудуванні. Траки одного з ранніх варіантів такої гусениці (рис. 3.2) мають з одного боку два розвинені по діаметру довгі вушка, в які з великим натягом запресовуються сталеві втулки l з навулканізованими на них гумовими кільцями. При цьому гума сильно стискається в радіальному напрямку з товщини h_0 до h , щільно притискаючись до стінок вушка, і, як нестискаюча рідина, розширюється в осьовому напрямку, цілком заповнюючи кільцевий зазор між вушком і втулкою.

Ступінь опресування гумових кілець $x = \frac{h_0}{h}$ вибирається конструктором досить високою, щоб за рахунок великих сил тертя повністю виключити прослизання зовнішньої поверхні гумового кільця по внутрішній поверхні вушка при всіх можливих взаємних положеннях сусідніх траків.

Під внутрішнім отвором втулки b з двома шпонковими виступами f вставляється палець 4 з двома шпонковими пазами l і міцно закріплюється чотирма клинами 3 у трьох коротких вушках верхнього трака 2 .

Взаємні повороти траків при копіюванні гусеницею профілю колії і огинанні котків і коліс рушія відбуваються тут без тертя металу пальця по металу вушок, як в гусеницях з відкритим металевим шарніром, і навіть, без тертя гуми по сталі. Якщо вважати один трак, наприклад, на рисунку 3.2 нижній 5 , нерухомим, то нерухомим буде і зовнішній шар, запресований в

нижній трак гумової колії. Поворот верхнього трака 2 на кут λ за рахунок клинів 3 викличе такий же поворот пальця 4, а за рахунок шпонкового з'єднання f і l на той же кут повернеться втулка 6 разом з привулканізованим до неї внутрішнім шаром гумової колії.

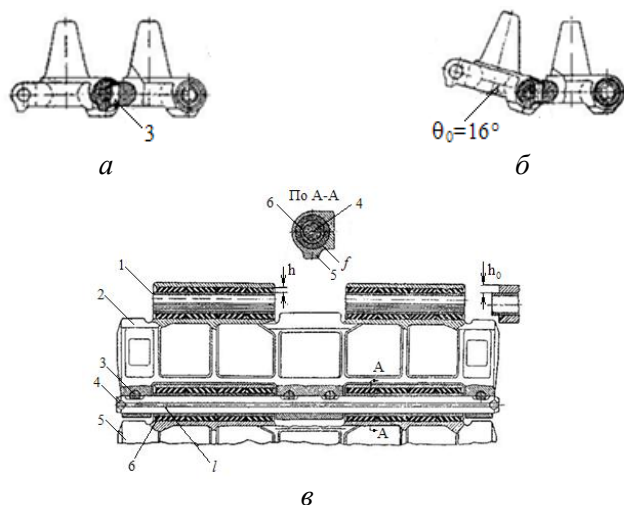


Рисунок 3.2 – Гусениця з ГМШ із закріпленим пальцем:
а – фрагмент гусениці, який зібраний без попереднього повороту траків; *б* – фрагмент гусениці, який зібраний з попереднім поворотом з'єднаних траків на кут θ_0 ; *в* – гусениця з ГМШ; 1, 6 – сталеві втулки з навулканізованими на них гумовими кільцями; 2, 5 – траки; 3 – клини; 4 – палець; *f* – шпонкові виступи втулки; *l* – шпонкові пази пальця

Тангенціальне зміщення внутрішнього шару гумових кілець відносно їх зовнішнього шару називається деформацією концентричного крутіння гумових кілець, що замінює тертя сталі по сталі або сталі по гумі.

Гусениці з гумометалевим шарніром завдяки виключенню абразивного зносу металевих деталей шарніра і високою усталеною міцністю гумових кілець з натурального каучуку мають ресурс, який досягає для найкращих конструктивних типів

5000...8000 км пробігу машини на одному комплекті гусениць, і більш високий ККД на великих швидкостях руху машини.

З огляду на пружність такої гусениці знижуються динамічні навантаження рушія. За інших рівних умов дещо покращується прохідність машини по слабких ґрунтах.

Недоліки полягають у наступному:

- більш складне виготовлення і збірка гусениць;
- збільшена на 8...10% відносна вага у порівнянні з гусеницею без шарніра;
- труднощі у надяганні гусениць і заміні її пошкоджених деталей;
- небезпека спадання гусениці через її подовження при збільшенні розтягувального зусилля.

3.1.4 Гусениці з іншими конструкціями шарнірів

Гусениці з іншими конструкціями шарнірів, наприклад, з голчастими підшипниками у вушках траків, виявляються вкрай громіздкими, важкими і дорогими і тому на сучасних швидкохідних машинах не застосовуються.

3.2 Спосіб виготовлення траків

За способом виготовлення траків розрізняють гусениці з:

- литими траками;
- штампованими траками;
- звареними траками.

При литві легше, ніж при штампуванні і зварюванні, створити траки складної скелетоподібної форми з розвиненими ребрами жорсткості, ґрунтозачепами і порожнистими гребенями необхідної висоти. У порожнині гребеня зі звуженим виходом зручно закріплюється спеціальним пристосуванням («язиком») трос кріплення колоди для самостійного витягання машини.

Штамування підвищує міцність траків, що представляє значні технологічні труднощі в зв'язку з великою глибиною висадки металу гребеня. Порожнина гребеня має штампувальний ухил, який виключає застосування спеціального пристосування.

Сварка траків з окремих штампованих деталей (плиці і гребенів) усуває технологічну складність, але характеризується великою трудомісткістю зварювальних робіт. Застосування

автоматичного зварювання у виробництві такої масової деталі, як трак, робить цей спосіб виготовлення гусениць досить перспективним.

3.3 Фіксація пальців

Розрізняють наступні способи фіксації пальців у вушках траків (рис. 3.3):

- гусениці з «плаваючим» пальцем, в яких палець може повертатися відносно обох з'єднуючих траків;
- гусениці з закріпленим в одному із з'єднуваних траків пальцем.

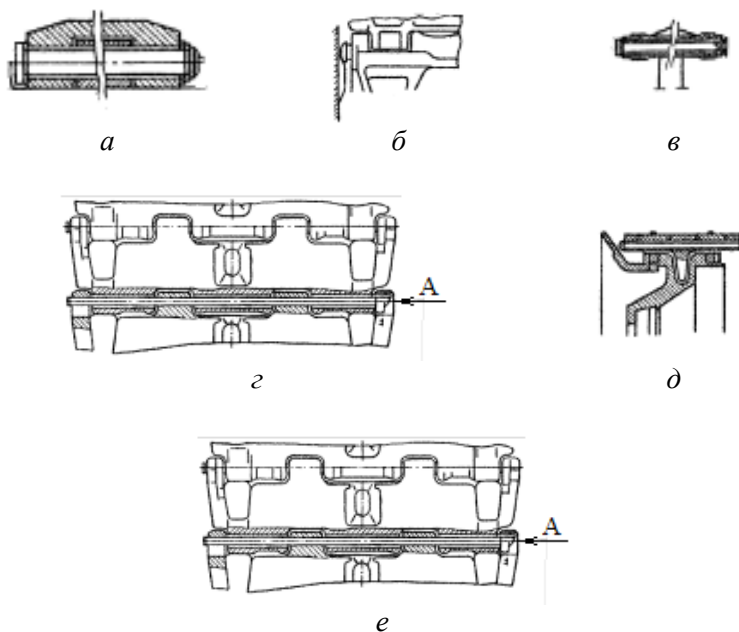


Рисунок 3.3 – Способи фіксації пальців гусениць від осьових зсувів: *a* – пружинним кільцем; *б* – відбійним кулаком; *в* – розклепуванням торця; *г* – вид поворотів в одному з траків несиметричною головкою пальця (вид по стрілці А); *д* – відбійним конусом ведучого колеса; *е* – шплінтом (вид по стрілці Б)

При застосуванні другого способу палець закріплюється в чотирьох коротких, не схильних до зносу вушках трака. За рахунок цього збільшена загальна довжина трьох вушок верхнього трака, що досягає 65% ширини гусениці.

Зменшення питомого тиску і зниження ступеня змінності абразиву в цих зношуваних вушках створюють передумову деякого збільшення терміну роботи гусениці з закріпленим пальцем. Недоліки цього способу полягають в ускладненні конструкції і збільшення обсягу обслуговування гусениці.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Назвіть ознаки, за якими класифікують гусениці рушія.
2. Які конструкції шарнірів застосовують для з'єднання траків?
3. У чому полягає основний недолік відкритого металевого шарніра?
4. За рахунок яких деталей створюється конструкція ущільнення металевого шарніра?
5. У чому полягає особливість конструкції гумометалевого шарніра?
6. У чому полягають недоліки гумометалевого шарніра?
7. За якими способами виготовляються траки гусениць?
8. В який спосіб пальці фіксуються у вушках траків?
9. Яким чином пальці можуть фіксуватися від осьових зсувів?

4 ЕЛАСТИЧНІ ГУСЕНИЦІ

Металеві гусениці, які застосовувані на сучасних транспортно-технологічних машинах не здатні забезпечити необхідних тягово-зчіпних якостей у весняно-осінні і зимові періоди експлуатації [9].

У рушіях з металевими гусеницями опорна поверхня (точніше, внутрішній обсяг між ґрунтозачепами кожного трака) внаслідок сильного налипання і намерзання повністю забита мерзлим ущільненим ґрунтом або снігом і сила тяги по зчепленню визначається тертям снігу по снігу або ґрунту по ґрунту.

Поряд з цим гусеничні рушії мають досить велику масу, що слід розглядати як резерв для зниження металоємності не тільки рушіїв, але і машин в цілому.

Одним із шляхів усунення позначених недоліків металевих гусениць є застосування високоеластичних гусеничних рушіїв, які можна поділити на дві основні групи [9]:

- стрічкові;
- пневматичні.

Розрізняють наступну класифікацію еластичних гусениць (рис. 4.1).

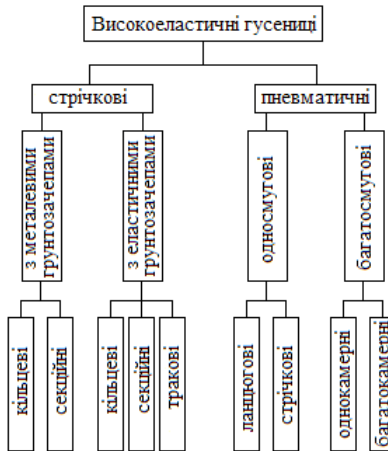


Рисунок 4.1 – Класифікація еластичних гусениць

4.1 Загальні відомості про стрічкові еластичні гусениці

Стрічкові гусениці є гумовотканинними або гумотросовими стрічками, з'єднані між собою металевими поперечинами.

Конструкції ланкових металевих, гусеничних ланцюгів мають загальний недолік – порівняно велику вагу при обмеженій площі опорної поверхні. Так, для тягачів і транспортерів-тягачів багатопільового призначення вага гусеничних ланцюгів складає 10...12% ваги машини з вантажем на платформі, а площа опорної поверхні гусениць забезпечує питомий тиск на ґрунт від 0,04 до 0,065 МПа. Для снігоболотоходних машин питомий тиск не повинен перевищувати 0,02 МПа, що досягається розширенням гусениць, а це призводить до збільшення ваги. Так, наприклад, для транспортерів ГТ-Т (рис. 4.2) і ГТ-С (рис. 4.3) відносна вага гусеничних ланцюгів досягає 14...17% при ширині гусениці 540 і 390 мм. Розширення гусениць до 900 мм і більше призводить до подальшого збільшення їх ваги, який може скласти до 30% ваги машини.

Іншим серйозним недоліком гусеничних ланцюгів з відкритим шарніром є короткий термін їх служби. Застосування ж для снігоболотоходних машин гусеничних ланцюгів з закритим або пружним шарніром ускладнюється у зв'язку з тим, що вага їх на 15...20% вище, ніж у гусениць з відкритим шарніром.

Перераховані недоліки ланкових металевих гусеничних ланцюгів визначили прагнення конструкторів застосувати стрічкові гусениці, які в значній мірі позбавлені цих недоліків. Якщо термін служби гусеничних ланцюгів визначається зносом шарнірів, то для стрічкових гусениць він обмежується в основному руйнуваннями матеріалу стрічки. При цьому стрічка, працюючи на вигин і розтягнення, має переваги перед пружним елементом гумометалевого шарніру, який працює на кручення і стиснення.

Стрічкові гусениці дозволяють отримати опорну поверхню, забезпечуючи середній тиск 0,017...0,020 МПа при відносній вазі гусениці 10...12% ваги машини. Так, наприклад, для транспортера ГТ-Т кожна стрічкова гусениця при однаковій ширині з металевією гусеницею виявляється легше на 257 кг. Це призводить до зниження відносної ваги гусениць з 14 до 9,4%. Стрічкова гусениця для транспортера-тягача МТ-Л (рис. 4.3) при

ширині 0,95 м важить стільки ж скільки гусеничний ланцюг із закритим шарніром шириною 0,35 м.

Стрічки з поперечною утворюють решітчасту конструкцію, що забезпечує хорошу самоочистку гусениці, що сприяє підвищенню зчіпних якостей на вузьких ґрунтах.

Встановлено, що коефіцієнт корисної дії стрічкової гусениці вище, ніж у більшості гусениць інших типів. Однак стрічкові гусениці мають і істотні недоліки, що обмежують їх застосування.

Основні недоліки такі:

- наявність пружних та залишкових деформацій при розтягуванні;
- залежність фізико-механічних властивостей матеріалу стрічок від температури, старіння гуми;
- велика кількість сполучних деталей, що викликає збільшення трудомісткості збірки гусениць.

Певні переваги стрічкових гусениць перед металевими гусеничними ланцюгами спонукають учених і конструкторів працювати над вдосконаленням їх конструкції для подолання зазначених вище недоліків. Ще в роки війни на всюдиході ЗИС-42 були застосовані стрічкові гусениці з гумотканинною стрічкою (рис. 4.4).



a



б

Рисунок 4.2 – Гусеничні транспортери-тягачі:
а – ГТ-Т (Т – важкий); *б* – ГТ-С (С – середній)



Рисунок 4.3 – Транспортёр-тягач МТ-Л (Л – легкий)



Рисунок 4.4 – Автомобіль ЗИС-42 з комбінованим рушієм

На багатьох сучасних транспортерах і зчленованих машинах, призначених для роботи в умовах Крайньої Півночі, застосовуються стрічкові гусениці. Це дозволило отримати середній тиск на полотно шляху від 0,013 до 0,022 МПа для машин всіх вагових категорій.

4.2 Конструкції стрічкових гусениць

Стрічкові гусениці конструктивно розрізняються за такими ознаками [9]:

- по числу стрічок;
- по кінцівкам довжини стрічок;
- за типом каркаса стрічок;
- за розміром вільної (гнучкої) ділянки стрічки;
- по типу поперечин.

Як уже зазначалося, сучасні стрічкові гусениці складаються зі стрічок, з'єднаних між собою металевими поперечинами. Рідше застосовуються замкнуті (кільцеві) стрічкові гусениці з однієї стрічки (рис. 4.5), так як в подібних конструкціях важко забезпечити надійне зачеплення гусениці з ведучим колесом, а низька поперечна жорсткість стрічки призводить до спадання гусениці при повороті.

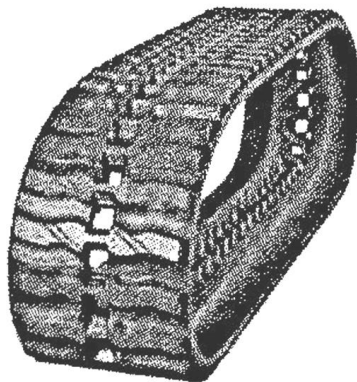


Рисунок 4.5 – Кільцева стрічкова гусениця

Проте такі гусениці знайшли застосування на канадському снігоболотоходу «Чифтен-Р» (рис. 4.6), на шведських дволанкових снігоболотоходах BV-206, на тихохідних технологічних машинах (рис. 4.7).

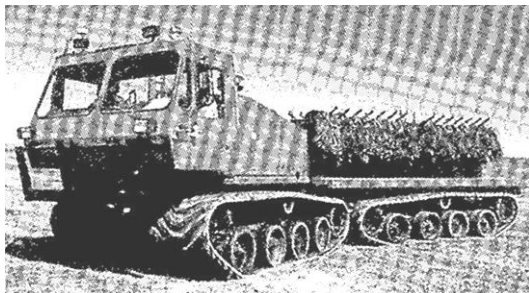


Рисунок 4.6 – Канадський снігоболотохід «Чифтен-Р» фірми «Формост індастріз»



Рисунок 4.7 – Навантажувач на стрічкових гусеницях

За кордоном нині активно ведуться опрацювання та випробування таких гусениць для військових машин канадською фірмою «Soucy International», розробником і виробником стрічкових гусениць. Фірма «Soucy International» продемонструвала це на прикладі зробленого в США бронетранспортера M113, забезпечивши можливість повернення

до гусениць з металевими ланками для операцій, в яких стрічкові гусениці дуже уразливі. Такі опрацювання передбачені перспективними програмами США, Великобританії і Швеції.

Широко застосовуються такого типу гусениці на лижно-гусеничних снігоходах.

Традиційна стрічкова гусениця може складатися з двох, трьох або чотирьох паралельно розташованих стрічок, з'єднаних між собою поперечинами. Ширина стрічок знаходиться у межах від 100 до 250 мм. Довжина стрічки може дорівнюватися довжині обводу. В цьому випадку, з'єднавши кінці стрічок, отримуємо нескінченну гусеницю. Ремонтопридатність такої гусениці в польових умовах низька.

Гусениця збирається з окремих секцій (рис. 4.8). За такою схемою виготовляється гусениця дволанників Ішімбайського заводу.

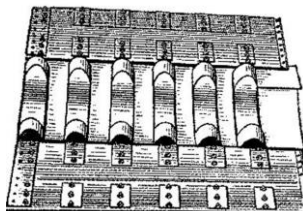


Рисунок 4.8 – Секція гусениці з двома стрічками

Довжина стрічок в кожній секції визначається її вагою. Секційна конструкція дозволяє швидко замінювати пошкоджені ділянки гусениць. Можлива ланкова конструкція стрічок (рис. 4.9), коли довжина стрічки дорівнює кроку гусениці.

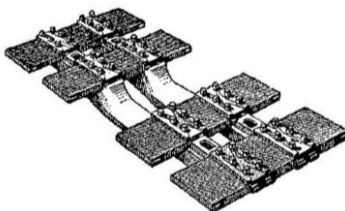


Рисунок 4.9 – Ділянка стрічкової гусениці ланкової конструкції (довжина секції дорівнює кроку гусениці)

У цьому випадку збільшується число стиків стрічки, а значить, і кількість кріпильних деталей, що призводить до збільшення ваги гусениці. Крім того, збільшується жорсткість при згині гусениці на дугових гілках, що призводить до зниження ККД.

За типом каркаса стрічки можуть бути:

- армованими сталевими тросами;
- армованими тканинами.

Досвід створення стрічкових гусениць і дослідження їх працездатності показують, що термін служби гумотросових стрічок обмежується 6...12 тис. км через:

- прорізання гуми сталевими тросами;
- порушення кріплення тросів до гуми в умовах низьких температур;
- ненадійності кінцевого закладення тросів в стрічці.

Тканини для армування каркасу стрічки виготовляються з:

- бавовняного волокна;
- синтетичних волокон.

Тканини з бавовняного волокна мають низьку міцність і високе вологопоглинання, що обмежує їх використання для армування стрічок.

В даний час застосовуються тканини на основі синтетичних волокон. Вони мають високу міцність на розрив, високу працездатність при вигині і стійкість проти старіння. Для стрічок гусениць найбільш перспективний каркас на основі тканин з капрону і лавсану. Більшість стрічкових гусениць американських і канадських снігоболотоходів виготовлено зі стрічок, армованих нейлоном і віскозним волокном. За даними зарубіжних джерел, термін служби таких стрічок складає кілька десятків тисяч кілометрів.

Довжина вільної ділянки стрічки сильно впливає на жорсткість гусениці в поздовжній площині, при вигині в плані і при скручуванні щодо поздовжньої осі. Чим менше довжина вільної ділянки (менше відстані між поперечиною), тим більше жорсткість гусениці. Це підвищує надійність її роботи, так як зменшується ймовірність спадання гусениці (менше вигин в плані і скручуванні), але збільшує втрати на перемотування і знижує ККД рушія. Крім того, збільшується вага гусениці за рахунок

збільшення ширини і кількості поперечок. Найбільш доцільні стрічкові гусениці з рознесеними поперечиною при оптимальній довжині вільної ділянки стрічки.

Поперечини можуть бути:

- литими;
- штампованими;
- штампозварними.

Переважають два останні типи.

По ширині гусениці може бути одна або дві поперечини.

Поперечини виконуються такої форми, щоб забезпечити:

- по-перше, гарне зчеплення гусениць на м'якому ґрунті;
- по-друге, менший опір коченню на твердому ґрунті.

Залежно від несучої здатності ґрунту площини контакту поперечини з ґрунтом змінюється:

– на твердих ґрунтах поперечина спирається на ґрунт середньою своєю частиною, поверхня якої складає 15...26% повної поверхні;

– на м'яких ґрунтах занурення поперечини збільшується (вона спирається на ґрунт всією поверхнею).

Конструкція такого стрічкового гусеничного рушія була застосована на снігоболотоходах БТ-361 «Тюмень» (рис. 4.10).

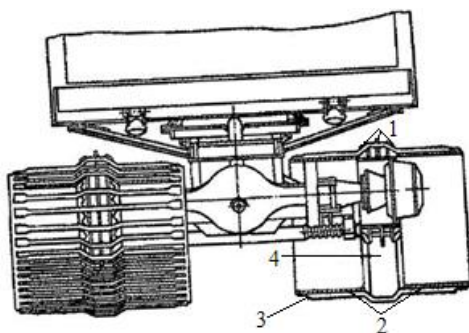


Рисунок 4.10 – Схема ходової частини снігоболотохода «Тюмень» (вид ззаду):

- 1 – зачепи ведучого колеса; 2 – гумотканинна стрічка;
- 3 – поперечина; 4 – пневматична шина

Кожна гусениця складена з двох гумотканинних стрічок 2, з'єднаних поперечиною 3. Поперечини виготовлені зі сталі, кріпляться до стрічок з боку опорної поверхні за допомогою болтів і сталевих накладок. Посередині поперечини вигнуті. Увігнуті ділянки утворюють переривчасту жолобчасту бігову доріжку, по якій котяться опорні котки. Через переривчастість бігової доріжки на котках є пневматичні шини 4, що знижує динамічні навантаження і зменшує опір перекочування котків по гусениці. Поперечини мають в перетині П – подібну форму і грають роль ґрунтозачепів. За такою ж схемою виготовляються гусениці снігоболотохода «Урал-5920» (рис. 4.11).



Рисунок 4.11 – Модифікація снігоболотохода «Урал-5920»

4.3 Загальні відомості про гумопневматичні еластичні гусениці

Ідея створення пневмогусеничного рушія (ПГР) виникла з прагнення усунути недоліки, властиві колісному й гусеничному рушіям, з одного боку, а з іншого – об'єднати їх основні позитивні якості та забезпечити можливість ефективної експлуатації транспортних засобів, як при русі по бездоріжжю, так і при русі по дорогах з твердим покриттям.

Пневматичні гусениці за конструктивними ознаками ділять на:

- однопорожнинні;
- багатопорожнинні.

Однопорожнинна пневмогусениця – це тороїдальна оболонка з однією або декількома камерами (рис. 4.12).

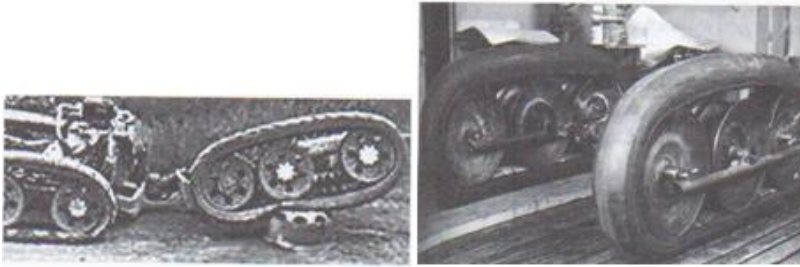


Рисунок 4.12 – Однопорожнинна пневмогусениця розробки НАМІ

Довжина оболонки визначається можливостями технологічного обладнання для їх виготовлення, внаслідок чого такі пневмогусениці можуть бути застосовані на транспортних засобах з порівняно малою довжиною гусеничного обводу.

Багатопорожнинні пневмогусениці – це сукупність окремих гумокордних оболонок. Вони класифікуються в залежності від способу з'єднання оболонок між собою на дві групи:

- ланцюгові;
- стрічкові.

Багатопорожнинні ланцюгові пневмогусениці являють собою:

- або металевий ланцюг з закріпленими на ній пневматичними елементами,
- або ланцюг, що складається з поперечно розташованих пневмоелементів, з'єднаних безпосередньо один з одним.

У багатопорожнинних стрічкових пневматичних гусеницях пневмоелементи закріплені на гумокордній армованій стрічці або рознесені один щодо іншого уздовж осі гусениці, утворюючи стрічку безпосередньо з самих елементів.

Роботи з проектування і створення пневмогусеничних рушіїв почав проводити НАМІ спільно з Ленінградським шинним заводом і МВТУ ім. М.Е. Баумана у 1961 р. З 1972 р. вони продовжені автором в галузевій науково-дослідній лабораторії всюдихідних машин (ГНДЛ ВМ) при НГТУ (на той час ДПІ ім. О.О. Жданова). Всього за цей період було створено і досліджено 15 конструкцій ПГР, в тому числі десять за період після 1972 р.

Роботи були проведені за двома напрямками:

– багатопорожнинні пневмогусениці, що складаються з поздовжньо розташованих пневмоелементів, що утворюють стрічку;

– багатопорожнинні, ланцюгові з поперечно розташованими пневмоелементами.

Пневматична гусениця, що складається по ширині з декількох пневмоелементів, рознесених один щодо іншого в паралельних рядах вздовж по довжині гусениці, показала найбільшу ефективність в застосуванні для тягових машин сільськогосподарського призначення. Така схема з'єднання пневматичних елементів найбільш повно відповідає цілому ряду вимог, що пред'являються до рушіїв як транспортних, так і тягових машин, оскільки дозволяє уніфікувати конструкції пневматичного елемента для ряду машин, дає можливість отримати кілька варіантів по ширині гусениці, забезпечує високу ремонтпридатність, відсутність ланкості.

Було досліджено чотири варіанти ПГР з індивідуальним підресорюванням опорних котків, три варіанти ПГР для трактора Т-54С (рис. 4.13) і один варіант для трактора Т-150 (рис. 4.14), причому застосовувалися різні за конструкцією пневмоелементи.

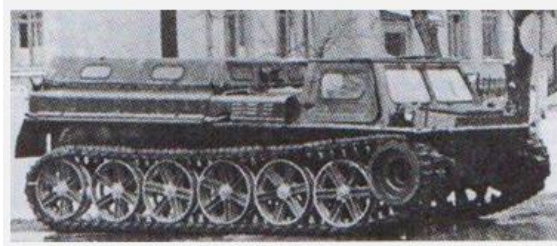


Рисунок 4.13 – Трактор Т-54 на пневмогусеницях



Рисунок 4.14 – Трактор Т-150 на пневмогусеницях

Порівняльні випробування снігоболотоходів ГАЗ-71 і ГАЗ-47 (рис. 4.15 *а-б*) на металевих і пневматичних гусеницях при русі по снігу показали істотні переваги пневмогусениць.



а



б



в



г

Рисунок 4.15 – Снігоболотоходи:

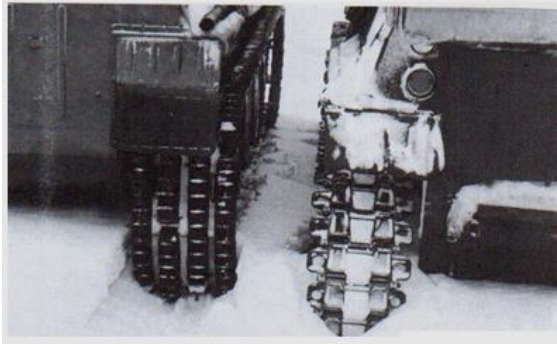
а – снігоболотохід ГАЗ-71ПГ; *б* – снігоболотохід ГАЗ-47ПГ з балансованою підвіскою; *в* – снігоболотохід ГАЗ-47ПГ з торсійною підвіскою; *г* – пневмотрак снігоболотоходу ГАЗ-71ПГ

Так, глибина колії такої машини на 20...30% менше в порівнянні з колією машини на металевих гусеницях (рис. 4.16 *а*).

На рисунку 4.16 *а* чітко видно, що машина з металевими гусеницями деформує сніг не тільки рушієм, а й днищем, в той час як машина на пневмогусеницях має значний запас дорожнього просвіту.

Виявляються переваги пневмогусениць і при русі по вологому сніжному покриву (рис. 4.16 *б*).

Налипання снігу на металеву гусеницю призводить до втрати рухливості машини, в той час як налипання снігу на пневмогусеницю взагалі не відзначалося.



а



б

Рисунок 4.16 – Колієутворення гусеницями:
а – колія машин ГАЗ-71 з пневматичною (зліва) і металевою (праворуч) гусеницями при русі по глибокому снігу; *б* – стан гумопневматичної і металевої гусениць при русі машин при температурі снігу 0°C

Багатопорожнинні ланцюгові з поперечно розташованими пневмоелементами гусениці розроблялися для порівняно тихохідних машин. Гусениці такого типу випускаються по теперішній час.

Силовий пояс і пневмооболонка гусениць виготовляються з таких же матеріалів, що і гумострічкові гусениці.

На серійних гусеничних машинах в даний час найбільше застосування знаходить металева гусениця. Дослідження конструкцій стрічкових рушіїв снігоболотоходних машин показує ряд їх переваг у порівнянні з металевими гусеницями:

- зниження металоемності машин;
- зниження динамічних навантажень на елементи ходової частини;
- високі тягово-зчіпні характеристики.

Рушії з металевими і стрічковими гусеницями, забезпечуючи можливість руху транспортних засобів в умовах бездоріжжя, практично виключають їх застосування в умовах руху по дорогах з удосконаленим покриттям внаслідок сильного його руйнування. Проблема дослідження рушія, що забезпечує можливість руху по дорогах з удосконаленим покриттям і по бездоріжжю, займає багатьох дослідників. Таким рушієм є ПГР, який зберігає основні переваги, як колісних рушіїв, так і стрічкових та металевих гусениць.

Трак пневматичної гусениці є багатошаровою армованою призматичною оболонкою, яка закрита з обох кінців. Кожен шар оболонки – це односпрямований армований шар, пружні характеристики якого повністю визначаються характеристиками корду і гуми і такими параметрами, як діаметр нитки корду, товщина шару, частота армування. Пружні характеристики всього пакета, крім усього перерахованого, визначаються і кутами розташування ниток корду в кожному шарі по відношенню до деякого базового напрямку.

Наприклад, трак (рис. 4.17) конструкції пневмогусеничного шасі (рис. 4.18) складається з таких елементів [28]:

- металевий корпус, виконаний із сталі або сплавів алюмінію, що має патрубок для виходу патрубків камери;
- шина, що має ділянку яка розрізана як конверт на чотири пелюстки, в кожному кутку якого є отвори для шурупів. При цьому та, яка виступає за межі корпусу, армована сталевими і пластмасовими нитками;
- камера.

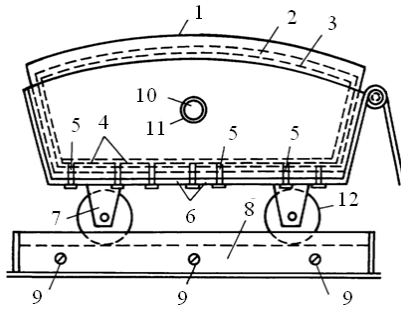


Рисунок 4.17 – Трак пневмогусеничного рушія:

1 – шина трака; 2 – камера; 3 – металеві стінки корпусу;
 4 – металева пластина для кріплення шини; 5 – гвинт для
 металевої пластини трака; 6 – зачіп на дні трака; 7 – сошник
 трака; 8 – знімна пластинка направляючої балки або опорної
 стінки; 9 – гвинти кріпленні пластинки; 10 – патрубок камери;
 11 – металевий патрубок для вивода патрубку камери;
 12 – ролик або колеса на підшипниках

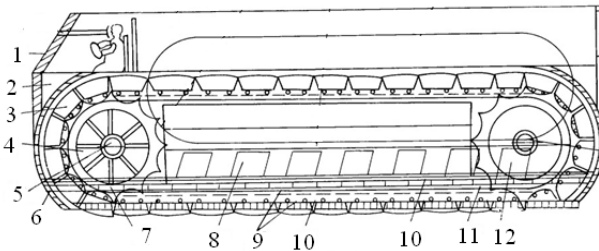


Рисунок 4.18 – Проекція пневмогусеничного шасі гусеничного трайлера, що перевозить ракету:

1, 2 – кабіна механіка-водія; 3 – траки в цілому; 4 – ведуче
 колесо рушія; 5 – вісь ведучого колеса; 6 – передня частина
 гусениці; 7 – поперечини для кріплення пола; 8 – підлога між
 дахом та ракетною, що перевозиться; 9 – нижній зріз кожуха
 гусениці; 10 – простір між елементами підлоги; 11 – нижня
 сталева обшивка пола; 12 – ведене колесо рушія

Також відома конструкція ПГР шасі (рис. 4.19), якій має траки (рис. 4.20) не з двома, а з одним роликом, що з'єднані між собою у стрічку [29]. У даній конструкції рушія пневматичні траки великі, за формою нагадують спереду трапецію, а знизу подовжену по ширині подушку. Траки характеризуються наявністю міцних корпусів з шинами, з'єднаних шарнірами з боків. Рух всієї гусениці здійснюється за допомогою опорних коліс гусеничних траків.

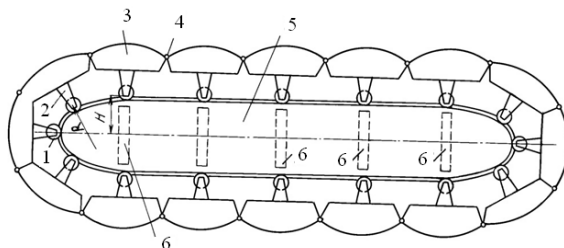


Рисунок 4.19 – Рушій гусеничного шасі (вид збоку):

1 – колеса (ролики); 2 – сошники; 3 – шини; 4 – шарніри;
5 – прямуючі двотаврові балки; 6 – проміжні сталеві балки

Пропонована конструкція траків (рис. 4.20) становить шосту частину колеса, тобто вони досить великі, мають збоку трапецієподібну форму і складаються з:

- міцного сталевого каркаса;
- шини з камерою або без неї;
- сошників;
- опорні колеса, що має обмежуючі диски з обох сторін.

Опорні колеса траків рухаються по напрямних двотавровим балкам.

Розміри корпусів траків і шин можуть варіюватися в залежності від ваги машини та її призначення. Чим слабкіше ґрунт, тим «подушки» траків повинні бути ширше, загальна площа зіткнення гусениць з ґрунтом буде більше, а тиск на квадратний сантиметр поверхні землі менше. Такі гусениці дозволяють перевозити великі вантажі по тундрі, болотистій місцевості та пустелі не пошкоджуючи покриття ґрунтів.

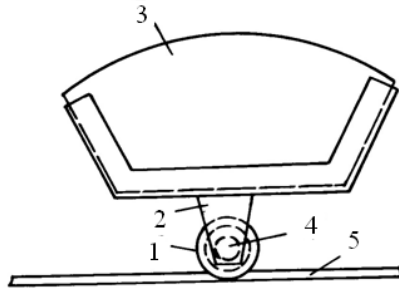


Рисунок 4.20 – Трак ланцюга пневмогусеничного рушія:
 1 – колесо; 2 – сошник; 3 – каркас; 4 – циліндричний валик;
 5 – прямуюча двотаврова балка

Збоку сталеві каркаси мають виступи шарнірного типу, так що виступ каркаса входить в виїмку іншого і скріплюється знаходяться в середині стрижнем. Система каркасів і шарнірів повинна бути дуже міцною, так як від цього залежить цілісність гусениці. На всіх фігурах шарніри позначені.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. За якими ознаками розрізняють стрічкові гусениці?
2. Що собою представляє секція гусениці з двома стрічками?
3. Яким чином може здійснюватись армування каркасу стрічки?
4. Які недоліки мають стрічкові гусениці?
5. Що собою є однопорожнинна пневмогусениця?
6. Що собою є багатопорожнинні пневмогусениці?
7. Що собою є трак пневматичної гусениці?
8. Назвіть типові складові елементи траку пневмогусеничного ланцюга.
9. Яким чином здійснюється переміщення траку при обертанні пневматичного гусеничного ланцюга?

5 ОПОРНІ КОТКИ І НАПРЯМНІ КОЛЕСА З ГУМОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ВНУТРІШНЬОЇ АМОРТИЗАЦІЇ

Одним з високонавантажених елементів гусеничного рушія є опорний коток, який при коченні по полотну гусеничного ланцюга зазнає значних динамічних навантажень, які викликані ланкістю ланцюга, нерівністю опорною поверхнею шляху і коливаннями корпусу гусеничної машини [8].

Навантаження, що виникають при взаємодії опорного котка з полотном гусеничного ланцюга, призводять як до підвищених динамічних контактних напружень в парі «бандаж опорного котка – бігова доріжка», так і до високих об'ємних напружень, які діють в ланках і пальцях шарнірного з'єднання гусеничного ланцюга. Високі контактні напруги сприяють інтенсивному зносу металевому бандажу опорного котка і бігової доріжки ланки. Високі об'ємні динамічні напруги знижують міцність від втоми ланок і пальців і спільно з зносом є одним з основних факторів, що лімітують ресурс гусеничного рушія і машини в цілому.

Для зниження динамічних навантажень, що діють на елементи гусеничного рушія, застосовують силові гумові елементи в конструкціях опорних котків.

Опорні котки з зовнішньою ошиновкою знайшли широке застосування в швидкохідних гусеничних машинах, в яких, як правило, використовуються так звані котки великого діаметру і до довговічності елементів пред'являються не такі жорсткі вимоги як до елементів ходової частини сільськогосподарських гусеничних тракторів.

Застосування гумової ошиновки опорного котка дозволяє знизити динамічні навантаження на елементи гусеничного рушія (бігову доріжку трака і коток), підвищуючи цим термін служби гусениці і підшипників опорного котка, а також оберігаючи від руйнування і сам коток. Особливо проявляється це перевага при русі на транспортних режимах з великими швидкостями по твердим кам'янистим ґрунтам і бруківці.

Розширення сфери застосування гусеничних машин, підвищення вимог до довговічності елементів гусеничного рушія з одночасним зростанням питомих навантажень і прагнення до

зниження металоємності змушує застосовувати нові конструктивні рішення при проектуванні опорних котків.

Одним з можливих варіантів конструкції, що задовольняє зазначеним вимогам, є опорний коток, в якому пружний зв'язок між маточиною і металевим бандажем здійснюється за допомогою гумових елементів внутрішньої амортизації.

В опорних котках з внутрішніми гумовими елементами гума працює в більш сприятливих умовах, а саме:

- велика її частина захищена від впливу агресивного середовища;

- гумові елементи сприймають деформації стиснення і зсуву;

- гума захищена від прямого впливу сторонніх предметів, що потрапляють між гусеничним полотном і опорним катком.

Все це дозволяє значно збільшити довговічність гумового елемента. Ще одним важливим плюсом конструкцій з внутрішніми гумовими елементами є їх ремонтпридатність. У таких конструкціях найменш довговічними є як самі гумові елементи, так і зовнішній бандаж, заміна яких при ремонті гусеничного рушія, для деяких конструкцій, можлива без демонтажу всього опорного котка.

За способом передачі навантаження на гумові елементи опорні котки з внутрішньою амортизацією можна розділити на чотири основні групи [8]:

- з кільцевими гумовими елементами, що працюють під дією вертикальних навантажень на зрушення (рис. 5.1 *a*);

- з кільцевими гумовими елементами, що працюють під дією вертикальних навантажень на стиск (рис. 5.1 *б*);

- з V-подібними або конічними гумовими елементами, що працюють під дією радіальних навантажень на стиснення і зсув одночасно або з розділеними гумовими елементами кожен з яких сприймає тільки один вид деформації (рис. 5.1 *в*);

- з проміжними гумовими елементами, виконаними у вигляді сайлент-блоків, шайб і т.д., які встановлюються між маточиною і ободом.

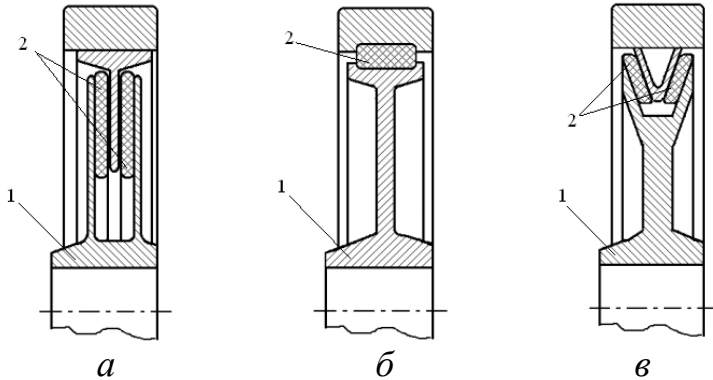


Рисунок 5.1 – Схеми роботи гумових елементів опорних котків з внутрішньою амортизацією:
 1 – маточина; 2 – пружний елемент

Опорні котки з кільцевими гумовими елементами, що працюють на зрушення, володіють великою радіальною і малою осьовою піддатливістю. Гумові елементи попередньо стискаються в осьовому напрямку, що підвищує їх міцність від втоми, а рівномірне навантаження всього перерізу кільця при зсуві в поєднанні з простою його конфігурацією істотно знижує ймовірність появи місць з концентрацією напружень [8].

Конструкції опорних котків з гумовими елементами, що працюють на стиск, дещо простіше описаних вище. У таких конструкціях гумовий елемент примусово вводиться між бандажем і маточиною котка, радіальна жорсткість його вище, ніж у елемента, що працює на зрушення. Осьова податливість вище радіальної і гумові елементи під дією осьових сил досить швидко зношуються. Головним недоліком схеми є недовикористання для передачі корисного навантаження всього обсягу гуми одночасно. Під навантаженням працює лише ділянка кільця, що розташована в нижній частині опорного котка, що веде до нерівномірного розподілу напружень в гумі і змушує збільшувати розміри перетинів.

Більш вдалим компромісним рішенням є використання гумових елементів V-подібного перетину, що працюють одночасно на зрушення і стиснення. Розрахунком параметрів і кута розвалу кілець можна отримати оптимальне співвідношення між радіальною і осьюовою піддатливістю. Так як гума в цьому випадку навантажена раціональніше, необхідний обсяг її може бути менше, ніж в попередніх випадках і складати близько 60% від обсягу перших двох варіантів.

Опорні котки четвертої групи з проміжними гумовими елементами можуть мати різне конструктивне оформлення. На відміну від другої групи всі гумові елементи одночасно і рівномірно будуть передавати радіальне навантаження. Обсяг гумових елементів буде менше, зменшиться також їх податливість, а напруги, в порівнянні з суцільними кільцевими елементами, збільшуються.

Конструкції опорних ковзанок з гумовими амортизаційними елементами наведено в додатку Б [8].

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які умові праці властиві гумі в опорних котках з внутрішніми гумовими елементами?
2. За якою ознакою діляться опорні котки з внутрішньою амортизацією?
3. Якої форми перетину можуть бути виконані амортизаційні гумові елементи?
4. Чим відрізняються конструкції опорних котків, які наведено на рисунках Б.5 і Б.6 додатку Б?
5. Чим відрізняються конструкції опорних котків, які наведено на рисунках Б.11 і Б.12 додатку Б?
6. Чим відрізняються конструкції опорних котків, які наведено на рисунках Б.14 і Б.15 додатку Б?
7. Що спільного в конструкціях котків, які наведено на рисунках Б.17 і Б.18 додатку Б?

6 ВЕДУЧІ КОЛЕСА ГУСЕНИЧНОГО РУШНЯ

6.1 Основні вимоги, що запропоновані до ведучих коліс гусеничного рушья

До ведучих коліс пред'являються наступні вимоги [9]:

– надійне зачеплення з гусеницею як у ведучому, так і в гальмівному режимі, незалежно від зносу гусениці. Ця вимога забезпечується правильним вибором геометрії зачеплення. Воно виконується легше і повніше при гусеницях, крок яких в процесі експлуатації не змінюється або змінюється мало;

– висока зносостійкість зубів ведучих коліс. Це забезпечується геометрією зачеплення і підбором зносостійких матеріалів для зубчастих вінців і технологічними заходами щодо підвищення їх поверхневої твердості;

– самоочищення від бруду і снігу. Це забезпечується спеціальними конструктивними заходами (вікна в корпусі колеса, спеціальні кронштейни-снігоочисники).

Ведучі колеса зазвичай виконуються роз'ємними, та складаються з маточини і зубчастих вінців (вінців зазвичай ставиться два). Виняток становлять іноді машини легкої вагової категорії. Наявність двох вінців:

– по-перше, змінює навантаження в зачепленні, зменшуючи його знос;

– по-друге, підвищує стійкість гусениці в поздовжньому напрямку.

Знімні зубчасті вінці можна замінювати в міру зносу. Крім того, можна виготовляти маточини і вінці з різних матеріалів, підбирати для вінців спеціальні зносостійкі сталі.

Для вінців застосовуються сталі ЛГ13Л, У12Г та ін. Робочі поверхні зубів піддаються термообробці до твердості HRC 50...60. Для підвищення твердості зубів застосовується також наплавлення їх поверхні матеріалів особливо високої твердості.

Ведучі колеса встановлюються:

– або на кронштейні бортової передачі;

– або безпосередньо на валу бортової передачі (застосовуються на легких машинах).

У першому випадку радіальні зусилля від гусениці сприймаються через підшипники кронштейном і не передаються на вал бортової передачі.

У другому випадку вал і підшипники бортової передачі навантажуються зусиллями від гусениці, однак при цьому виходить простіше конструкція і монтаж і демонтаж ведучого колеса.

Конструкція елементів зачеплення ведучих коліс з гусеницею повинна забезпечувати:

- безударну передачу зусилля;
- вільний вхід і вихід елементів гусениці із зачеплення;
- мінімум їх ковзання під дією навантаження (мінімум зносу);
- високі контактні напруги в зачепленні.

6.2 Типи зачеплення ведучих коліс

На гусеничних машинах знаходять застосування три різних типи зачеплення ведучих коліс з гусеницями:

- гребеневе;
- зубове;
- цівкове.

6.2.1 Гребеневе зачеплення

Гребеневе зачеплення (рис. 6.1 *a*), в якому ведучім елементом в колесі служить ролик, а в зачеплення з ним входять гребені траків, в даний час майже не зустрічаються.

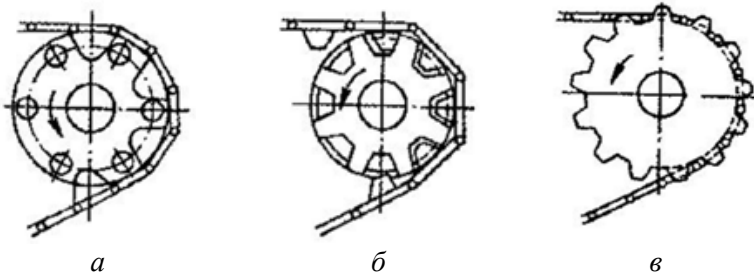


Рисунок 6.1 – Типи зчеплення ведучого колеса з гусеницею:
a – гребеневе; *б* – зубове; *в* – цівкове

Недоліки гребеневого зачеплення полягають у наступному:

- гусениця повинна мати великий шаг (крупноланкова);
- великий знос шарнірів ланцюга і роликів колеса через їх малі числа (чотири – шість);
- наявність моменту, що вивертає.

6.2.2 Зубове зачеплення

Зубове зачеплення (рис. 6.1 б) недостатньо надійно, бо воно через забивання впадин між зубами має підвищений знос. Таке зачеплення отримало деяке поширення в тракторобудуванні, але майже не зустрічається на швидкохідних гусеничних машинах.

6.2.3 Цівкове зачеплення

Основним типом зачеплення гусениць з ведучими колесами в швидкохідних гусеничних машинах являється цівкове зачеплення (рис. 6.1 в). Воно володіє плавністю і має значні можливості вдосконалення.

З метою повного задоволення вимог, що пред'являються до якості зачеплення, при різних типах гусениць в гусеничних машинах знайшли застосування декілька видів цівкового зачеплення.

Розрізняють такі види цівкового зачеплення (рис. 6.2):

- нормальне;
- ідеальне нормальне з постійним радіусом;
- спеціальне;
- двокрокове з несиметричним профілем зуба (виправлене спеціальне зачеплення);
- багатокрокове зі змінним радіусом зачеплення.

Основним видом цівкового зачеплення є нормальне зачеплення (рис. 6.2 а), при якому крок гусениці дорівнює кроку ведучого колеса ($t_r = t_{BK}$). Таке співвідношення забезпечує безударну передачу зусилля одночасно декількома зубами, а кут тиску вибирається так, щоб забезпечити рівноважний стан цівки в точці контакту її з зубом. Цим забезпечується мінімум ковзання під навантаженням і вільний вхід і вихід цівки із зачеплення.

При нормальному зачепленні, якщо зберігається умова $t_r = t_{BK}$, контакт цівки з зубом завжди повинен мати місце при постійному радіусі ведучого колеса.

Нормальне зачеплення добре працює як в ведучому, так і в гальмівному режимах (рис. 6.2 *a*).

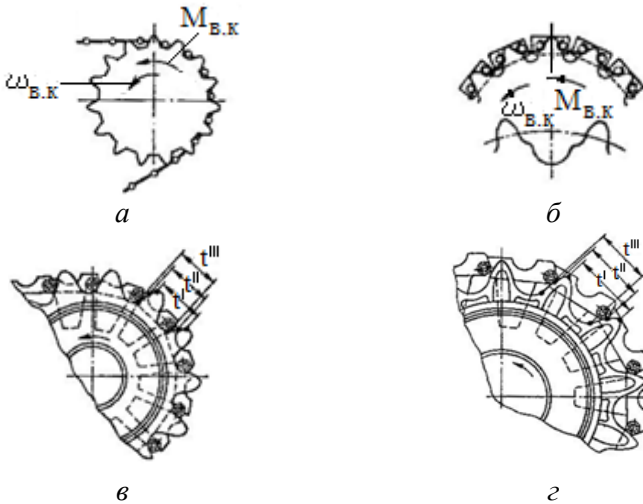


Рисунок 6.2 – Види цівкових зачеплень:
a – нормальне; *б* – нормальне з постійним радіусом;
в і *г* – багатокрокове при новій і зношеній гусениці

Однак нормальне зачеплення успішно працює тільки при гусениці, крок якої в процесі експлуатації практично не змінюється (відсутній знос в шарнірах). Такою гусеницею, зокрема, є гусениця з ГМШ. Для неї виконується ще так зване ідеальне зачеплення з постійним радіусом (рис. 6.2 *б*), що дозволяє, з одного боку, гарантувати величину постійного радіуса, а з іншого – зменшити контактні напруги в зубі наданням йому увігнутого профілю в місці контакту з цівкою.

При роботі гусениці з відкритим металевим шарніром через зношування зачеплення крок гусениці дуже швидко стає більше кроку ведучого колеса. При цьому нормальна робота зачеплення порушується. По мірі зносу шарніра і збільшення кроку гусениці цівки, що входять в зачеплення, розташовуються все вище по зубу, а потім по мірі повороту ведучого колеса опускаються до його основи, викликаючи ковзання під

навантаженням і знос. При певній величині зносу цівки виходять на вершину зуба і зачеплення стає непрацездатним. Для виправлення геометрії зачеплення необхідно замінити або зношені пальці в гусениці (часткове відновлення її кроку), або всю гусеницю. Таким чином, термін служби гусениці по зносу обмежується не міцністю зношених шарнірів, а працездатністю зачеплення.

Для збільшення терміну служби гусениці по зачепленню тривалий час застосовувалося і застосовується спеціальне зачеплення, при якому виконується умова $t_r < t_{в.к.}$. До терміну служби гусениці при цьому додається час, протягом якого через зношування шарніра крок гусениці стане рівним кроку ведучого колеса, що відбувається приблизно через 200...500 км пробігу. Надалі зачеплення продовжує працювати практично так само, як нормальне.

Недоліки спеціального зачеплення є:

- випинання гусениці при русі в гальмівному режимі;
- ковзання цівки по зубу при виході із зачеплення;
- ударний додаток навантаження при переході з одного типа зачеплення на інший.

Для усунення випинання гусениці на гальмівному режимі застосовується виправлене спеціальне зачеплення, так зване двокрокове з несиметричним профілем зуба.

Частина зуба, що працює на гальмівному режимі, має поглиблення, і контакт його з цівкою досягається на меншому радіусі, що призводить до зменшення кроку $t_r = t_{в.к.}^I$ і виконанню співвідношення:

$$t_{в.к.} \leq t_r \cdot \beta = \frac{360^\circ}{z_k}. \quad (6.1)$$

Щоб уникнути ковзання цівок по зубу в нормальному зачепленні і добитись розподілу навантаження між декількома зубами, застосовується покращене нормальне зачеплення, так зване багатокрокове зі змінним радіусом зачеплення (рис. 6.2 в, з). У цьому зачепленні в міру збільшення шагу гусениці цівки повинні розташовуватися на більшому радіусі при збереженні залежності $t_{в.к.} = t_{r_i}$, ковзання цівок при цьому не відбувається.

Для нормальної роботи багатокрокового зачеплення необхідний такий профіль зуба, який забезпечував би рівноважне положення цівки в будь-якій точці профілю при різних співвідношеннях зусиль на набігаючих і збігаючих гілках гусениць і сил тертя в контактi. Труднощі вирішення цього завдання очевидні. Тому застосоване в даний час поліпшене зачеплення гусениць з шарніром, що зношується тільки ще наближається до багатокрокового зачеплення в точному сенсі цього визначення.

Знос зубів ведучого колеса і шарніра гусеничних ланцюгів, а також втрати на тертя, як в зачепленні, так і в шарнірі, залежать від способу передачі зусилля від ведучого колеса до гусениці.

6.3 Способи передачі тягового зусилля у цівковому зачепленні

У цівковому зачепленні можливі три способи передачі тягового зусилля від ведучого колеса на гусеницю [9]:

- штовхальний,
- тягнучий;
- пальцевий.

Пальцевий спосіб застосовується в гусеницях з паралельними гумометалевими шарнірами.

При штовхальному способі зуб зірочки впирається в цівку 1, виконану на торці трака (рис. 6.3).

При цьому можливі два режими роботи зачеплення:

- гусеницю веде зуб 2, що виходить із зачеплення (рис. 6.3 а).

В цьому випадку штовхальний спосіб полегшує вихід з зачеплення трака 3, так як при повороті його в межах деякого кута α цівка перекочується по зубу. Втрати на тертя в зачепленні знижується і зменшується знос зубів. Знос шарнірів траків буде підвищений, оскільки пальці навантажені великим зусиллям;

- гусеницю веде зуб 2, що входить в зачеплення (рис. 6.3 б).

Зуб впирається в цівку 1 трака, майже повністю лежить на ведучому колесі. Цівка лише трохи ковзає по зубу, тому знос зубів буде незначним. Палець навантажений повною силою тяги і при повороті трака 3 на кут α виникає велика сила тертя і збільшується знос шарнірів.

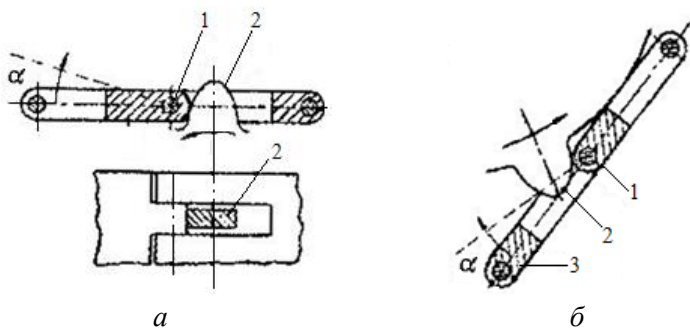


Рисунок 6.3 – Схема роботи зачеплення при штовхальному способі передачі тягового зусилля:

a – гусеницю веде зуб, що виходить із зачеплення;

б – гусеницю веде зуб, що входить в зачеплення;

1 – цівка трака; *2* – зуб колеса; *3* – тіло трака

При тягнучому способі (рис. 6.4) зуб зірочки веде гусеницю, впираючись в цівку *1*, розташовану на передньому кінці трака.

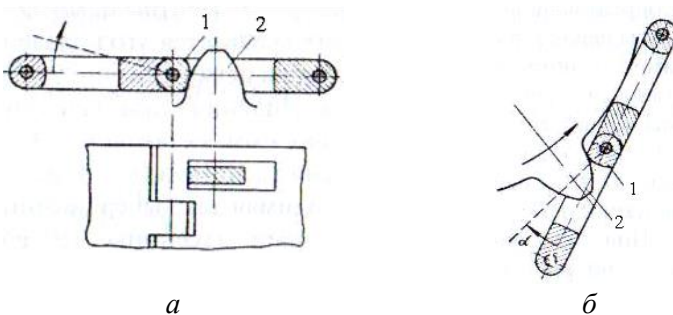


Рисунок 6.4 – Схема роботи зачеплення при тягнучому способі передачі тягового зусилля:

a – гусеницю веде зуб, що виходить із зачеплення;

б – гусеницю веде зуб, що входить в зачеплення;

1 – цівка трака; *2* – зуб колеса

При тягнучому способі також можливі два режими роботи зачеплення.

1. Гусеницю веде зуб 2, що виходить із зачеплення (рис. 6.4 а), при цьому він ковзає по цівці, навантаженої значним зусиллям. Збігаюча гілка гусениці повинна витягнути трак із зачеплення з зубом. Це супроводжується значними втратами на тертя і підвищеним зносом зубів. Палець навантажений тільки зусиллям попереднього натягу гусениці, що зменшує знос шарнірів.

2. Гусеницю веде зуб, що входить в зачеплення (рис. 6.3 б). Після того як зуб 2 увійшов в зачеплення з цівкою, трак повинен лягти на зірочку, повертаючись на кут, ковзаючи цівкою, навантаженою силою тяги, по зубу. Це викликає підвищений знос зубів. Палець навантажений незначно, що зменшує знос шарнірів.

Таким чином, штовхальний спосіб передачі тягових зусиль супроводжується меншими втратами на тертя і меншим зносом зубів зірочки.

У цілому штовхальний спосіб передачі тягового зусилля вигідніше тягнучого і набуває все більшого поширення.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які вимоги пред'являються до ведучих коліс гусеничних рушіїв?

2. Де і як можуть бути встановлені ведучі колеса рушія?

3. Які складові робочих процесів повинна забезпечувати конструкція елементів зачеплення ведучих коліс з гусеницею?

4. Що собою є гребеневе зачеплення?

5. Що собою є зубове зачеплення?

6. Що собою є цівкове зачеплення?

7. Які розрізняють види цівкового зачеплення?

8. Які геометричні параметри визначають вид зачеплення?

9. Які розрізняють способи передачі тягового зусилля у цівковому зачепленні?

10. У чому полягає перевага штовхального способу передачі тягових зусиль?

11. Як може переміщуватись зуб колеса при здійсненні передачі тягового зусилля?

7 ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ СНІГОХОДУ МОДЕЛЬНОГО РЯДУ ТТМ-1901

7.1 Загальні відомості

Снігохід модельного ряду ТТМ-1901 розроблений і виготовлений в 2005 році Нижегородським заводом транспортно-технологічних машин «Транспорт». Він являє собою лижно-гусеничну машину з кабіною автомобільного типу, призначену для експлуатації в умовах снігового бездоріжжя і засніжених зимових доріг при низьких температурах (рис. 7.1) [9, 10].

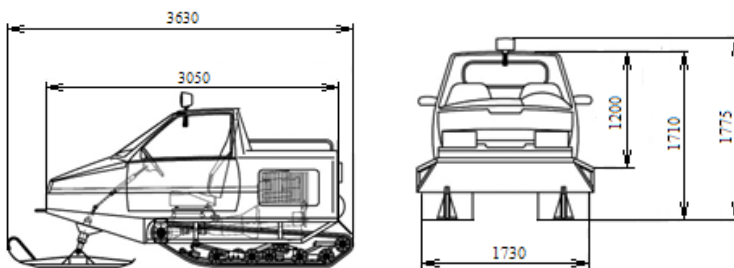


Рисунок 7.1 – Лижно-гусеничний снігохід ТТМ-1901

Снігоходи розраховані на безгаражне зберігання при температурах навколишнього повітря від +5 до -45°C.

Снігоходи випускаються в двох модифікаціях (рис. 7.2 а, б):

– ТТМ-1901 – з кузовом типу «універсал» з двома бічними і однією задніми дверима (кабіна відокремлена від моторного відділення перегородкою і верхньою кришкою, попереду кабіни – відділення для багажу, що закривається капотом);

– ТТМ-1901-01 – з корпусом типа «пікап» з двомісною дводверною кабіною, моторним і багажним відділеннями.

На снігоходах встановлюється двигун ВАЗ-21213 з рідинним охолодженням і п'ятиступінчаста механічна коробка передач.

Конструкція машини захищена патентом № 51959 на корисну модель з пріоритетом від 22.08.2005 р.



Рисунок 7.2 – Лижно-гусеничний снігохід:
а – ТТМ-1901; *б* – ТТМ-1901-01

7.2 Ходова частина

Ходова частина снігоходу складається з двох парних елементів:

- дві лижи;
- два гусеничних візка.

Лижі встановлені на телескопічних стійках, що мають можливість повертатися в бронзових втулках основи підвіски. Підстава підвіски кріпиться до корпусу снігоходу болтами. Лижа, стійка з втулкою і пружина при поворотах обертаються відносно нерухомого упору.

7.2.1 Передня підвіска

Корпус підвіски *б* (рис. 7.3) з прикріпленими до його пластини двома шпильками *8* кріпиться до корпусу снігоходу *18* болтами *19*. В корпусі *б* в бронзових втулках *5* і *7* встановлена телескопічна стійка *1* з привареною втулкою *2*. До втулки *2* приварений важіль рульової трапеції *17*. Жорсткість підвіски регулюється величиною попереднього стиснення пружин *16* за допомогою гайок *14*. До стійки *1* за допомогою пальця *21* кріпиться лижа *22*. Змащення телескопічної стійки *1*, втулок *5* і *7* здійснюється через маслянку *20*. Ущільнюється нижня частина стійки сальником *3* з гайкою *4*.

Лижа *22*, стійка *1* з втулкою *2* і пружина *16* при поворотах обертаються відносно нерухомого упору *13*. Роль підшипника виконує втулка підшипника *9* і шайба упорна *10*.

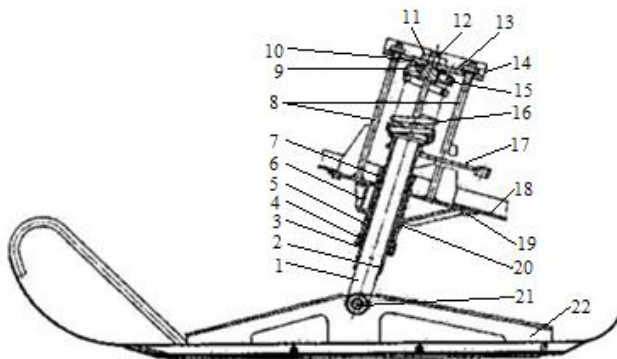


Рисунок 7.3 – Схема передньої підвіски:

- 1 – телескопічна стійка (корпус амортизатора); 2 – втулка;
 3 – сальники; 4 – гайка; 5 – втулка нижня; 6 – корпус підвіски в зборі; 7 – втулка верхня; 8 – стяжки (умовно розвернуті на 90°);
 9 – втулка підшипника; 10 – шайба упорна; 11 – гайка;
 12 – шток амортизатора; 13 – упор; 14 – гайка; 15 – чашка пружини верхня; 16 – пружина; 17 – важіль рульової трапеції;
 18 – корпус снігоходу; 19 – болт; 20 – маслянка; 21 – палець;
 22 – лижа

Втулка підшипника 9 пластмасова з графітовим напilenням. При поворотах її графітова поверхня третється по шліфованій поверхні упорної шайби 10 і мастила цей вузол не вимагає.

Для змащування втулок 2, 5 і 7 використовуються мастила «Літол-24», «ЦИАТИМ-201».

Передня підвіска регулюється шляхом зміни стиснення пружин 16 рівномірне закручування гайок 14 до досягнення відстані 40 мм (вид *a*) між нижнім упором важелів стійок і верхнім упором основи.

7.3 Гусеничний рушій

Гусеничний рушій:

– за типом: гусеничний з гребневим зачепленням і переднім розташуванням ведучих коліс (зірочок);

– ведучі колеса (зірочки): чотирьоххвонцеві з боковими гребнями, діаметром 160 мм;

- опорні котки: одинарні, з гумовим покриттям, зовнішній діаметр 160 мм;
- гусениці: гумокордні, довжиною 4445 мм, шириною 500 мм, армовані поперечними стрижнями із склопластика;
- механізм на тяжіння: тип «гвинт-гайка», який діє на вісь задніх верхніх коліс.

Гусеничний рушій складається з наступних частин (рис. 7.4):

- ходовий візок;
- гусенична стрічка.

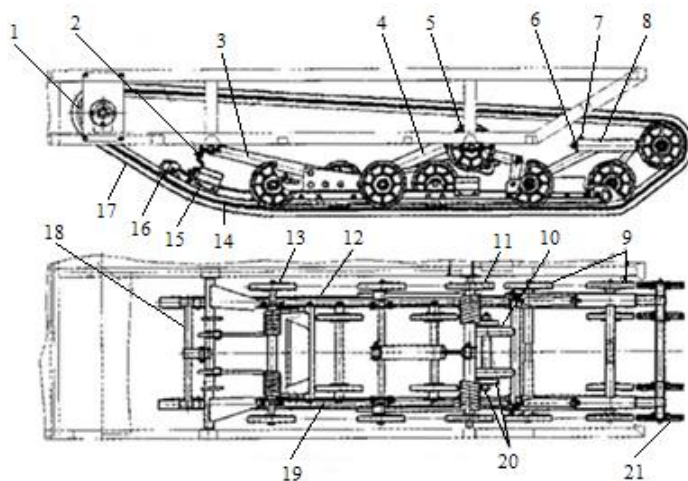


Рисунок 7.4 – Підвіска гусеничного руху:

- 1* – направляючі котки; *2* – ремінь; *3* – важіль передній в зборі;
- 4* – амортизатор гідравлічний; *5* – підтримуючий коток;
- 6* – гвинт регулювальний натягу гусениці; *7* – контрувальний болт; *8* – кронштейн задніх котків; *9* – опорні котки; *10* – задній важіль;
- 11* – задні пружини; *12* – направляюча рейок права в зборі; *13* – пружини задні; *14* – накладка; *15* – відбійник;
- 16* – наконечник; *17* – гусениця; *18* – зв’язок; *19* – направляюча рейок ліва в зборі; *20* – ексцентрики; *21* – коток задній (регулювальний)

Ходовий візок складається з двох напрямних рейок з встановленими на них пластиковими накладками.

Рейки з'єднані між собою шістьма осями опорних котків і зв'язком.

До корпусу снігоходу візок кріпиться шарнірно переднім і заднім важелями. Задній важіль має регулювання жорсткості пружин за допомогою ексцентриків.

Для сприйняття динамічного навантаження передбачені пружини і амортизатор.

Ось задніх котків за допомогою регульовальних гвинтів можна переміщати. За рахунок цього регулюється натяг гусениці.

На осі заднього важеля встановлені підтримуючі котки для підтримки верхньої гілки гусениці. Обмеження ходу підвіски забезпечується відбійниками.

Опорні котки виступають нижче площини накладок напрямних рейок на 10 мм, що допускає рух снігоходу по твердій поверхні.

Гусениці (рис. 7.5) являють собою гумокордні стрічки, довжиною 4445 мм, шириною 500 мм. Стрічки армовані склопластиковими стрижнями, мають виступаючі гребені для зачеплення із зірочками і металеві скоби для ковзання по ним рейок ходових візків.

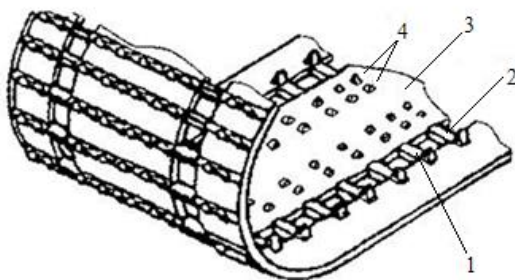


Рисунок 7.5 – Гусенична стрічка:

1 – скоба з гребенем; 2 – скоба без гребня; 3 – полотно гусеничної стрічки; 4 – виступаючі гребні

Зачеплення ведучих зірочок з гусеницею – гребеневе. Ведучі зірочки 2 і 3 насажені на ведучій вал 1 (рис. 7.6). Зірочки 2 мають односторонні шипи, а ведучі зірочки 3 – двосторонні. На валу 1 з одного кінця нарізані шліци, через які передається крутний момент.

На обох кінцях вала є посадочні шийки для підшипників, які встановлюються в стакани, змонтовані в рамі снігоходу.

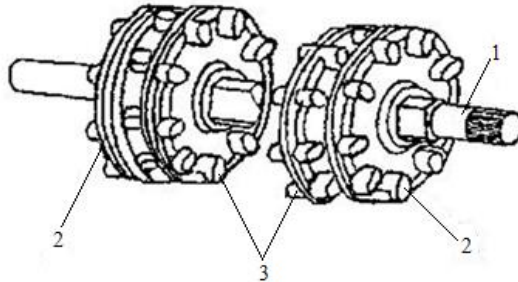


Рисунок 7.6 – Ведучий вал:

1 – ведучий вал; 2 – зовнішня ведуча зірочка;

3 – внутрішня ведуча зірочка

7.4 Рульове керування

На машині застосовано рульове керування автомобільного типу за схемою, яка наведено на рисунку 7.7.

Опора рульового механізму 1 закріплюється на рамі снігоходу. В опорі 1 за допомогою хомутів 5 кріпиться рульовий механізм 2. На щитку передка снігоходу закріплене кронштейн 9 у якому на підшипниках обертається вал колонки 8. На валу 8 встановлено рульове колесо 10. Другий кінець вала колонки 8 за допомогою карданного проміжного валу 7 з'єднано шліцями з зубчастим колесом рульового механізму 12. Обидва кінця рульового механізму 2 за допомогою наконечників 14 закріплені у важелях повороту стоек передньої підвіски. Змащування робочої порожнини рульового механізму здійснюється мастилами «Фиол-2У», № 158.

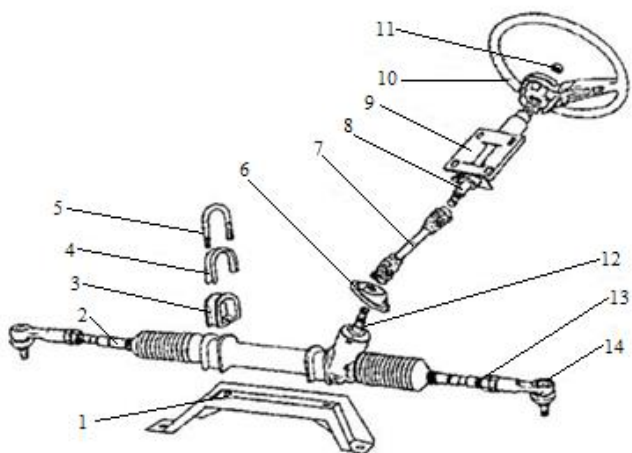


Рисунок 7.7 – Рульове керування:

1 – опора рульового механізму; 2 – рульовий механізм в зборі;
 3 – втулка скоби; 4 – скоба; 5 – хомут; 6 – ущільнювач
 зубчастого колеса; 7 – вал проміжний; 8 – вал колонки;
 9 – кронштейн; 10 – колесо рульове; 11 – гайка; 12 – зубчасте
 колесо рульового механізму; 13 – контргайка; 14 – наконечник
 в зборі

8 ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ МАШИН МОДЕЛЬНОГО РЯДУ ТТМ-6901/6902

8.1 Загальні відомості

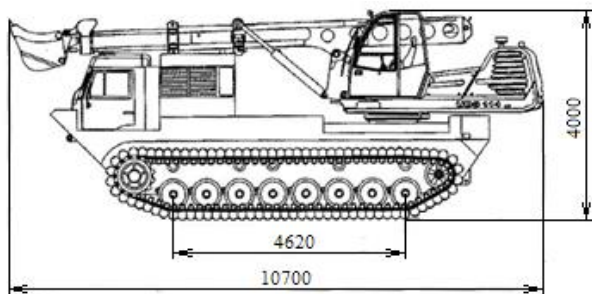
Ходова частина транспортно-тягових машин складається з наступних частин (рис. 8.1) [10]:

- гусеничного рушія;
- підвіски.

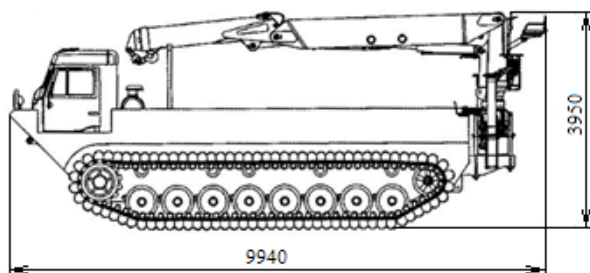
Базове гусеничне шасі снігоболотохода для розміщення технологічного обладнання ТТМ-6901ГР наведено на рисунку 8.1, модифікація та геометричні розміри наведено на рисунку 8.2 *а–в*. Шасі випускається Нижегородським заводом транспортно-технологічних машин.



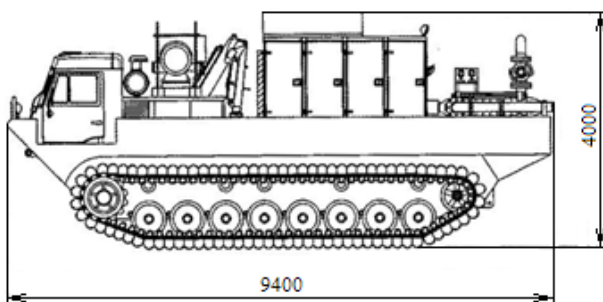
Рисунок 8.1 – Базове гусеничне шасі ТТМ-6901:
1 – ведуче колесо (зірочка); *2* – опірний коток;
3 – підтримуючий коток; *4* – напрямне колесо;
5 – трак гусеничного ланцюга



a



б



в

Рисунок 8.2 – Схеми машин модельного ряду
ТТМ-6901/6902:

a – ТТМ-69021Є з екскаваторною установкою;

б – ТТМ-6901ГМ з гідроманіпулятором; *в* – ТТМ-6901НУ
з насосною установкою

Гусеничний рушій призначений для перетворення обертального руху ведучих коліс в поступальний рух машини. Він забезпечує високу прохідність по місцевості завдяки малому питомому тиску на ґрунт.

Гусеничний рушій (рис. 8.3) складається з наступних елементів:

- двох гусениць 3;
- двох ведучих коліс 1;
- двох напрямних коліс 10 з механізмами натягу гусениць 9;
- шістнадцяти опорних котків 2;
- десяти підтримуючих 7 котків.

Гусениці через опорні котки виконують наступні функції:

- сприймають масу машини і розподіляють її на велику опорну поверхню;
- створюють необхідне зчеплення з ґрунтом і при передачі тягового зусилля від ведучих коліс і забезпечують поступальний рух машини.

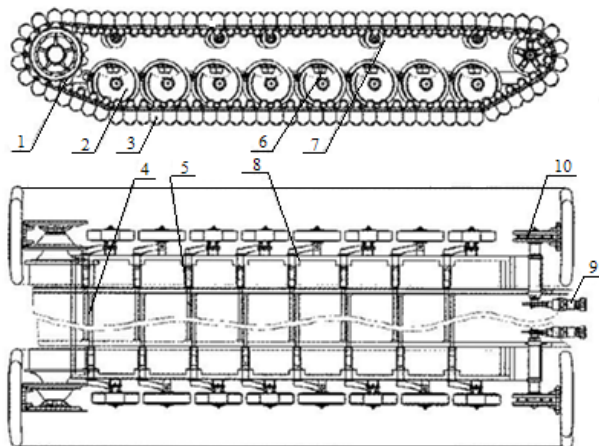


Рисунок 8.3 – Ходова частина:

- 1 – колесо ведуче; 2 – коток опорний; 3 – гусениця;
- 4 – вал торсіонний лівий; 5 – вал торсіонний правий;
- 6 – упор пружний; 7 – коток підтримуючий; 8 – балансир;
- 9 – механізм натягу; 10 – колесо направляюче

Гусениці за конструкцією дрібноланкові (рис. 8.4) та складаються з 86 траків кожна.

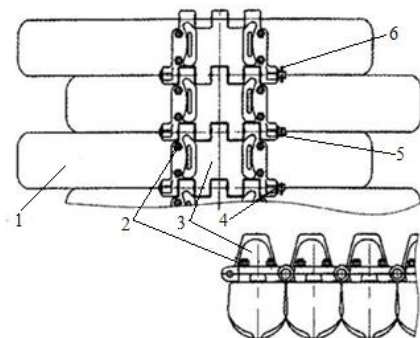


Рисунок 8.4 – Гусениця в зборі:

1 – трак пневматичний; *2* – болтове з'єднання; *3* – трак металевий; *4* – шайба; *5* – палець; *6* – шплінт

Траки, з'єднані між собою пальцями *5*, утворюють замкнений ланцюг. Кожен трак складається з наступних частин:

- металевому *3* траку шириною 350 мм;
- пневматичного трака, який закріплено на металевому траку за допомогою болтового з'єднання *2*, довжиною 1080 мм.

Траки з'єднані таким чином, що загальна ширина гусениці становить 1260 мм.

Металевий трак *3* литий з двома гребнями, чотирма вушками з одного боку і трьома вушками з іншого. Гладка поверхня траків служить біговою доріжкою для опорних котків.

На зовнішній стороні трака є виступи, які призначені для підвищення надійності кріплення пневматичного трака.

Гребені попереджають схід гусениці з опорних, підтримуючих котків і направляючих коліс.

Пневматичний трак *1* представляє собою гумокордну оболонку. На верхній стороні трака встановлені чотири болта, за допомогою яких пневматичний трак кріпиться до металевому. На його зовнішній стороні сформовані ґрунтозачеми для забезпечення надійності зчеплення гусениці з ґрунтом.

8.2 Елементи конструкції рушія

8.2.1 Ведуче колесо

Ведучі колеса, отримуючи обертання від двигуна через агрегати силової передачі, перемотують гусениці, які знаходяться з ними в зачепленні і передають штовхаючи зусилля корпусу машини. Під дією цих зусиль машина котиться на опорних котках по гусеницях.

Ведуче колесо складається з наступних частин (рис. 8.5):

- корпус *1*;
- два зубчасті вінця *5*.

Корпус ведучих коліс – литий, зварений з трьох частин: двох дисків і маточини зі шпичками.

До фланців диска і маточини за допомогою болтів *3* та гайок *4* з шайбами кріпляться знімні зубчасті вінці, що мають по *14* зубів.

Ведучі колеса встановлені на валах бортових передач на конусах *2* і *7* і кріпляться пробкою *5* (рис. 8.4). Для стопоріння пробки використовуються стопорне кільце *6* і два стопорних болта *9*.

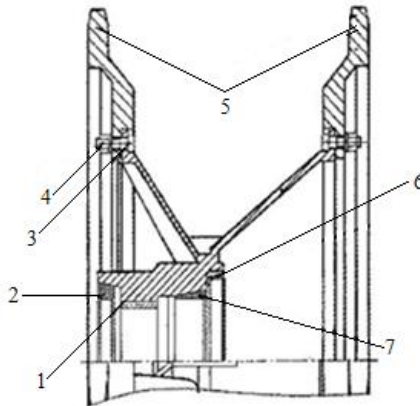


Рисунок 8.5 – Ведуче колесо:

- 1* – корпус ведучого колеса; *2* – конус зовнішній; *3* – болт;
- 4* – гайка; *5* – зубчасті вінці; *6* – кільце лабіринтового ущільнення; *7* – конус внутрішній

8.2.2 Направляюче колесо

Направляюче колесо 1 (рис. 8.6) призначено для спрямування руху гусениці при її перемотуванні під час руху машини.

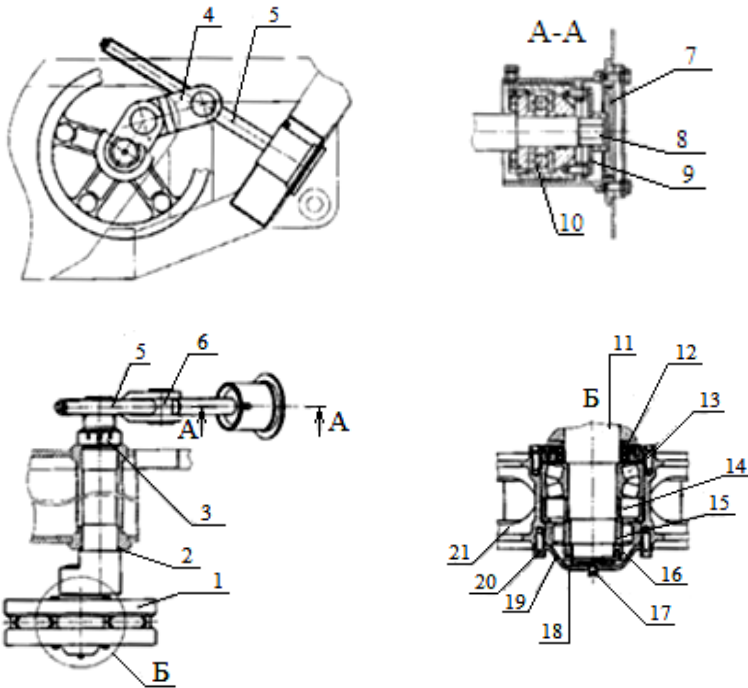


Рисунок 8.6 – Направляюче колесо з механізмом натягу гусениць:

1 – направляюче колесо з кривошипом; 2 – шайба регулююча; 3 – гайка кривошипа; 4 – важіль; 5 – гвинт механізму натягу; 6 – гайка; 7 – кришка механізму натягу; 8 – шестигранник гвинта механізму натягу; 9 – фіксатор гвинта; 10 – підпорний шарикопідшипник; 11 – вісь направляючого колеса; 12 – манжети; 13 – сферичний роликпідшипник; 14 – розпірні втулки; 15 – циліндричний роликпідшипник; 16 – гайка; 17 – пробка; 18 – шплінт; 19 – кришка; 20 – болт; 21 – колесо направляюче

На машині встановлені два направляючі колеса, які зварені з двох фасонних дисків і розташовані по бортам корпусу в кормовій частині.

Направляючі колеса встановлені на осі кривошипа 11 на двох роликів підшипниках, циліндричному 15 і сферичному 13. Між обоймами підшипників встановлені дві розпірні втулки 14. Від осьового зміщення колесо кріпиться гайкою 16, яка фіксується шплінтом 18.

Зовні колесо закрито кришкою 19. У центрі кришки є заправний отвір, закритий пробкою 77. Кришка ущільнюється гумовим кільцем ущільнювача. З внутрішньої сторони колеса встановлена кришка з вмонтованими в неї двома манжетами 12 і кільцем ущільнювача. На кінці кришки є виступ, який входить в паз обійми лабіринту, встановленої на осі кривошипа 11. Кришка кріпиться до маточини колеса болтами.

Для змащення підшипників колеса застосовується мастило «Літол-24».

8.2.3 Механізм натягу гусениць

Механізм натягу гусениць призначений для регулювання натягу гусениць.

Натяг гусениць здійснюється за допомогою кривошипа, який, обертаючись на опорах в корпусі, змінює відстань між центрами ведучого і направляючого коліс і тим самим послаблює або натягує гусеницю.

Порожнина між кривошипом і трубою кривошипа, який вварений в корпус машини, заправлена мастилом «Літол-24».

Механізм натягу механічний гвинтовий. Доступ до регулювання здійснюється через кришку, розташовану на задньому листі корми.

Механізм складається з наступних елементів (рис. 8.6):

- кривошипа;
- важеля 4;
- гвинта 5;
- гайки 6;
- опори гвинта з упорним підшипником 10.

Від осьового зміщення направляюче колесо з кривошипом утримується гайкою важеля 3, яка фіксується шплінтом. На

шліцах кривошипа посаджений важіль 4, який передає зусилля натягу через гайку 6 на гвинт 5.

Регулювання механізму проводиться обертанням гвинта 5 з допомогою ключа для натягу гусениць. Після натягу гусениць шестигранник 8 гвинта механізму натягу стопориться фіксатором 9.

8.2.4 Підтримуючий коток

Підтримуючі котки призначені для підтримання і направлення верхніх гілок гусениць при їх перемотуванні.

На машині встановлено десять підтримуючих котків, по п'ять з кожного борту.

Підтримуючі котки – одинарні з гумовими шинами.

Маточина 3 (рис. 8.7) котка виготовлена з алюмінієвого сплаву. На маточині навулканізована гумова шина. Котки встановлюються на двох кулькових підшипниках 11 на осях кронштейнів 2, що кріпляться болтами 16 до кронштейнів, ввареним в борта корпусу машини. Між обоймами підшипників 11 встановлені втулки 12. Від осевого зміщення коток утримується гайкою 5, яка стопориться стопором.

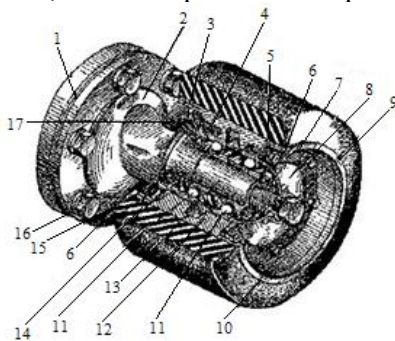


Рисунок 8.7 – Підтримуючий коток:

- 1 – регулюючі прокладки; 2 – кронштейн котка; 3 – маточина;
- 4 – задня кришка; 5 – гайка кріплення котка; 6 – ребро маточини;
- 7 – штифт гайки; 8 – кришка; 9 – пробка отвору для мастильного матеріалу; 10 – болт кріплення кришки; 11 – шарикопідшипник;
- 12 – розпірна втулка; 13 – вісь котка; 14 – самопритискна манжета; 15 – лабіринтне ущільнення; 16 – болт кріплення кронштейна; 17 – болт кріплення кришки

Зовні маточина котка закрита кришкою 8, яка закріплена болтами 10. В центрі кришки є заправний отвір, закритий пробкою 9 з алюмінієвою прокладкою.

З внутрішньої сторони котка встановлена кришка з вмонтованою в ній двокромковою підтискною манжетою 14. На торці кришки є виступ, який входить в паз обойми 15 лабіринту, яка встановлена на осі кронштейна 2.

Кришка кріпиться до маточини котка болтами 17. Регулювальні прокладки 1 служать для виставки підтримуючих котків по колії в лінію.

Для змащення підшипників котка застосовується мастило «Літол-24».

8.2.5 Опорний коток

Опорні котки призначені для підтримання машини і забезпечення її поступального руху під час перекочування по замкнутому гусеничному ланцюгу.

На машині встановлено 16 опорних котків, по вісім з кожного борту.

Для збільшення підйомної сили на плаву опорні котки виконані пустотілими.

Опорний коток – одинарний. Він складається з наступних елементів (рис. 8.8):

- маточини 12;
- двох дисків 9;
- бандажу 11.

При цьому бандаж и диск з'єднуються зварюванням. Зовні на бандаж 11 навулканізована гумова шина 10.

Коток встановлений на осі 4, виконаний як одне ціле з балансиrom 3.

Коток обертається на одному кульковому 13 і одному роликовому 8 підшипниках. Між внутрішніми обоймами цих підшипників встановлена розпірна втулка. Від осьового зсуву коток утримується гайкою 17, стопориться штифтом 16.

Маточина котка з зовнішнього боку закрита кришкою 14, в центрі якої є заправний отвір, закритий пробкою 15 з алюмінієвою прокладкою. Кришка 14 встановлюється на сурику і ущільнюється гумовим кільцем ущільнювача. З внутрішньої

сторони котка встановлена обойма 5 лабіринту і кришка 7 з вмонтованими в неї двома самопідтискними манжетами 6. На торці кришки 7 є виступ, який входить в паз обойми 5, встановленої на осі котка. Між кришкою 7 і маточиною опорного котка встановлено кільце ущільнювача.

Для змащення підшипників котка застосовується мастило «Літол-24».

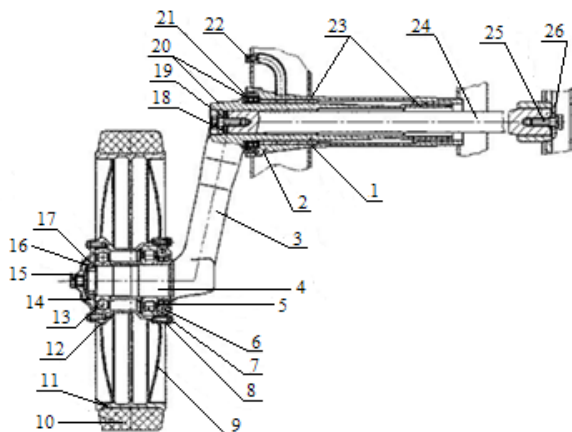


Рисунок 8.8 – Опорний коток з підвіскою:

- 1 – вісь балансира; 2 – кронштейн підвіски; 3 – балансир;
 4 – вісь котка; 5 – обойма лабіринту; 6 і 21 – манжети;
 7 і 14 – кришки; 8 – підшипник роликовий; 9 – диск; 10 – шина
 гумова; 11 – бандаж; 12 – маточина; 13 – підшипник
 кульковий; 15 і 22 – пробки; 16 – штифт; 17 – гайка;
 18 і 25 – болти; 19 – кришка торсіонна; 20 – прокладки
 регульовані; 23 – втулки бронзові; 24 – вал торсіонний;
 26 – шайба

8.3 Елементи конструкції підвіски

Підвіска призначена для забезпечення плавності ходу при русі машини по нерівностях місцевості, а також для пом'якшення ударів і поштовхів при наїзді на перешкоди.

Підвіска машини – індивідуальна торсіонна, складається з наступних елементів:

- шістнадцяти пружних торсіонних валів 4 і 5 (рис. 8.3);
- шістнадцяти балансирів 8, встановлених в кронштейнах підвіски;
- шістнадцяти упорів.

8.3.1 Торсійний вал

Торсійний вал є пружним елементом підвіски. Під впливом сил, що передаються від ґрунту на опорний коток, балансир, повертаючись навколо своєї осі, закручує торсіонний вал. При знятті навантаження з котка пружні сили торсіонного вала при розкручуванні повертають балансир і коток в початкове положення.

Торсіонний вал 24 (рис. 8.8) являє собою сталевий стрижень циліндричної форми з двома головками, виконаними на кінцях вала. Головки виконані різного діаметру і мають шліци. Мала головка входить в шліци осі 1 балансира, велика – в шліцьову втулку, що приварена до лонжерону днища корпусу.

Від поздовжнього зміщування торсіонний вал утримується:

- з боку малої головки – кришкою 19, що упирається в торець осі балансира, і болтом 18;
- з боку великої головки – шайбою 26, що упирається в поздовжнє ребро днища корпусу, і болтом 25. Шайба 26 утримує від осевого зсуву і балансир з катком.

Ущільнення кришки 19 в осі балансира 1 здійснюється гумовим кільцем.

Різьбовий отвір для гвинта в малій голівці торсіонного вала використовується також для його витягування з корпусу.

Для підвищення втомної стійкості торсіонні вали піддають заневолюванню (попередньому закручуванню) в напрямку, в якому вони будуть працювати. Тому торсіонні вали поділяються на ліві і праві, про це на їх торцях нанесено маркування ЛПВ і ПР. При установці торсіонних валів необхідно дотримуватись маркування.

8.3.2 Балансир

Балансир призначений для з'єднання корпусу машини з опорними котками. Балансир 3 (рис. 8.8) кований, порожнистий, виконаний як одне ціле з віссю балансира 1 і віссю 4 опорного котка. Знизу в отвір балансира вставлена пробка для запобігання потрапляння бруду. На вісь 4 котка напресована обойма лабіринту 5. У середині осі балансира нарізані трикутні шліци, в які входять шліци малої голівки торсійного валу.

Вісь балансира спирається на дві втулки 23, запресовані в отвори кронштейна 2 підвіски. Кронштейн підвіски зварений з двох кованих половин і приварений до лонжерону днища корпусу. Із зовнішнього боку на торцевій поверхні кронштейна є розточування, в яке встановлюються два самопідтискні манжети 21, і виточка, в яку входить кромка кришки осі балансира, утворююча лабіринт. Канал для змащення втулок осі балансира 1 закритий пробкою 22.

Для змащування поверхонь тертя застосовується мастило «Літол-24».

8.3.3 Упор

Упор 6 (рис. 8.3) призначений для обмеження ходу котка і пом'якшення жорстких ударів балансирів об корпус.

На машині встановлено шістнадцять пружних або гумових упорів. Пружинний упор являє собою буферну пружину, встановлену на основі. Знизу в пружину вставлений бойок, за яким вдаряє балансир при великому ході котка. Упор кріпиться болтом до кронштейну, привареного до бортового листа корпуса машини.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. З яких частин складається гусеничний рушій машини?
2. Що собою є траки гусеничного ланцюга?
3. Які функції виконують ведучі колеса (зірочки)?
4. Що собою є опорний коток рушія?
5. З яких елементів складається підвіска рушія?
6. Яким чином торсійний вал утримується від продовжних зміщень?

9 ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІІ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ МАШИНИ ТТМ-4901

Машина ТТМ-4901 представляє собою дволанкову зчленовану плаваючу гусеничну машину високої прохідності. Машина випускається нижегородським заводом транспортно-технологічних машин в п'яти модифікаціях. Перша ланка однакова для усіх модифікацій. Друга ланка відрізняється виконанням кузова в залежності від призначення машини, яке може бути наступним:

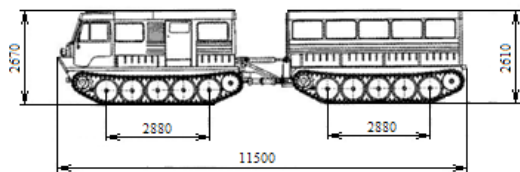
- пасажирська (рис. 9.1);
- вантажна;
- з гідравлічним підйомником;
- бурильно-кранова;
- технічна допомога.

Основні модифікації транспортно-технологічної машини ТТМ-4901 наведено на рисунку 9.1 [10].

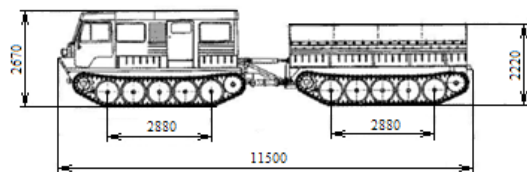


Рисунок 9.1 – Пасажирський снігоболотохід ТТМ-4902ПС:

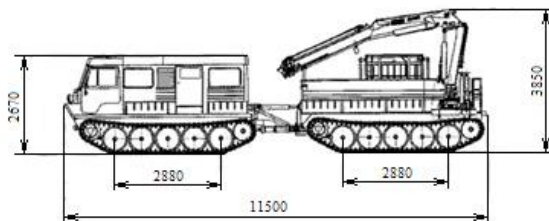
- 1 – перша ланка; 2 – опорний коток рушія першої ланки;
- 3 – трак ланцюга; 4 – напрямний коток рушія першої ланки;
- 5 – друга ланка; 6 – опорний коток рушія другої ланки;
- 7 – напрямний коток рушія другої ланки



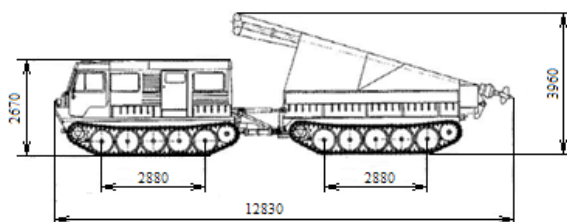
a



б



в



г

Рисунок 9.2 – Основні модифікації ТТМ-4901:
a – пасажирська машина ТТМ-4901ПС; *б* – вантажна машина ТТМ-4901ГР; *в* – машина з краном-маніпулятором ТТМ-4901ГП; *г* – бурильно-кранова машина ТТМ-4901БК з установкою БКО-515А

Всі модифікації машини розраховані на експлуатацію та безгаражне зберігання при температурах навколишнього середовища від $+40^{\circ}\text{C}$ до -45°C .

9.1 Гусеничний рушій

Ведучі колеса (зірочки) – зубчасті вінці для різних типів гусениць різні, служать для перетворення крутних моментів на валах бортових передач в тягові зусилля на гусеницях.

Ведуче колесо складається з наступних елементів (рис. 9.3):

- маточини *10*;
- двох штампованих дисків *11*;
- двох литих зубчастих вінців *1*.

Вінці зцентровані і закріплені болтами *2* з гайками *3* на дисках.

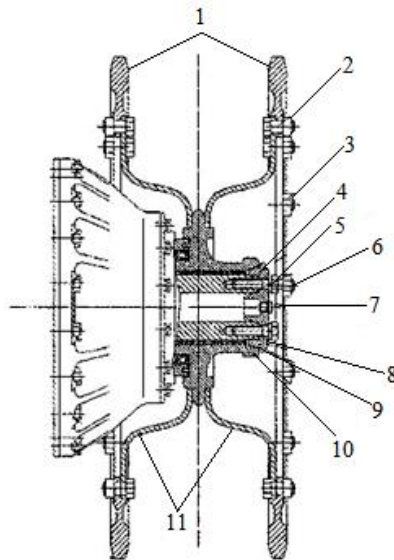


Рисунок 9.3 – Ведуче колесо:

- 1* – зубчастий вінець; *2* – болт; *3* – гайка; *4, 5* – кільця ущільнювача; *6* – болт кріплення кришки; *7* – пробка заливна;
- 8* – кришка кріплення ведучого колеса; *9* – втулка упорна;
- 10* – маточина ведучого колеса; *11* – диски ведучого колеса

Ведуче колесо монтується на шліцах відомого вала бортової передачі та кріпиться кришкою 8, втулкою упорною конічною 9 і болтами 6, які встановлюються в торець веденого вала бортової передачі. Для герметизації внутрішньої порожнини вала в канавках кришки і валу ставляться кільця ущільнювачів 4 і 5. В центральний отвір кришки 8 вернута пробка 7.

При монтажі ведучого колеса на ведений вал бортової передачі шліци обох деталей, а також їх поверхні, що з'єднуються з кришкою і упорною втулкою повинні бути очищені, промиті і змащені тонким шаром мастила «Літол-24» («ЦИАТИМ-201»).

При великому зносі профілю зубів вінців 3 (до 10–11 мм з одного боку) ведучі колеса рекомендується міняти місцями: з правого борту переставити на лівий, а з лівого – на правий.

Можна не міняти ведучі колеса місцями, а змінювати місцями зубчасті вінці. При сумарному зносі профілю (з обох сторін) до 20–22 мм зношені вінці необхідно замінити новими.

При заміні зубчастих вінців відхилення розташування профілю зубів одного вінця ведучого колеса щодо відповідних зубів протилежного вінця повинно бути не більше 2 мм.

9.1.1 Гусеничний ланцюг з відкритим шарніром

На машині по вибору встановлюються гусениці з відкритим металевим шарніром або з гумометалевим шарніром або бігова доріжка з гумовим покриттям. Гусениця дрібноланкова, ланцюгового зачеплення, з розширювачами або без них.

Гусеничні ланцюги (гусениці) з відкритим шарніром дрібноланкові, складаються з 83 ланок (траків) кожна, крок ланки 128 мм.

Гусениці випускаються в двох модифікаціях:

– сталеві, ширина ланки 390 мм;

– сталеві з гумокордними розширювачами, ширина ланки 760 мм.

В основу обох гусениць закладено одна і та сама металева ланка 1 (трак) (рис. 9.4), до якого в другому випадку кріпляться гумокордні розширювачі. Ланки з'єднуються шарнірно один до одного за допомогою пальців.

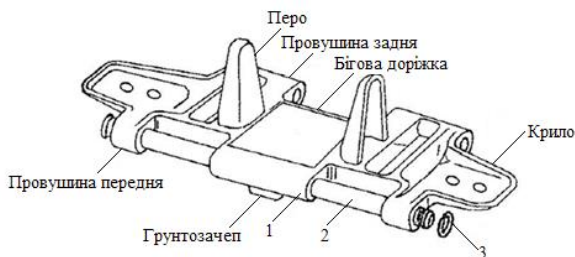


Рисунок 9.4 – Ланка гусениці з відкритим шарніром
(комплект):

1 – ланка; 2 – палець; 3 – стопорне кільце

Пальці 2 гусениці боровані з загартуванням ТВЧ, діаметром 15,5 мм, мають з одного боку висаджені головки, а з іншого – канавки, в які входять стопорні кільця 3, утримуючі пальці від випадання з траків.

Ланка 1 гусеничного ланцюга з одного боку має два напрямних пера (гребня), між якими розташована бігова доріжка котків, а з іншого боку (з боку підшви) – ґрунтозачепи, необхідні для зчеплення з ґрунтом.

На рисунку 9.5 представлена ланка гусениці з розширювачами. Розширювачі 4 кріпляться до ланки 1 за допомогою пластин 6, болтів 5 з гайками та шайбами.

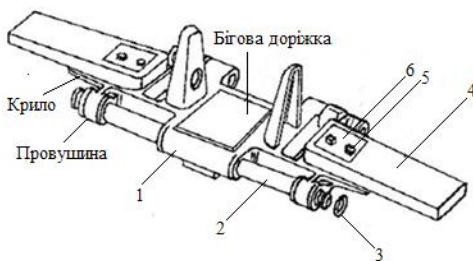


Рисунок 9.5 – Ланка гусениці з розширювачами:

1 – ланка; 2 – палець; 3 – стопорне кільце; 4 – розширювач;
5 – кріплення (болт, шайба пружинна, гайка); 6 – пластина

Гусеничні ланцюги з відкритим шарніром надягають на ходову частину так, щоб ланки розташовувалися на ґрунті трьома вушками вперед і двома назад. Пальці ставляться головками назовні, а стопорними кільцями всередину до корпусу машини. Таким чином, за положенням пальців розрізняються правий і лівий гусеничні ланцюги.

Гусеничні ланцюги з розширювачами розраховані переважно на експлуатацію машини по м'якому ґрунті (сніжна цілина, заболочена місцевість, брудні ґрунтові дороги тощо). Ґрунтозачеми ланок дають хороше зачеплення гусениць з полотном дороги, забезпечуючи високу прохідність машини.

З метою запобігання ланок від поломки і прискореного зносу ґрунтозачепів не слід зловживати рухом машини по дорогах з твердим покриттям (кам'янисті дороги, бруківку і бетонне шосе тощо). Їзда в цих умовах повинна бути зведена до мінімуму. Необхідно систематично стежити за станом ланок гусеничних ланцюгів. При появі тріщин на підшві ланки і в зоні вушок ланку необхідно замінити.

В міру зношування пальців і отворів у вушках ланок гусеничні ланцюги подовжуються, і натяг їх слабшає. Рух з надмірно ослабленими гусеницями призводить до наїзду котків на пир'я ланок, руйнування гумових шин котків і напрямних коліс, а також до спадання гусениць. Тому рекомендується періодично перевіряти натяг гусеничних ланцюгів і, при необхідності, підтягувати гусениці, не допускаючи їх надмірного провисання. Потрібно пам'ятати, що і надмірний натяг гусениць прискорює їх знос і погіршує розгін машини і паливну економічність.

9.1.2 Гусеничний ланцюг з гумометалевим шарніром

На машині встановлюються гусениці з гумометалевим шарніром (ГМШ) і біговою доріжкою, яка покривається поліуретаном або гумою.

Гусениця дрібноланкова, цівкового зачеплення, з розширювачами або без них. Кожна гусениця складається з 83 ланок *1* (рис. 9.6), з'єднаних шарнірно пальцями.

Ланка 1 гусениці представляє собою зварену конструкцію, що складається з штампованої підшви ланки і двох приварених до неї пір'їв, що служать для направлення руху котків по гусениці. Покрита гумою або поліуретанова поверхня між пір'ям служить біговою доріжкою для ковзанок. З протилежного боку поверхню підшви має розвинені ґрунтозацепи і ребра, що забезпечують зчеплення гусениці з опорною поверхнею. Ланка має з одного боку три вушка, а з іншого – два. У вушках виконані отвори для пальців 2, що з'єднують ланки.

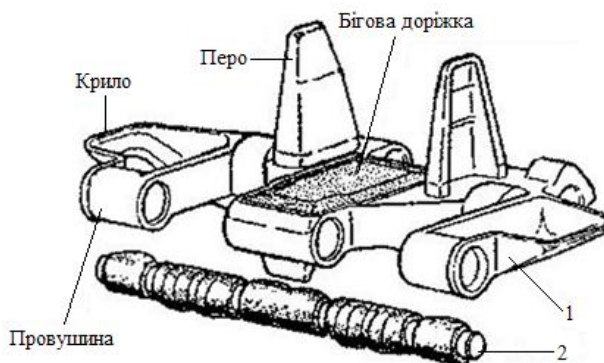


Рисунок 9.6 – Ланка гусениці і палець ГМШ:
1 – ланка; 2 – палець

Ланка 1 гусениці сталева, термооброблена.

Пальці 2 являють собою сталеву термооброблену арматуру з вісьмома навулканізованими втулками несиметричного профілю. Палець запресований в вушка так, що суцільна сторона гумових втулок повернута до зовнішньої сторони вушок.

Пальці утримуються у вушках за рахунок натягу гуми і додаткового стопору не вимагають. Гусениці з гумометалевим шарніром монтується на ходову частину таким чином, щоб ланки розташовувалися на ґрунті двома вушками вперед, а трьома назад.

В міру витяжки гусениць натяг їх слабшає, тому рекомендується періодично перевіряти і, при необхідності, підтягувати гусениці, не допускаючи їх надмірного провисання. Рух з надмірно ослабленими гусеницями може привести до спадання гусениць. При цьому пошкоджуються ошиновки опорних котків і напрямних коліс, а також обгумована бігова доріжка. При надмірному натягу гусениць зростають втрати потужності на перемотування і витрата палива, знижуються динамічні якості машини, і зростає знос зубів ведучих коліс і цівок гусениць. При натягу гусениць необхідно враховувати, що під час руху машини липкий бруд і пісок набиваються на бігову доріжку гусениці, збільшуючи її натяг. Тому для руху в цих умовах гусениці машини треба натягувати слабкіше.

Для регулювання натягу гусениць кривошипи напрямних коліс забезпечені механізмом натягу. Коли подовження гусениць стане таким, що усунути його механізмом натягу не вдасться, слід видалити з кожної гусениці по одному траку і знову натягнути їх. Допускається видалення не більше однієї ланки з кожної гусениці. Видалення більшої кількості ланок приведе до надмірного збільшення кроку гусениці і скидання її з ведучого колеса.

9.1.3 Опорні котки

Машина має десять (по п'ять на сторону) опорних котків розміром 700×85 мм на кожній ланці.

Коток складається з наступних елементів (рис. 9.7):

- маточини;
- двох штампованих дисків;
- ободу з поліуретановою або навулканізованою гумовою шиною.

Диски приварені до маточини і обода герметичними швами.

Коток монтується на вісь балансира на двох шарикових підшипниках, запресованих в маточину. В процесі роботи кулькові підшипники котка не потребують регулювання, тому гайка 3 осі котка повинна затягуватися до відмови.

Маточина котка закрита кришкою 2 з різьбою, в яку вгвинчена пробка 1. Кришка ущільнюється гумовим кільцем 20.

Маточини котків і лівців заправлені мастилом «Літол-24».

З внутрішньої сторони маточина має фрикційне ущільнення 18, ущільнюючу шайбу 19 і лабіринтве кільце 17. Ущільнювальна шайба 19 обертається разом з катком, а лабіринтве кільце 17 і фрикційне ущільнення 18 сидять нерухомо на осі. При обертанні котка тертя відбувається між торцями ущільнювальної шайби 19 і фрикційного ущільнення натискного кільця 18. Тертьові поверхні кільця і шайби притерті і мають високу твердість.

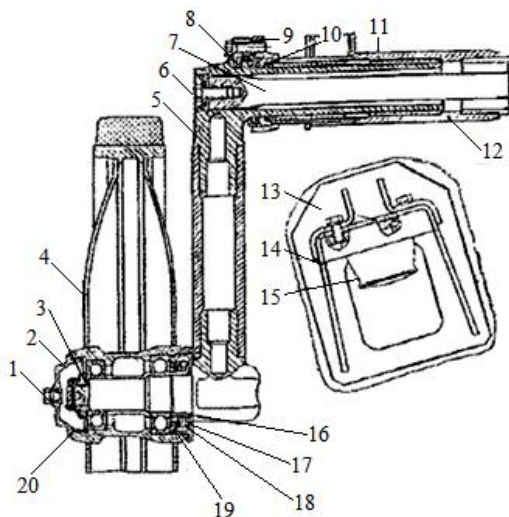


Рисунок 9.7 – Установка опорного котка:

- 1 – пробка; 2 – кришка маточини; 3 – гайка осі котка; 4 – коток;
 5 – балансир; 6 – болт; 7 – торсіон; 8 – фіксатор; 9 – прокладки;
 10 – манжетне ущільнення; 11 – підшипники ковзання;
 12 – труба; 13 – упор; 14 – кронштейн; 15 – буфер;
 16 – ущільнююче кільце; 17 – лабіринтве кільце; 18 – фрикційне
 ущільнення; 19 – ущільнююча шайба; 20 – ущільнююче кільце

9.2 Підвіска

Підвіска машини незалежна, торсіонна. Вона складається для кожного борту обох ланок з п'яти балансирів і п'яти торсіонних валів.

Торсіони 7 (рис. 9.8) правого і лівого бортів лежать на одній осі і встановлені в п'яти трубах 12 підвіски, розташованих поперек корпусу машини.

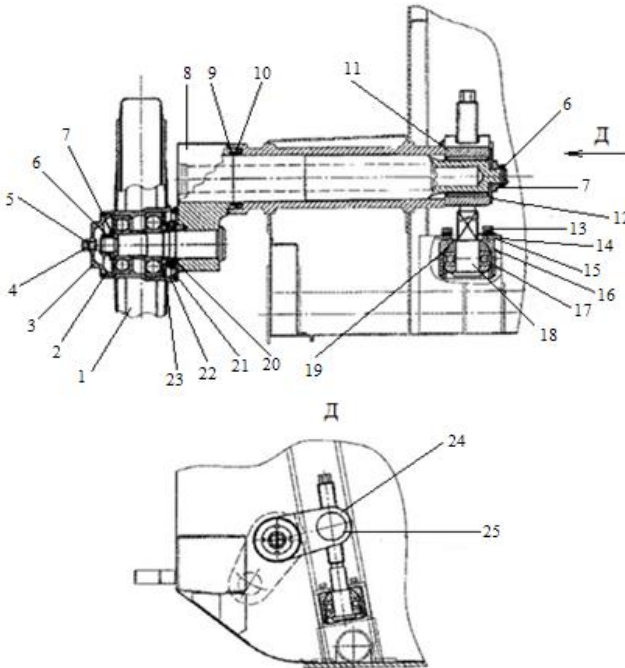


Рисунок 9.8 – Механізм натягу гусениць:

- 1 – направляюче колесо; 2 і 20 – ущільнюючі кільця;
- 3 – кришка маточини; 4 – пробка; 6 – шплінт; 7 – гайка осі котка; 8 – кривошип котка; 9 – регулююча прокладка;
- 10 – манжета; 11 – кільце стопорне; 12, 14 – шайби; 13 – болт;
- 15 – стопорна пластина; 16 – корпус; 17 – упорний підшипник;
- 18 – гвинт; 19 – сферична шайба; ущільнююче кільце;
- 21 – лабіринтне кільце; 22 – фрикційний ущільнювач;
- 23 – ущільнююча шайба; 24 – вилка кривошипа; 25 – палець

Торсіон одним кінцем з'єднується зі шліцями осі балансира 5, а іншим входить в шліцьову опору труби підвіски.

Ось балансира обертається в двох підшипниках 11. Підшипники бронзові або текстолітові з домішками 2–3% графіту, запресовані в трубу 12 підвіски. Домішки графіту в текстоліт дозволяє не застосовувати мастило в процесі експлуатації машини. Для запобігання попадання пилу і вологи до шийок осі балансира перед зовнішнім підшипником змонтований лабіринт з манжетним ущільненням 10. Балансир утримується від осьового переміщення фіксатором 8, закріпленим двома болтами на трубі підвіски 12.

Для регулювання установки котків в лінію під фіксатором встановлені регулюючі прокладки 9.

Для зняття балансира треба підняти машину домкратом так, щоб коток був вивішений, потім вивернути з торця торсіона болт 6, закріпити стопорну пластинку і деталі ущільнення осі балансира, і з допомогою знімача, наявного в комплекті інструменту водія, вийняти торсіон 7 з балансира 5, відвернути болти фіксатора і вийняти балансир. Торсіонні вали котків мають діаметр 34 мм.

Торсіонні вали перед установкою їх на машину проходять попередню осадку. Вали, закручені при осаді за годинниковою стрілкою, затавровані на торці великої головки міткою «Прав», закручені проти годинникової стрілки – міткою «Лів».

На машині вали встановлені таким чином, що напрямок їх скручування при роботі збігається з напрямком закрутки при осаді, тобто на правому борту стоять вали з клеймом – «Прав», на лівому – «Лів».

Забороняється встановлювати торсіонні вали так, щоб напрямок їх скручування під час роботи не відповідав напрямку закрутки при осаді.

Встановлюється балансир в порядку, зворотному порядку зняття. Перед постановкою балансира необхідно змастити шийки його осі і заповнити внутрішню порожнину гумової манжети, а також внутрішній простір між втулками осі мастилом «Літол-24». Болти фіксаторів перед їх постановкою також змащуються цим мастилом.

Обмежувачі ходу крайніх опорних ковзанок складаються з двох гумометалевих буферів. Один з них встановлений на кронштейни корпусу машини (рис. 9.7), а інший (такий же) закріплений на нижній частині балансира. При обмеженні ходу котку, буфера, деформуючись, одночасно послаблюють ударні навантаження на коток і корпус машини.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. З яких елементів складається ведуче колесо?
2. В яких модифікаціях випускаються гусениці рушія?
3. З яких елементів складається опорний коток рушія?
4. У чому полягає особливість конструкції підвіски рушія?
5. Яким чином встановлюється торсіон підвіски?
6. З яких елементів складається ущільнення маточини опорного котка?

10 ГУСЕНИЧНИЙ РУШІЙ МАШИНИ ТТМ-3

10.1 Загальні відомості про машини сімейства ТТМ-3

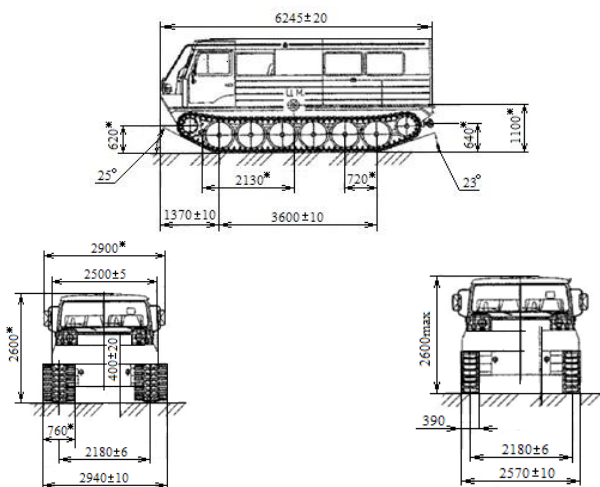
Снігоболотоходи сімейства ТТМ-3 являють собою гусеничні плаваючі машини високої прохідності, які призначені для експлуатації в умовах бездоріжжя, включаючи сніжну цілину, сипучих піски і болота всіх типів з подоланням на плаву водних перешкод [10]. Загальний вигляд машини наведено на рисунку 10.1. Всі машини розраховані на експлуатацію та безгаражне зберігання при температурах навколишнього повітря від -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$.



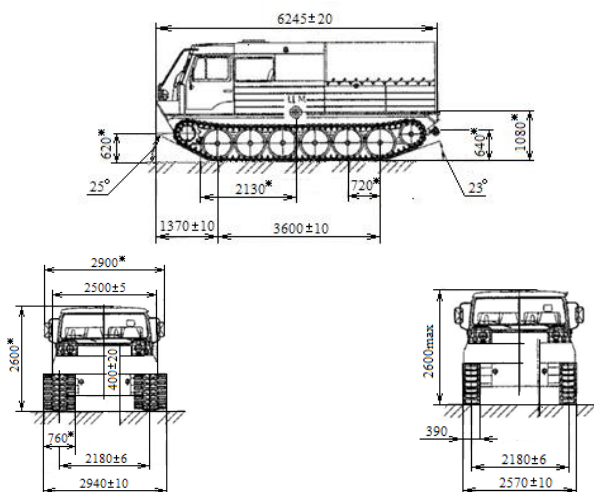
Рисунок 10.1 – Пасажи́рський снігоболотохід гусеничний ТТМ-3ПС:

1 – трак гусеничного ланцюга; *2* – ведуче колесо (зірочка);
3 – опорний коток; *4* – напрямне колесо

Машини випускаються нижегородським заводом транспортно-технологічних машин в десяти основних модифікаціях та двох виконаннях. Наприклад, це машини: ТТМ-3ПС – пасажирська з цільнометалевим корпусом, що має шестимісний салон (базова модель пасажирського сімейства) призначена для перевезення ремонтних, вахтових бригад та іншого технічного персоналу, габаритні розміри наведено на рисунку 10.2 *а*; ТТМ-3ГР – для перевезення вантажів на вантажній платформі, яка закрита тентом (базова модель вантажного сімейства), габаритні розміри наведено на рисунку 10.2 *б*.



a



б

Рисунок 10.2 – Модифікації та габаритні розміри машини ТТМ-3:

a – пасажирський снігоболотохід ТТМ-3ПС;

б – вантажний снігоболотохід ТТМ-3ГР

Також є моделі з бурильною установкою, технічної допомоги; з порошковою установкою для пожежогасіння, машина з краном-маніпулятором, з установкою статичного зондування ґрунту; машина з грязевідкачувальною установкою, штабна машина з поліпшеною обробкою та комплектацією.

10.2 Характеристика рушія машини

Тип – гусеничний з цівковим зачепленням та переднім розташування ведучих коліс.

Балансири підвіски котків і їх втулки – вісі балансирів і коткаковані, сталеві, з'єднані трубою і зварені. Втулки осей балансирів – текстолітові. Поверхні тертя осей балансирів піддані загартуванню з нагрівом ТВЧ. На крайніх балансирах встановлені буфери.

Ведучі колеса (зірочки) – двох венцеві цівкового зачеплення, з болтовим кріпленням венців до дисків. Кількість зубців 13.

Опорні котки – одинарні с об гумованими ободами. Зовнішній діаметр 700 мм, ширина обода 85 мм. Кількість парних котків 12, по 6 з кожного боку.

Напрявні колеса – задні підвісні, встановлені на кривошипях механізмів на тяжіння. Зовнішній діаметр 540 мм, ширина обода 85 мм.

Гусеничні цепі – сталеві мілко ланцюгові. Ширина ланцюга з розширювачем 760 мм, без розширювача – 390 мм. Крок ланки складає 128 мм.

Шарніри гусениці – гумометалеві, кількість ланок в кожній гусениці – 91. Якщо шарніри відкриті, то кількість ланок в гусениці складає 93. Металеві пальці гусениці боровані з загартуванням ТВЧ, діаметром 15,5 мм, фіксуються від випадіння пружинними кільцями.

Ведучі колеса, опорні котки, механізми натягу, елементи підвіски і гусеничні ланки машини уніфіковані з машиною ТТМ-4901.

10.3 Амортизатори підвіски

Амортизатори розташовані всередині корпусу машини і з'єднані з балансирами через систему важелів, що сидять на валу 11 (рис. 10.3) проміжної опори 13, звареної в корпус.

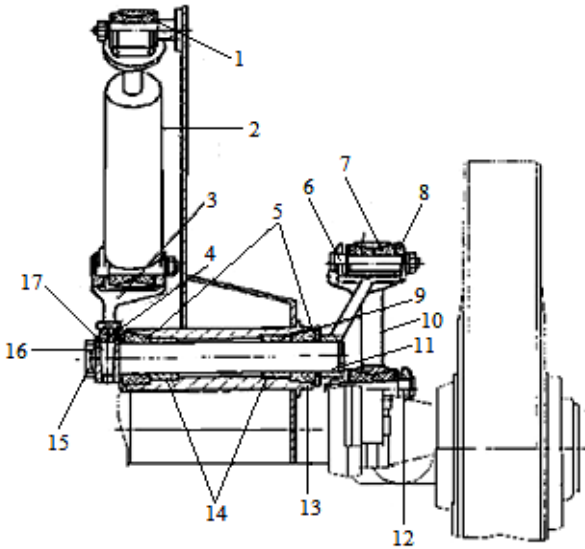


Рисунок 10.3 – Установка амортизатора:

- 1 – кронштейн; 2 – амортизатор; 3 – внутрішній важіль;
 4 – заглушка; 5 – втулка проміжної опори; 6 – палець;
 7 – втулки гумові; 8, 15 – гайки; 9 – шайба; 10 – стойка;
 11 – зовнішній важіль з валиком; 12 – кронштейн балансира;
 13 – проміжна опора; 14 – втулка; 16 – відгінна шайба;
 17 – розпірний палець

Розміщення амортизаторів всередині машини оберігає їх від ударів, забруднення і створює сприятливі умови для роботи.

Верхнім вушком амортизатор пов'язаний з корпусом машини, а нижній через систему важелів і проміжну опору – з балансиrom котка. Верхнє вушко амортизатора 2 через гумові втулки пов'язана з кронштейном 1, привареним до корпусу машини.

Нижнє вушко амортизатора з'єднана з внутрішнім важелем 3 проміжна опори. Внутрішній важіль посаджений на лисці осі 11 зовнішнього важеля, стягнутий гайкою 15 і закріплений розпірним пальцем 17. Палець 17 стопориться заглушкою 4, а гайка 15 – відігнутою шайбою 16.

Ось зовнішнього важеля *11* встановлена в двох текстолітових втулках *14*, запресованих в корпус проміжної опори *13*, ввареної в борт машини. З обох сторін вісь ущільнена гумовими втулками *5*. Втулки захищені шайбами *9*.

Зовні важіль одним кінцем напресований на вісь *11* і заварений, а іншим кінцем з'єднаний з допомогою гумових втулок *7* і пальця *6* зі стійкою *10*, яка нижнім кінцем з'єднана за допомогою втулок *7* і пальця *6* з кронштейном балансира *12*.

Потрібна кількість робочої рідини для одного амортизатора – 0,375 л. Надлишок рідини руйнує амортизатор, а при її недостатній кількості амортизатор має холості ходи (простріли).

11 ХОДОВА ЧАСТИНА ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ГМ-569, ГМ-352

Гусеничне шасі ГМ-569 випускається ТОВ «Митищинський машинобудівний завод» і відноситься до швидкісних гусеничних машин (рис. 11.1).



Рисунок 11.1 – Загальний вид гусеничного шасі ГМ-569:

- 1 – ліва та права гусениці; 2 – напрямне колесо;
- 3 – підтримуючий коток; 4 – опорний коток;
- 5 – ведуче колесо (зірочка)

ГМ-569 являють собою швидкісний засіб пересування високої прохідності з несучим легкоброньованим корпусом і задніми ведучими колесами. Великі корисні обсяги корпусу дозволяють розміщувати на шасі апаратуру, обладнання та екіпаж, забезпечуючи комфортні умови для роботи протягом тривалого перебування.

На гусеничних машинах встановлюються багатопаливних тягові двигуни В-46-2С1М потужністю 710 л.с. або В-84ДТ з дистанційно регульованим рівнем потужності від 710 до 840 к.с.

Гусеничне шасі ГМ-352 випускалось Мінським тракторним заводом і відноситься до швидкохідних гусеничних машин (рис. 11.2).



Рисунок 11.2 – Гусеничне шасі ГМ-352 з комплексом озброєння «Тунгуска»:

1 – ведуче колесо (зірочка); 2 – опорний коток;
3 – підтримуючий коток; 4 – напрямне колесо; 5 – ліве і права гусениця

11.1 Ходова частина машини ГМ-569

Ходова частина ГМ-569 складається з таких частин [11]:

- гусеничного рушія;
- підвіски;
- приводу виключення підресорювання.

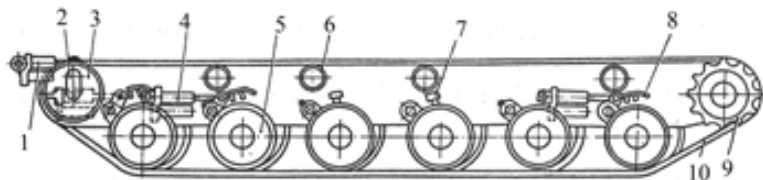
11.1.1 Гусеничний рушій

Гусеничний рушій складається з наступних елементів:

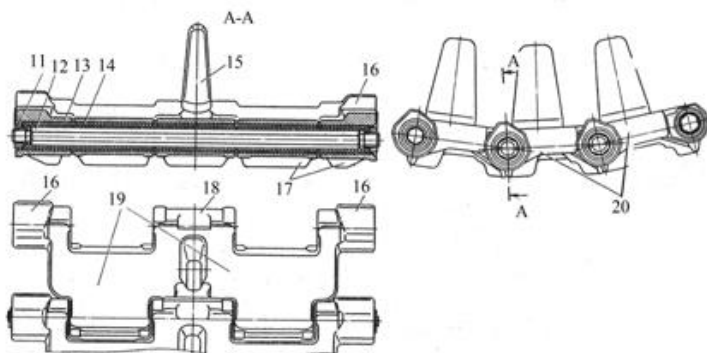
- двох гусениць 10 (рис. 11.3);
- двох ведучих коліс 9 заднього розташування;
- двох напрямних коліс 3 з механізмами натягу 1;
- опорних 5 котків;
- підтримуючих котків 6.

Гусениця – металева, з гумометалевими шарнірами, з цівковим зачепленням траків з ведучими колесами. Гусениця складається із 112 траків.

У вушко 13 трака запресовані обгумовані металеві втулки 14 з шестигранними отворами. Зусилля від ведучого колеса передається на гусеницю через цівки 16 на крайніх вушках трака. Траки шарнірно з'єднані шестигранним сталевим стрижнем (пальцем) 12. На обох кінцях стрижня виконана різьба, на яку навернені гайки 11, що стягують втулки шарнірів.



a



b

Рисунок 11.3 – Ходова частина ГМ-569:

a – схема ходової частини; *b* – гусениця; 1 – механізм натягу; 2 – кривошип; 3 – направляюче колесо; 4 – гідроамортизатор; 5 – опорний коток; 6 – підтримуючий коток; 7 – жорсткий обмежувач; 8 – пружний обмежувач; 9 – ведуче колесо; 10 – гусениця; 11 – гайка; 12 – палець; 13, 18 – вушко; 14 – обгумована металева втулка; 15 – направляючий гребінь; 16 – цівка; 17 – ґрунтозачепа; 19 – бігові доріжки; 20 – траки

Ведуче колесо складається з маточини і фланців. До фланців маточини болтами кріпляться зубчасті вінці. Ведучі колеса бортів взаємозамінні.

Опорний коток – здвоєного типу, складається з наступних елементів:

- двох профільних дисків, які стягуються болтами;
- двох реборд;
- масивних гумових шин.

Опорний коток встановлений на двох підшипниках на осі балансира. Підшипники по обидва боки закриті кришками, які болтами кріпляться до дисків. Підшипники змащують мастилом «Літол-24», маса мастильного матеріалу 2,2 кг. Для змащування шприц-пресом нагнітають мастило в отвір під пробку до її виходу з контрольного отвору.

Підтримуючі котки призначені для підтримки і направлення руху верхньої гілки гусениці. На кожній гусениці встановлено чотири таких котка. Коток маточиною встановлюється на валу на двох підшипниках, маточина закривається кришками з лабіринтовим ущільненням і манжетами. Для змазування підшипників знімають кришку і закладають 380 г мастила «Літол-24» (МЛі 4/13-3).

Направляюче колесо встановлюється на осі кривошипа на двох підшипниках. Кривошип 9 (рис. 11.4) встановлюється в кронштейн 7 на втулках 6, 8.

На шліці кривошипа встановлений важіль 5. До важеля приєднаний через вушко 4 і палець 3 шток механізму натягу гусениці. Втулки кривошипа змащують мастилом «ЦИАТИМ-201» (НЛі 6/9-1), вивернувши пробку в його осі. Маса мастильного матеріалу 2 кг. Підшипники напрямних коліс змащують мастилом «Літол-24», знявши кришку і заповнивши мастилом підшипниковий вузол; маса мастильного матеріалу 1,9 кг на один вузол.

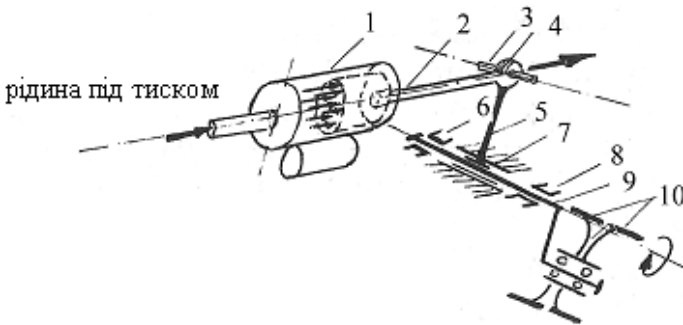


Рисунок 11.4 – Установка і дія механізму натягу гусениці:

- 1 – механізм натягу гусениці; 2 – шток; 3 – палець;
 4 – вушко; 5 – важіль; 6, 8 – втулки; 7 – кронштейн;
 9 – кривошип; 10 – направляюче колесо

Механізм натягу гусениць – кривошипний, з гідропневматичним приводом з місця механіка-водія. Складається з корпусу 1 (рис. 11.5), гідроциліндра 5, штока 16, пневмоциліндра 48, опорної кришки 51, поршня-роздільника 52, втулки направляючої 13, гайок 15, 48 і вентиля 3. Гідроциліндр і пневмоциліндр сполучаються між собою каналами Б і В у корпусі 1. Обидва циліндра вкручуються в корпус механізму.

Корпус має вушко, за допомогою якої механізм натягу шарнірно кріпиться до корпусу машини, а за допомогою вушка в штоку – з важелем кривошипа направляючих коліс. Циліндри ущільнені кільцями ущільнювачів, манжетами 36, 56, захисними кільцями 37, 54.

Поршень-роздільник 52 у пневмоциліндрі перешкоджає проникненню в робочу рідину газу, заправленого в пневмоциліндр. Хід поршня-роздільника обмежується опорною кришкою 51. У торець кришки 51 вкручений зарядний клапан 39. Через клапан у пневмоциліндр заправляють азот. Вентиль 3 натягу з'єднує або роз'єднує механізм натягу з гідросистемою при натягу або ослабленні гусениці.

Натяг гусениць здійснюється шляхом підведення робочої рідини від системи управління вимиканням підресорювання і натягом гусениць (рис. 11.5) в поршневу порожнину гідроциліндра. При цьому направляюче колесо переміщується по дузі, змінюючи натяг гусениці.

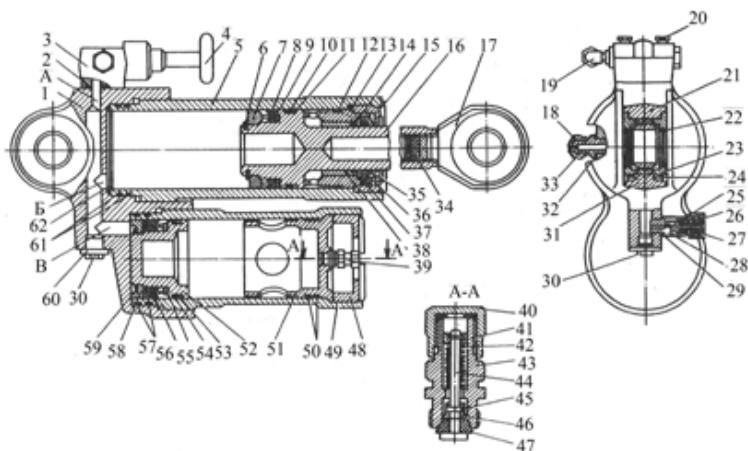


Рисунок 11.5 – Механізм натягу гусениці ГМ-569:

- 1 – корпус механізму; 2, 11, 12, 14, 22, 29, 32, 47, 50, 53, 57, 60, 61 – ущільнювальні кільця; 3 – вентиль; 4 – маховичок; 5 – гідравлічний циліндр; 6, 41, 59 – стопорні кільця; 7 – поршень штока; 8, 36, 56 – манжети; 9, 10, 37, 54 – захисні кільця; 13, 38 – втулки; 15, 18, 48 – гайки; 16 – шток; 17 – вушко; 19, 33 – штуцера; 20 – болт; 21 – шарнірний підшипник; 23, 26, 40 – кришки; 24 – гвинт; 25 – кулька клапана; 27, 42 – пружини; 28 – корпус клапана; 30 – пробка; 31 – вушко; 34 – штифт; 35 – обойма; 39 – зарядний клапан; 43 – корпус; 44 – клапан; 45 – штифт; 46 – напрямна клапана; 49 – пневмоциліндр; 51 – опорна кришка; 52 – поршень-роздільник; 55 – гумове кільце; 58 – кришка поршня; 62 – регулювальні прокладки; А, Б, В – канали в корпусі механізму натягу

Включення механізму натягу здійснюють рукояткою 12 (рис. 11.6) ручного насоса 11. При відкритому вентилі 3 (рис. 11.5) рідина з штуцера 53 через вентиль 3, канали А і Б надходить в гідроциліндр 5. Під тиском рідини шток 16, переміщаючись, повертає важіль 5 (рис. 11.4) з кривошипом і спрямовуючим колесом.

Після досягнення тиску $9^{+1,0}_{-0,5}$ МПа вентиль 3 (рис. 11.5) закривають. Поршень-роздільник 52 (рис. 11.5) стискає азот до тиску 6,0 МПа (60 кгс/см²). При збільшенні зусилля в гусениці направляюче колесо залишається на місці, тобто поршень-роздільник притиснутий до опорної кришки 51. При ослабленні натягу гусениці він відходить від опорної кришки 51 під тиском азоту і через рідину, переміщаючи поршень 7 зі штоком 16, відновлює заданий натяг гусениці.

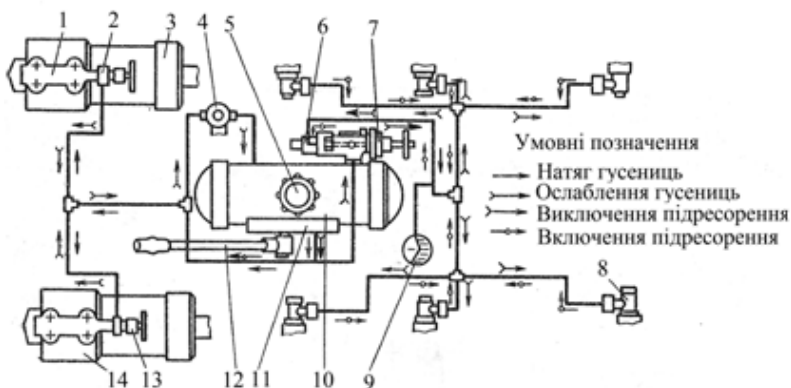


Рисунок 11.6 – Принципова схема системи управління виключення підресорення і натягом гусениць ГМ-569:
 1 – коробка натягу; 2, 4, 7, 13 – вентилі (відповідно Г, А, Б і В);
 3, 14 – механізми натягу гусениць; 5 – кришка бака;
 6 – сигналізатор тиску; 8 – штуцер під'єднання трубопроводу до амортизатора; 9 – манометр; 10 – бак; 11 – ручний насос;
 12 – рукоятка ручного насоса

Для ослаблення натягу відкривають вентиль 3. Тиск рідини в циліндрі 5 падає, шток 16 під дією сили тяжіння і сили натягу гусениці переміщається в напрямку корпусу 1 – натяг гусениці зменшується.

У бак для гідравлічної оливи системи натягу гусениць і системи управління виключенням підресорення заправляють оливу ТМЗ-9з (ТСЗп-8) (допускається олива МН-7,5 або МГТ) до мітки «В» на покажчику. Об'єм оливи 3 л.

11.1.2 Підвіска машини

Підвіска машини – індивідуальна, торсіонна, з амортизаторами, встановленими на перших, других і шостих опорних котках.

До підвіски відносяться наступні елементи:

- дванадцять балансирів і упорів;
- дванадцять торсіонів;
- шість амортизаторів.

На обох кінцях торсіонних валів виконані шліци, що з'єднують вали з одного боку з кронштейном підвіски, з іншого – з балансиrom.

Від осьового переміщення торсіон утримується стопорним кільцем і кришкою. Для демонтажу торсіона з балансира в його голівці виконаний отвір з різьбою.

Балансири забезпечують жорсткий зв'язок торсіонів з опорними котками і задане (по дузі) переміщення осі котки при наїзді і з'їзді з перешкоди. Ось балансира встановлюється в кронштейни підвіски на двох голчастих підшипниках. Голчасті підшипники кронштейнів підвіски змащують мастилом «Літол-24» – по 135 г в кожен підшипник 1, 2, 6-го котків і по 405 г в підшипники 3, 4, 5-го котків. Для виконання змащування попередньо вивертають пробки з кронштейнів підвісок.

Амортизатор складається з наступних елементів (рис. 11.7):

- корпусу 1;
- циліндрів 6, 34;
- штока 15;
- поршня-роздільника 29;
- ущільнень 5, 9, 12, 13, 23, 25, 26, 37, 38, 40.

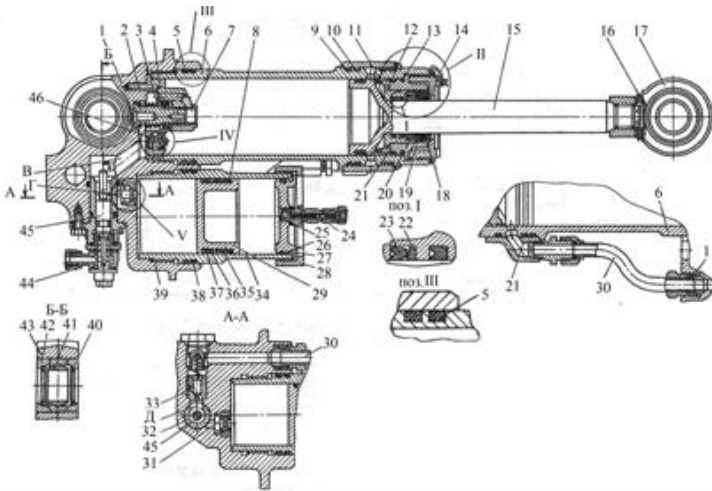


Рисунок 11.7 – Амортизатор ГМ-569:

- 1 – корпус амортизатора; 2 – штифт; 3, 20 – пружини; 4, 7, 31, 46 – клапани; 5, 9, 12, 13, 23, 25, 26, 37, 38, 40 – ущільнювальні кільця; 6, 34 – циліндри; 8 – гумове кільце; 10, 22, 36 – захисні кільця; 11 – направляюча втулка; 14, 28 – гайки; 15 – шток; 16 – шплінт; 17 – вушко штока; 18, 35 – манжети; 19 – кільця; 21 – обойма циліндра; 24 – зарядний клапан; 27, 42 – кришки; 29 – поршень-роздільник; 30 – трубопровід; 32 – гільза золотника; 33 – клапан зворотного ходу; 39 – фланець; 41 – шарнірний підшипник; 43 – вушко; 44 – штуцер; 45 – шток золотника; В, Г, Д – канали; І – ущільнення штока

Циліндри 6 і 34 з'єднуються між собою каналами В і Г, виконаними в корпусі.

Рух штока і обмеження його ходу в циліндрі здійснюється направляючою втулкою 11.

З'єднання внутрішніх порожнин циліндра 6, розділених поршнем штока 15, здійснюється через трубопровід 30. Поршень-роздільник 29 розділяє порожнини, які заповнені робочою рідиною і азотом. Азот заправляють через зарядний клапан 24. З'єднання між собою циліндрів 6, 34 і запоршневої порожнини

циліндра 5 через трубопровід 30 та їх роз'єднання при відключенні підресорювання здійснюється золотником 32.

Перед установкою амортизатора порожнину циліндра між поршнем 29 і кришкою 27 заповнюють азотом до тиску 500 ± 150 кПа ($5 \pm 1,5$ кгс/см²). Робочу рідину заправляють в порожнини циліндрів 6, 34 і канали В, Г, Д.

При *наїзді опорного котка на перешкоду* вісь балансира разом з важелем балансира піднімається, переміщаючи шток 15 до корпусу 1. Поршень штока 15 витісняє робочу рідину, клапан 7 відкривається, і рідина через канал В надходить в гільзу золотника 82, відкриваючи клапан 33. Далі рідина по трубопроводу 30 перетікає в циліндр 6 і заповнює порожнину за поршнем штока 15. Надлишок рідини, що виникає через різницю обсягів перед поршнем і за поршнем за рахунок обсягу штока 15, перетікає в циліндр 34, переміщує поршень-роздільник 29 і стискає азот, що знаходиться між поршнем 29 і кришкою 27.

При *з'їзді котка з нерівності* шток 15 переміщується в сторону втулки 11. Під дією поршня штока рідина витікає з запоршневого простору і по трубопроводу 30 надходить в порожнину циліндра 6. Клапани 7, 33 закриваються, і рідина перетікає в циліндр 11 через отвори невеликого діаметра в клапані 33. Під тиском стисненого азоту поршень-роздільник 29 витісняє рідину з компенсаційної камери циліндра 29 в циліндр 6 через відкриті клапани 31, 46. Опір перетіканню (дроселюванню) рідини гасить коливання корпусу при прямому і зворотному ходах.

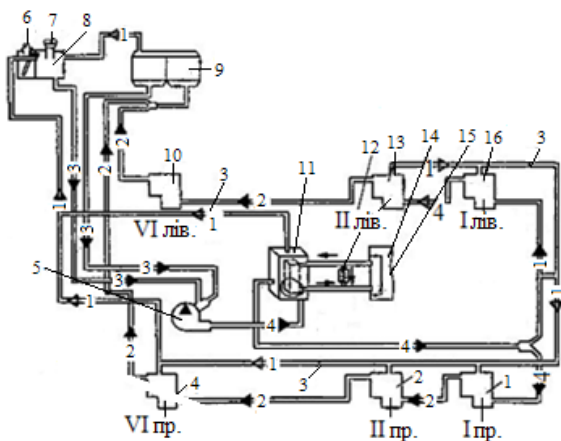
Вимкнення підресорювання корпусу здійснюють за допомогою крана ручного насоса, розташованого праворуч від механіка-водія. При цьому рідина під тиском надходить до штуцера 44, переміщує шток золотника 45, який перекриває канали В, Г, Д в корпусі, і тим самим припиняється перетікання рідини з одного циліндра в інший. У цьому випадку амортизатор стає жорстким, і система підресорювання корпусу вимикається.

Система охолодження амортизаторів – закритого типу, з примусовою циркуляцією рідини (рис. 11.8).

Система складається з наступних елементів:

- шести кожухів амортизаторів 1, 2, 4, 10, 13, 16;
- водяного насосу 5 відцентрового типу;

- розширювального бачка 8 із пароповітряним клапаном 6;
- двохзаходного радіатора 9 трубчасто-пластинчастого типу, встановленого в ежекторі над радіатором гідрооб’ємномеханічної передачі;
- радіатора 11;
- трубопроводів.



Умовні позначення:

- ⇐1⇒ – відведення пару з гідроамортизаторів і радіаторів;
- ⇐2⇒ – відведення охолоджуючої рідини з гідроамортизаторів;
- ⇒3⇒ – підведення охолоджуючої рідини до водяного насосу;
- ⇒4⇒ – підведення охолоджуючої рідини до гідроамортизаторів;
- – напрямок руху масла

Рисунок 11.8 – Схема системи охолодження гідроамортизаторів ГМ-569:

- 1, 2, 4, 10, 13, 16 – амортизатори; 3 – паровідведенні трубопроводи; 5 – водяний насос; 6 – пароповітряний клапан;
- 7 – заливна горловина; 8 – розширювальний бачок;
- 9 – радіатор; 11 – радіатор; 12 – редукційний клапан; 14 – редуктор системи електроживлення;
- 15 – насос для подачі оливи

Охолоджена в радіаторі 9 рідина насосом 5 подається через радіатор 11 до передніх амортизаторів, потім до амортизаторів других котків, задніх котків, охолоджуючи їх.

Пар поступає в розширювальний бачок 8 і відводиться через клапан 6 в атмосферу. Робочу рідину заправляють через заливну горловину розширювального бачка.

Обмежувачі ходу котків 7, 8 (рис. 11.3) приварені до бортів над балансирами перших, других, шостих (пружні), третіх, четвертих і п'ятих (жорсткі) котків.

Пружний обмежувач складається з наступних елементів:

- корпуса;
- упора в зборі;
- гумометалевої втулки, яка деформується при ударі, пом'якшуючи його вплив на корпус.

11.2 Особливості конструкції ходової частини ГМ-352

11.2.1 Гусеничний рушій

Елементи гусеничного рушія машини ГМ-352 близькі по конструкції елементам ходової частини ГМ-569. Крім того, пневматична підвіска ГМ-352 обладнана гідравлічною СРПК і позбавлена торсіонів [11].

Тип гусеничного рушія – із заднім розташуванням ведучих коліс; зачеплення ведучих коліс з гусеницями – цівкове, з площинним контактом.

Гусениця – металева, дрібноланкова, з штампованими траками, з гумометалевими шарнірами, з цівковим зачепленням. Гусениця складається з 113 траків, з'єднаних шестигранними пальцями через гумометалеві втулки. Всі траки взаємозамінні. Гусениці на машину встановлюють таким чином, щоб лежачі траки трьома вушками були звернені вперед.

Вінець *ведучого колеса* має 15 зубів і опорних площадок під траки. Робочі поверхні зубів і опорних площадок наплавлені зносостійким сплавом. Ведучі колеса бортів взаємозамінні.

Направляюче колесо складається з двох однакових з'єднаних болтами, штампованих алюмінієвих дисків. Для запобігання дисків від зносу гребенями гусениць на них виконані реборди. Колесо – симетричне, при зносі реборди зовнішнього диска воно може бути перевернуто. При цьому переставляють підшипники і

кришки. При цьому гвинти, які вкручені у внутрішній диск, вивертають і ввертають їх в зовнішній диск.

Опорний коток – дворядний, виконаний з двох обгумованих штампованих алюмінієвих дисків. На кожному борту встановлено по три одинарних, алюмінієвих, штампованих, з гумовими шинами підтримуючих котка.

Натяг гусениць вважають нормальним, якщо їх верхні гілки не мають помітного провисання. Тиск в системі СРПК по манометру повинен складати 12–15 МПа (120-150 кгс/см²).

Механізми натягу гусениць на машинах ГМ-569 і ГМ-352 по схемі пристрою і принципу дії ідентичні.

Натяг або ослаблення гусениць на машині ГМ-352 здійснюється шляхом підведення масла від СРПК в поршневу або штокову порожнину гідроциліндра. При цьому направляюче колесо переміщується на кривошипі по дузі, посилюючи або послаблюючи натяг гусениці.

11.2.2 Підвіска ГМ-352

Підвіска машини ГМ-352 відрізняється від підвіски машини ГМ-569.

Тип підвіски ГМ-352 – незалежна (індивідуальна), гідропневматична.

Підвіска складається з наступних елементів (рис. 11.9):

- дванадцяти незалежних знімних блоків;
- дванадцяти обмежувачів ходу опорних котків.

У свою чергу кожен з блоків підвіски складається з:

- корпусу 7;
- балансира;
- гідропневматичної ресори 9.

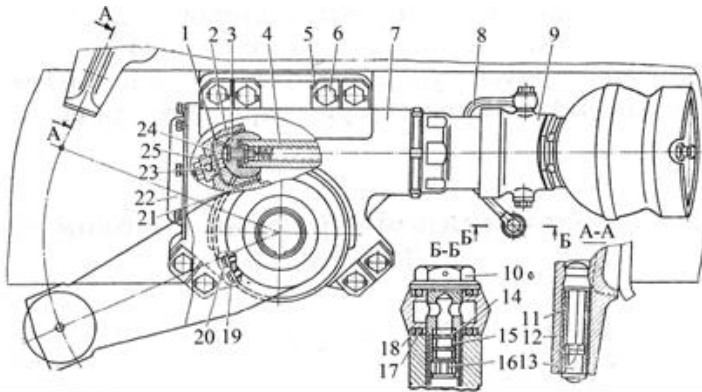


Рисунок 11.9 – Установка гідропневматичної підвіски ГМ-352:

- 1 – під’ятник; 2 – важіль; 3 – кульова опора; 4 – шток;
- 5 – стопорна шайба; 6 – болт; 7 – корпус підвіски;
- 8 – трубопровід; 9 – гідропневматична ресора; 10 – пакетний дросель;
- 11 – гумометалева втулка; 12 – упор; 13 – бойок;
- 14 – дросельна шайба; 15 – втулка; 16 – гвинт; 17 – кільця;
- 18 – захисне кільце; 19 – пробка отвору для зливу оливи;
- 10, 25 – пробки отворів; 21 – обойма; 22 – кришка;
- 23 – клапан для змащування; 24 – шайба

Корпус 2 (рис. 11.10) підвіски сталевий, зварний. На лапі 6 опори гвинтом 5 кріпиться штифт 4 для розвантаження болтів кріплення блоку підвіски. У корпусі 2 на двох голчастих підшипниках 28 встановлено балансир 14 з опорним катком. На осі 9 балансира на шліцах встановлено важіль 31. Балансир фіксується від осьових переміщень кульками 41. Виставка котків по колії проводиться регулювальними прокладками 39. Для змащування підшипників і кульок 41 використовують отвори, що закриваються пробками 1, 25, 36.

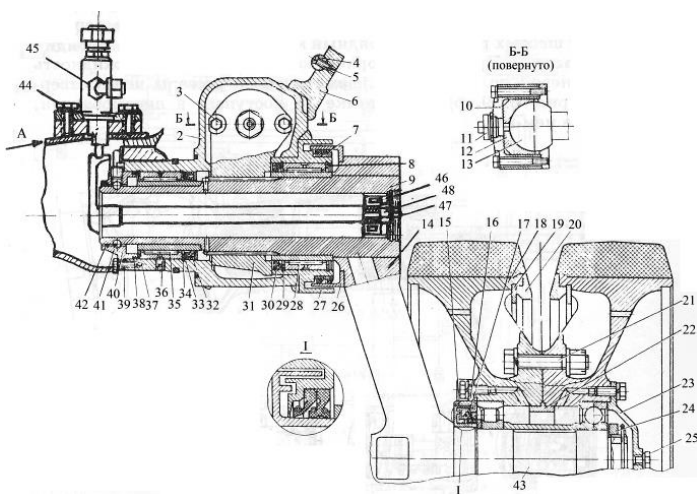


Рисунок 11.10 – Підвіска ГМ-352:

- a* – пристрій; *б* – установка регуляторів дорожнього просвіту;
 25, 36 – пробки; 2 – корпус; 3, 21, 44 – болти; 4 – штифт;
 5 – гвинт; 6 – лапа; 7, 17, 30, 32 – манжети; 8, 29, 34,
 37 – стопорні кільця; 9 – вісь балансира; 10, 31 – важелі;
 11 – клапан; 12 – підп’ятник; 13 – кульова опора;
 14 – балансир; 15, 26 – лабіринтові кільця; 16 – кришка;
 18 – диск; 19 – вкладиш; 20 – реборда; 22 – кільце;
 23 – кришка; 24 – гайка; 27 – передня опора; 28, 35 – голчасті
 підшипники; 33 – конусний упор; 38, 42 – ущільнювальні
 кільця; 39 – регулювальні прокладки; 40 – фланець;
 41 – кулька; 43 – вісь котка; 45 – регулятор дорожнього
 просвіту; 46 – опора; 47 – кулачковий валик; 48 – гайка;
 49 – кулак; I – установка манжет

ГПР складається з наступних елементів (рис. 11.11):

- циліндра *б*;
- поршня *в*;
- штока *г*;
- амортизатора;
- пневматичного балона.

Пневматичний балон складається з наступних елементів:

- корпуса 23;
- кришки 24;
- зарядного клапана 27.

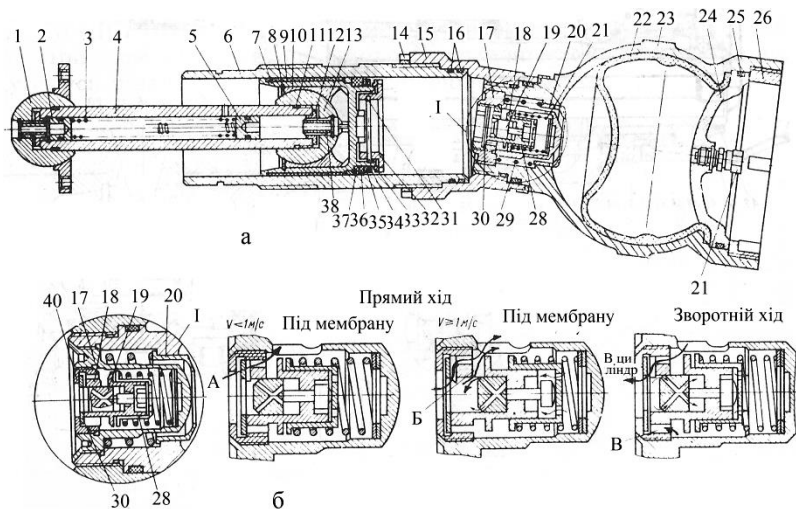


Рисунок 11.11 – Гідропневматична підвіска ГМ-352:
a – пристрій; *б* – робота; 1, 13 – кульові опори; 2, 5, 7 – поршні;
 3, 21, 29 – пружини; 4 – шток; 6 – циліндр; 8, 31 – стопорні
 кільця; 9, 12, 38 – втулки; 10 – підп'ятник; 11, 10, 25,
 36 – гумові кільця; 14 – гайка; 15 – корпус; 17 – корпус
 амортизатора; 18 – корпус золотника; 19 – золотник;
 20 – клапан; 22 – мембрана; 23 – корпус пневмобалона;
 24 – кришка; 26, 32, 40 – різьбові кільця; 27 – зарядний клапан;
 28 – стакан; 30 – диск; 33, 35 – натискні кільця; 34 – плоска
 пружина; 37 – фторопластове кільце; А, Б, В – отвори;
 I – амортизатор

Пружним елементом є азот, що заповнює порожнину балона між кришкою 24 і мембраною 22. Пневмобалон 23 і циліндр 6 ресори з'єднані за допомогою корпусу 15 і стопорною гайкою 14. У поршні 7 встановлений підп'ятник 10 шарової опори 13. Шарова опора 3 (рис. 11.9) навірена на шток 4 ресори, в важіль 2 встановлений підп'ятник 1 для з'єднання ресори з важелем 2. Мاستило до поверхонь шарових опор, що труться, підводиться за допомогою поршнів 2, 5.

Амортизатор – гідравлічний, золотникового типу.

Амортизатор складається з наступних елементів (рис. 11.11):

- корпусу 17;
- корпусу золотника 18;
- золотника 19;
- стакана 28;
- диска 30;
- пружини 21.

Диски 30 встановлені тільки в перших, других і шостих ресорах. Зарядний клапан 27 служить для зарядки балона азотом.

При наїзді опорного котка на перешкоду рідина з поршневої порожнини гідропневматичної ресори через отвір А (рис. 11.11 б) в золотнику 18 надходить в пневмобалон, стискаючи в ньому газ.

При великих швидкостях підйому котка опір перетіканню рідини збільшується, під дією збільшеного тиску рідини золотник 19 відкриває отвір В, стискаючи пружину 21, і рідина додатково протікає через отвір В, оберігаючи деталі підвіски від перевантажень.

При з'їзді котка з перешкоди тиск рідини зменшується; газ, розширюючись, витісняє рідину через отвори А і В у поршневу порожнину ресори і сприяє швидкому переміщенню котки вниз. Таким чином, в підвісці в якості пружного елемента використовується стиснений газ. Гасіння коливань відбувається за рахунок опору перетіканню рідини з порожнини в порожнину через отвори золотника 18.

Для обмеження ходу котків вгору до бортів корпусу приварені жорсткі (для третіх і четвертих балансирів) і пружні (для перших, других, п'ятих і шостих балансирів) *обмежувачі ходу* (упори).

При великому ході опорного котка балансир стискає обмежувач ходу і через упор передає навантаження на корпус машини.

Зправний тиск азоту складає:

– в 1, 2 і 3 ГПР 6,8-9,0 МПа (68-90 кгс/см²);

– в 4, 5 і 6 ГПР 8-10 МПа (80-100 кгс/см²).

Змащування поверхонь тертя здійснюється:

– для підшипників осей балансирів – мастилом «Літол-24» по 0,085 кг в кожену точку змащування;

– для втулок кривошипів напрямних коліс – мастилом «Літол-24» по 0,15 кг;

– для кульових опор гідропневморесор (ГПР) – мастилом «Літол-24»;

– для підшипників напрямних коліс – мастилом «Літол-24» по 0,7–0,8 кг на точку змащування;

– для підшипників підтримуючих котків – мастилом «Літол-24» по 0,25 кг.

11.2.3 Система регулювання положення корпусу

Будова складових частин системи

Система регулювання положення корпусу (СРПК) призначена для виконання наступних функцій [11]:

– зміни дорожнього просвіту;

– додання корпусу диферента;

– натягу і ослаблення гусениць.

Система складається з наступних елементів (рис. 11.12):

– бака 5;

– насоса 4 з приводом;

– ручного гідронасоса 6;

– запобіжного клапана 1, 10, 15;

– розподільника 8;

– магістрального фільтра 2;

– манометра 7;

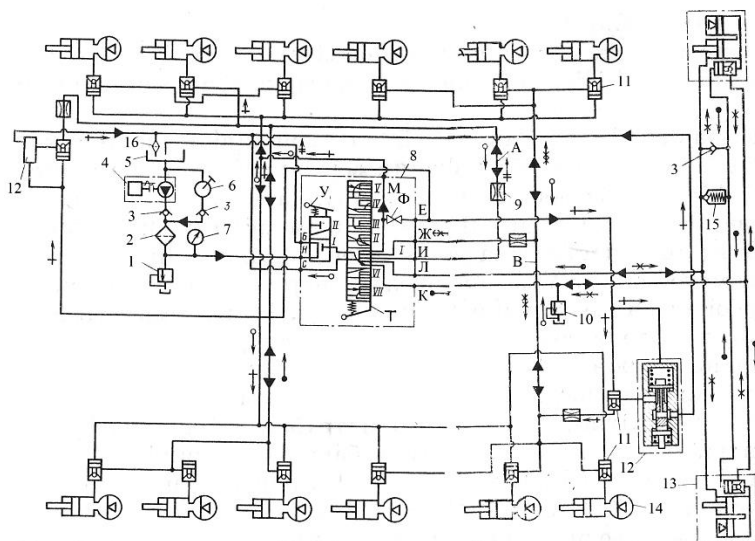
– двох регуляторів 12 дорожнього просвіту;

– чотирьох дроселів-коректорів 9;

– чотирнадцяти гідрозамків 11;

– двох зворотних клапанів 3;

– трубопроводу.



Напрямок потоків гідравлічної оливи при різних режимах роботи: $\leftarrow \bullet \bullet$ – робота насоса на холостому ході; $\leftarrow \bullet$ – натяг гусениць; $\leftarrow \times$ – ослаблення гусениць; $\leftarrow +$ – виведення корпусу машини на номінальний дорожній просвіт; $\leftarrow \times \times$ – збільшення дорожнього просвіту; $\leftarrow \circ$ – зменшення дорожнього просвіту

Рисунок 11.12 – Принципова гідравлічна схема
СРПК ГМ-352:

- 1, 10, 15 – запобіжні клапани; 2 – магістральний фільтр;
- 3 – зворотний клапан; 4 – насос з приводом; 5 – бак СРПК;
- 6 – ручний гідронасос; 7 – манометр; 8 – розподільник;
- 9 – дросель-коректор; 11 – гідрозамки; 12 – регулятор дорожнього просвіту; 13 – механізм натягу гусениць;
- 14 – гідропневматична ресора; 16 – фільтр; Ф – вентиль; Б, Н, С, К, Л, Ж, І, Е, М – гідравлічні зв'язки розподільника;
- А, В – магістральні лінії зв'язку; У – кран підключення насоса до гідросистеми; Т – кран підключення насоса до виконавчих механізмів СРПК. Позиції крана У; І – злив; ІІ – робота.
- Позиції крана Т: І – нейтраль, натяг; ІІ – ослаблення; ІІІ – номінальний дорожній просвіт; ІV – диферент на ніс; V – підйом; VI – опускання; VII – диферент на корму

Шість передніх і шість задніх ресор об'єднані магістральними лініями зв'язку *A* і *B* у групи. Кожна група ресор має зв'язок з регулятором *I2* дорожнього просвіту. Керують гідросистемою вручну за допомогою розподільника *I* (рис. 11.14).

Бак – алюмінієвий, зварений, використовується як ємність для робочої рідини СРПК, встановлений в моторно-трансмісійному відділенні.

Ємність бака СРПК, що дорівнює 50 л, заповнюють рідиною МГ-15 (АМГ-10), де в позначенні оливи: МГ – мінеральна гідравлічна олива, 15 – клас в'язкості, Б – група за експлуатаційними властивостями (з антиокисними і антикорозійними присадками). У верхній частині бака встановлений сапун з фільтром очищення оливи, що заливається.

Рівень оливи контролюють за допомогою покажчика рівня на правому щитку приладів. Положення стрілки на мітці 0,5 покажчика відповідає повній заправці бака СРПК при номінальному дорожньому просвіті. Зливають оливу з СРПК через зливний трубопровід, що приєднуються до верхнього трійника; при цьому виймають заглушку з іншого патрубку трійника. У бак вкручені штуцер для зливу рідини з бака та відвідний кутник і кутники, що підводять до насоса СРПК. На перегородці МТО встановлені зливний і магістральний фільтри, призначені для очищення оливи відповідно в зливній та напірній магістралях.

Насос *4* (рис. 11.12) з приводом призначений для подачі робочої рідини під тиском в ГПР і механізми натягу гусениць. Він встановлено в МТО, привід здійснюється від редуктора стартера-генератора.

Насос складається з наступних елементів (рис. 11.13):

- аксіально-поршневого насоса *22*;
- приводу насоса, що включає:
 - електромагнітну фрикційну муфту *19*;
 - корпус *15*;
 - кришку *11*;
 - вал *2*;
 - водило *12*;
 - напівмуфту *10*;
 - шарикопідшипники *7*.

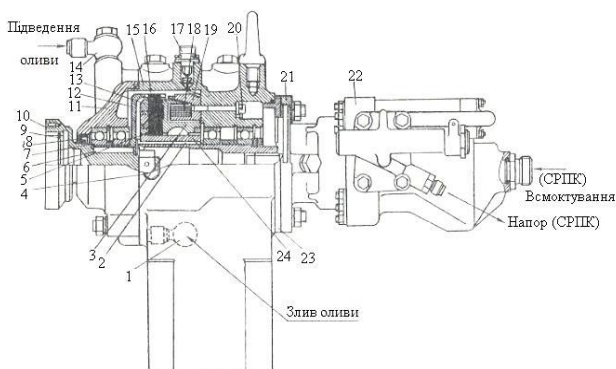


Рисунок 11.13 – Насос з приводом гідропневморесор ГМ-352:
 1 і 14 – поворотні кутники; 2 – вал; 3 – опорний диск;
 4 – пробка; 5 – ведений диск; 6 – шпонка; 7 – кульковий
 підшипник; 8 – манжета; 9 – пружинне кільце; 10 – напівмуфта;
 11 – кришка; 12 – водило; 13 – якір; 15 – корпус приводу;
 16 – ведучий диск; 17 – колодка ШР; 18 – котушка збудження;
 19 – корпус муфти; 20 – гвинт; 21 – накладка; 22 – насос НП-
 43М; 23 – фланець; 24 – втулка

Вали насоса і приводу пов'язані шліцьовим з'єднанням.

Муфта призначена для дистанційного включення і відключення насоса. Постійний стан муфти – вимкнений. Включення муфти здійснюють вимикачем «МУФТА», що розташований на правому щитку приладів. При цьому на котушці збудження 18 створюється напруга, якір 13 притягається до опорного диску 3 і стискає ведучі 16 і ведені 5 диски. За рахунок сил тертя крутний момент водила 12 передається на вал 2 насоса. Електричний струм підводиться через колодку ШР 17. Олива до дисків 5, 16 і підшипників підводиться через кутник 14 і розпилувач. Відводиться олива через кутник 1.

Ручний гідронасос НРО1 призначений для подачі рідини в СРПК при непрацюючому тяговому двигуні. Він встановлений в кормовій частині на верхній полиці. Являє собою здвоєний насос поршневого типу з двоступінчастими поршнями. Насос приводиться в дію рукояткою, яка надається в індивідуальний ЗП, через люк в кормовому місці корпусу.

Запобіжні клапани обмежують тиск в СРПК (клапан 1 на рис. 11.12) і в механізмах натягу гусениць (клапан 10). Клапан 15 оберігає гусениці від мимовільного ослаблення натягу.

Розподільник (рис. 11.14) призначений для управління роботою СРПК. Він встановлений у відділенні управління на лівій полиці корпусу.

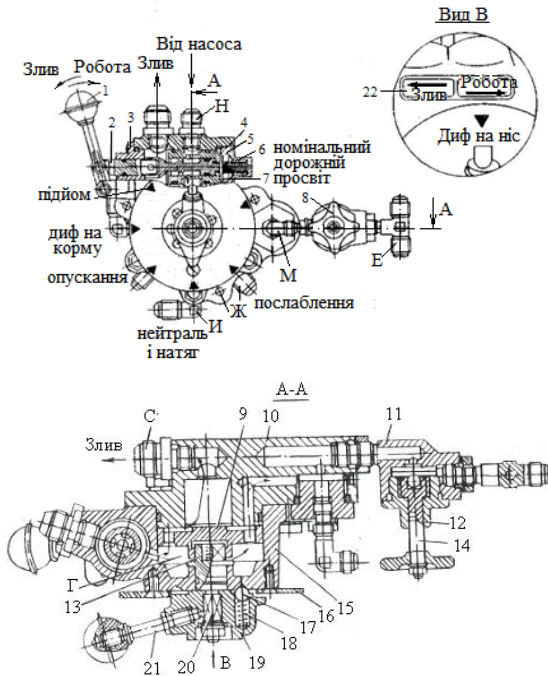


Рисунок 11.14 – Розподільник СРПК ГМ-352:

- 1 – рукоятка крана підключень насоса до гідросистемі; 2 – упор;
- 3, 12 – кришки; 4 – пробка; 5 – клапан; 6, 13, 18 – пружини;
- 7 – стакан; 8 – маховичок вентиля; 9 – золотник; 10 – підстава;
- 11 – корпус вентиля; 14 – вентиль; 15 – корпус розподільника;
- 16 – щиток; 17 – кулька; 19 – поворотник; 20 – вісь;
- 21 – рукоятка крана підключення насоса до виконавчих механізмів; 22 – табличка; Г – гідравлічна порожнина;
- Б, Н, Е, Ж, И, М, С – гідравлічні зв'язки розподільника з СРПК

Розподільник складається з основи 10 і корпусу 15. У корпусі розміщений кран з ручкою 1 для підключення насоса до

гідросистеми і кран з рукояткою 21 для підключення насоса до виконавчих механізмів. Виконано перехідники для гідравлічних зв'язків розподільника з СРПК і ущільнення.

Вентиль 14 (на рис. 11.12 позначений Ф) призначений для повідомлення або роз'єднання гідравлічних зв'язків насоса з регуляторами дорожнього просвіту. При відкритому вентилі положення корпуса вибирають на номінальний дорожній просвіт. При виконанні інших операцій вентиль закривають.

Гідрозамок ГА113 (рис. 11.15) призначені для замикання робочої рідини в гідравлічних порожнинах при знятті тиску в напірній магістралі.

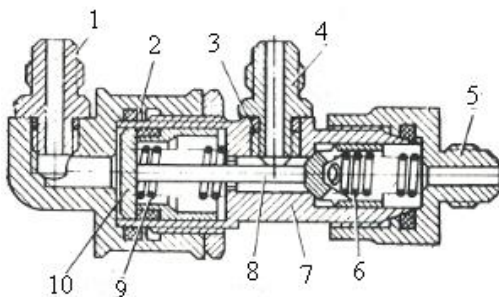


Рисунок 11.15 – Гідрозамок СРПК ГМ-352:

1, 4, 5 – перехідники; 2 – фторопластова шайба; 3 – кільце ущільнювача; 6, 9 – пружини; 7 – корпус; 8 – клапан;
10 – поршень

Кожен гідрозамок складається з наступних елементів:

- корпуса 7;
- клапана 8;
- поршня 10;
- перехідників 1, 4, 5;
- фторопластових шайб 2;
- кільця ущільнювачів 3.

Перехідник 4 з'єднаний з напірно-зливною магістраллю.

Перехідник 5 з'єднаний груповими магістралями з агрегатами: ГПР; механізми натягу; регулятори дорожнього просвіту. Перехідник 1 з'єднаний з магістраллю управління.

При подачі в порожнині дієвих механізмів рідина відкриває клапан 8, долаючи опір пружини 6. При цьому напірна магістраль з'єднується з робочими порожнинами дієвих механізмів. При знятті тиску в напірній магістралі зусиллям пружини 6 клапан 8 закривається, і рідина в пристрої залишається замкненою, фіксуючи заданий стан чинного пристрою. Для зливу рідина під тиском підводиться до перехідника 1. При цьому поршень 10 переміщається вправо (по рисунку), відкриває клапан 8, і робоча порожнина пристрою з'єднується зі зливом через перехідник 4.

Зворотні клапани ОК10А 3 (рис. 11.14) призначені для пропускання робочої рідини в одному і замикання в зворотному напрямках. Зокрема, ними забезпечується робота системи від основного або ручного насосів.

Дросель-коректори 9 (рис. 11.12) призначені для вирівнювання гідравлічних опорів в магістралях передніх і задніх груп ресор з метою рівномірного підйому корми і носа машини. Вони встановлені попереду і ззаду в корпусі машини.

У СРПК застосовані чотири уніфікованих дроселя-коректора (рис. 11.16).

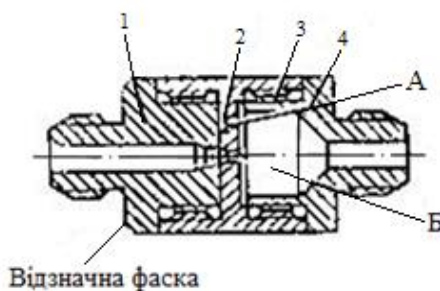


Рисунок 11.16 – Дросель-коректор СРПК ГМ-352:
1, 4 – перехідники; 2 – дросельна шайба; 3 – муфта;
А – коректуючий отвір; Б – центральний отвір

Дросель-коректор складається з наступних елементів (рис. 11.16):

- муфти 3;
- перехідників 1, 4;
- дросельної шайби 2;
- кільця ущільнювачів.

Для рівномірного підйому машини ці прилади встановлені так, що для задньої групи ресор, що вимагають для підйому корпусу більшого тиску рідини, ніж для передньої групи через поздовжній зсув назад центру мас машини, рідина підводиться до перехідника 1, для передньої групи – до перехідника 4.

При опусканні корпусу напрямок потоку рідини змінюється на протилежний, завдяки цьому корма і ніс машини опускаються рівномірно. При цьому при підводі рідини до перехідника 1 вона притискає шайбу 2 до торця перехідника 1, закриваючи коректуючий отвір А, і проходить тільки через центральний отвір Б.

Прилади під'єднують до елементів системи так, щоб відмінні фаски на їх корпусах були звернені в певному напрямку.

Регулятори дорожнього просвіту 12 (рис. 11.12) призначені для виведення корпусу машини на номінальний статичний дорожній просвіт.

Регулятори встановлені всередині корпусу на балках першої правої і шостої лівої підвісок.

Регулятор складається з наступних елементів (рис. 11.17):

- корпуса 6;
- гільзи 4;
- плунжера 5;
- штока 8;
- стакана 9;
- перехідника 1;
- кутників 11, 12;
- клапана 3;
- пружини 2, 7.

Шток 8 регулятора через шарик 10 кінематично пов'язаний з кулачковим валиком 47 (рис. 11.10), який встановлений в розточуванні осі балансира і під дією пружини 7 (рис. 11.17) постійно віджятий від кулачка. При включенні регулятора в роботу шток притискається до кулачка.

Кулачковий вал 47 (рис. 11.10) призначений для настройки регулятора. Під час налаштування регулятора на номінальний дорожній просвіт риску B на його торці встановлюють проти rischi G на торці балансира.

Робоча рідина від насоса до регулятора підводиться через перехідник 1 (рис. 11.17). Кутник 11 через гідрозамок з'єднаний з ГПР, кутник 12 відповідно з баком.

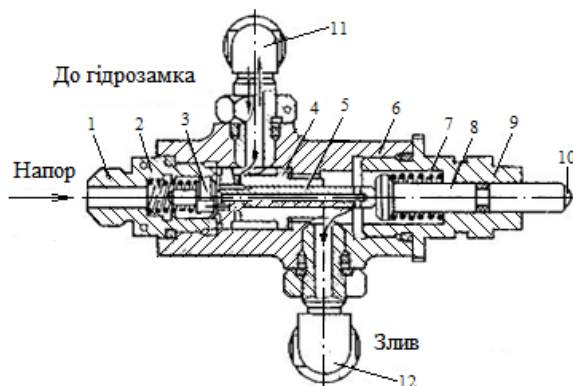


Рисунок 11.17 – Регулятор дорожнього просвіту СРПК ГМ-352:

- 1 – перехідник; 2, 7 – пружини; 3 – клапан; 4 – гільза;
 5 – плунжер; 6 – корпус; 8 – шток; 9 – стакан; 10 – кулька;
 11, 12 – кутники

При виставці корпусу машини на номінальний дорожній просвіт, якщо корпус машини виставлено вище номінального, клапан 3 під напором рідини притискається до сидла гільзи 4. Під дією тиску рідини з порожнини 1 гідрозамка ГПР через кутник 11 плунжер 5 переміщується вправо (по рисунку), віджимаючи пружину 7, відходить від клапана 3, і рідина з ГПР через отвори в гільзі 4, плунжер 5 та косинець 12 зливається в бак – корпус опускається.

При опусканні корпусу під дією кулачкового валика 47 (рис. 11.10) шток 8 (рис. 11.17) і плунжер 5 переміщуються вліво (по рисунку) до упору в клапан 3. Магістраль ГПР та зливна магістраль кутника 12 роз'єднуються і корпус зупиняється.

При недостатньому дорожньому просвіті під впливом кулака (рис. 11.10) через шток 8 (рис. 11.17) плунжер 5 клапана 3 віджати від сідла гільзи 4. Рідина від насоса через пази в клапані 3, гільзу 4, верхній кутник 11 нагнітається в відповідну групу ресор. Корпус машини буде підніматися до тих пір, поки балансир не займе номінальне статичне положення. При цьому клапан 3 притискається і до сідла гільзи, і до торцевої крайки плунжера, а канали переходника 1 і кутників 11, 12 ізолюються одна від одної.

Робота СРПК

Вентиль 14 (рис. 11.14, на рис. 11.12 вентиль Ф) закритий. Він включається тільки при виконанні операції «Установка номінального дорожнього просвіту».

Встановлюється частота обертання валу двигуна, що дорівнює $800\text{--}1000 \text{ хв}^{-1}$. Вимикач «МУФТА» на правому щитку приладів переводять в положення «ВКЛ», включається муфта приводу насоса 4 і олива через кран У (рис. 11.12) – кран підключення насоса до гідросистеми, надходить в бак. Гірське гальмо при цьому розгальмовують.

Рукоятку крана Т розподільника – крана підключення насоса до виконавчих механізмів СРПК ставлять у відповідне положення (I – нейтраль, натяг; II – ослаблення; III – номінальний дорожній просвіт; IV – диферент на ніс; V – підйом; VI – опускання; VII – диферент на корму).

Переводять рукоятку крана У в положення II (робота) і утримують в цьому положенні. При цьому насос роз'єднуються з баком і з'єднуються з відповідними виконавчими механізмами. Надалі збільшують частоту обертання валу двигуна до $1800\text{--}2000 \text{ хв}^{-1}$ (крім операцій з опускання і ослаблення). По завершенні операцій рукоятки кранів У, Т і вимикач «МУФТА» повертають у вихідне положення. Перед переміщенням корпусу по вертикалі і з диферентом натяг гусениці послаблюють. Тиск оливи в СРПК контролюють за манометром, встановленим зліва від механіка-водія.

У режимі додання корпусу диференту на ніс (рис. 11.12) гідрозамки ресор відкриваються, і рідина з передніх ресор зливається в задні, що нагнітаються, одночасно натяг гусениць послаблюється.

У режимі додання корпусу диференту на корму рідина зливається з задніх ресор і нагнітається в передні ресори.

У режимі натягу гусениць рідина від насоса через крани *У*, *Т* і гідрозамки надходить в поршневі порожнини механізмів 13 натягу і з штокової порожнини через кран *Т* зливається в бак.

У режимі зменшення натягу гусениць рідина нагнітається в штокові порожнини механізмів 13 натягу. Гідрозамки відкриваються, і рідина з поршневих порожнин зливається в бак 5. У режимі установки номінального дорожнього просвіту і його зменшення натяг гусениць одночасно змінюється.

Управління системою з приводом від ручного насоса здійснюється аналогічно описаному від основного насоса, але при цьому муфту приводу насоса не включають.

12 ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН В ДЕКЛАРАЦІЙНИХ ДОКУМЕНТАХ НА КОРИСНІ МОДЕЛІ ТА ВИНАХОДИ

Аналіз патентної інформації стосовно розробки та вдосконалення гусеничних рушіїв ходової частини спеціальних машин, а також і їх окремих елементів конструкції показує, що автори у своїх технічних розробках спрямовані на досягнення наступних цілей [12-25]:

- підвищення прохідності транспортного засобу з одночасним спрощенням її установки на опорні колеса;

- розробка заходів по конструктивно-технологічному спрощенню;

- створення знімного гусеничного пристрою, що підвищує прохідність транспортного засобу при їзді по бездоріжжю в будь-який час року і що дозволяє встановлювати його на транспортний засіб з залежною і незалежною підвіскою замість керованих або некерованих коліс без доопрацювання його елементів конструкції;

- зниження часу і трудомісткості переобладнання транспортного засобу, переважно рисозерноприбирального або самохідних комбайнів, з колісного ходу на напівгусеничний хід і назад та поліпшення умов праці оператора;

- забезпечення швидкого пересування комбіходу по маршруту з сприятливими і несприятливими для колісного ходу ділянками шляху без пошкодження твердого дорожнього покриття гусеницями;

- підвищення ефективності транспортного засобу шляхом спрощення управління його вузлами і обладнанням;

- створення простої, технологічної конструкції гусеничної приставки, яку можна транспортувати по автомобільній дорозі на причепі, на яку можна в польових умовах швидко встановити і закріпити автомобіль з приводом на передні колеса, а також швидко зняти автомобіль, що дозволяє автомобілю пересуватися в умовах важкодоступній місцевості по глибокому снігу і по м'якому ґрунту;

- забезпечення пересування і маневрування всюдихода то колісними, то гусеничними рушіями з перерозподілом його ваги

Гусеничний рушій складається з наступних елементів:

- рами трактора 1;
- балансирних кареток 2 (по дві з кожної його сторони);
- опорних котків 3;
- гусеничних стрічок 4 із траками 5.

Кожна гусенична стрічка 4 охоплює ведуче 6 і напрямне 7 колеса, а її верхня гілка опирається на підтримувальні ролики 8.

Балансирна каретка 2 складається із наступних елементів (рис. 12.2, 12.3):

- зовнішнього балансира 9;
- внутрішнього балансира 10;
- осі 11.

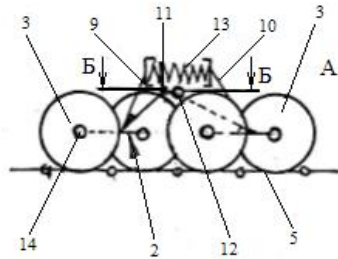


Рисунок 12.2 – Балансирна каретка
(вид збоку, місце А на рис. 12.1)

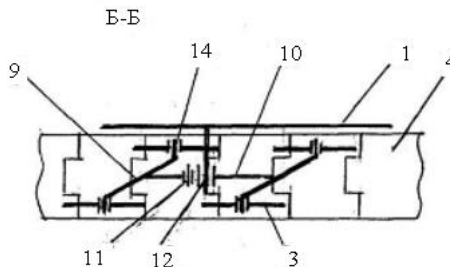


Рисунок 12.3 – Балансирна каретка (вид зверху на опорні котки балансирної каретки, розріз Б-Б на рис. 12.2)

Верхні частини балансирів 9 і 10 розпираються циліндричними пружинами-ресорами 13.

Опорні котки 3 на кожному балансирі 9 і 10 виконані спареними, встановлені на їхніх півосях 14 і рознесені в поздовжньому напрямку на відстань, рівна кроку траків 5. Це дозволило створити опору кожного котка 3 на кожний трак 5 гусеничної стрічки 4.

При русі трактора по полю балансирні каретки 2 опираються кожним спареним катком 3 балансирів 9 і 10 на суміжні траки 5 гусеничного ланцюга 4, що охоплює ведуче 6 і напрямне 7 колеса, а її верхня гілка підтримується роликами 8 і переміщується обертанням ведучого колеса.

Балансири 9 і 10, що встановлені на осях 11 і 12, розпираються пружинами-ресорами 13 і гасять інерційні сили. Останні створюються роботою двигуна транспортного засобу 1 та додатково обумовлюють ущільнення ґрунту. Крім цього пружини-ресори 13 зм'якшують пересування трактора по нерівностях ґрунту. У результаті того, що опорні спарені котки 3 у кожній парі балансирів 9 і 10 рознесені в поздовжньому напрямку на відстань, яка дорівнює кроку траків 5 гусеничної стрічки 4, створена опора кожним катком на суміжні траки нижньої її гілки.

Передача маси трактора на гусеничну стрічку 4 відбувається рівномірно без піків, у вигляді епюру тиску, які відрізняються за формою від котків, що опираються в прототипі не на всі траки (рис. 12.1).

12.2 Гусеничний рушій транспортного засобу з амортизаційно-натяжними механізмами

Запропоновано конструкцію гусеничного рушія з амортизаційно-натяжними механізмами в яких реалізовані заходи щодо їх спрощення та зниження металоємності [13].

Гусеничний рушій складається з наступних елементів (рис. 12.4–12.8):

– направляючі колеса 1 з амортизаційно-натяжними механізмами, що включають осі колінчасті 2, які встановлені поворотно в шарнірі рами 3;

– циліндри 4 натягу гусениць, що з'єднані шарнірно одними своїми кінцями з осями колінчастими 2, а другими кінцями з проміжними важелями 5 і 6, які встановлені поворотно на рамі 3.

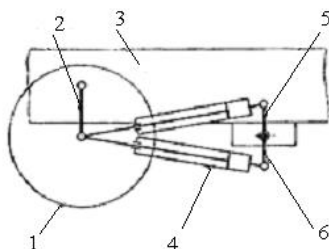


Рисунок 12.4 – Схема з'єднання амортизаційно-натяжних частин гусеничних ланцюгів протилежних бортів (головний вид)

Проміжні важелі 5 і 6 спрямовані в протилежні сторони, або розташовані по обидва боки від горизонтальної площини, що проходить через вісь їх повороту і жорстко пов'язані між собою валом 7, який розташований на вісі їх повороту. Крім того, гусеничний рушій містить ведучі колеса, опорні котки, ролики, що підтримують (на кресленні не показані).

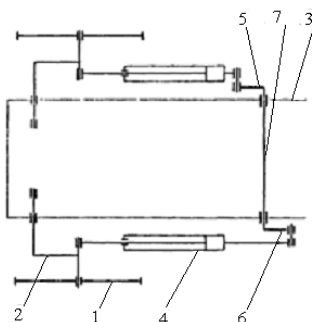


Рисунок 12.5 – Схема з'єднання амортизаційно-натяжних механізмів гусеничних ланцюгів протилежних бортів (вид зверху, повернуто)

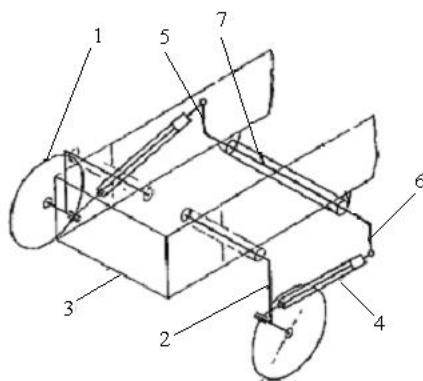


Рисунок 12.6 – Схема з'єднання амортизаційно-натяжних механізмів гусеничних ланцюгів спарених по одному борту (головний вид)

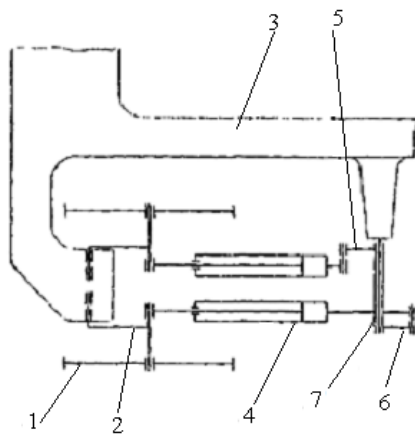


Рисунок 12.7 – Схема з'єднання амортизаційно-натяжних механізмів гусеничних ланцюгів спарених по одному борту (вид зверху, повернуто)

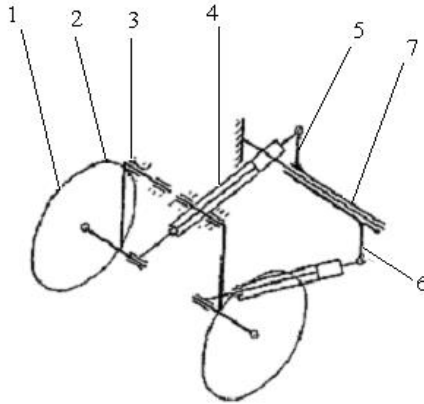


Рисунок 12.8 – Схема з'єднання амортизаційно-натяжних механізмів гусеничних ланцюгів спарених по одному борту (аксонометрична проекція)

Гусеничний рушій працює наступним чином.

При русі транспортного засобу можливі наїзди напрямних коліс *1* на перешкоди і потрапляння сторонніх предметів в гусеничні рушії, що викликає явища розпору його гусеничних ланцюгів. В тому і в іншому випадках зусилля, яке впливає на направляючі колеса *1*, передається через нього на вісь колінчасту *2*, яка, повертаючись в шарнірах рами *3*, через гідроциліндр *4* натягу гусениці передає рух на важелі *5* або *6*. Важелі *5* або *6* встановлені поворотно на рамі *3*, жорстко пов'язані між собою валом *7* і належать амортизаційно-натяжним механізмам гусеничних ланцюгів різних бортів, або гусеничним ланцюгам, що спарені по одному і тому ж борту.

Оскільки вказані важелі *5* і *6* спрямовані в протилежні сторони один від одного, або розташовані по обидва боки від горизонтальної площини, що проходить через вісь їх повороту, то при відхиленні одного з важелів назад разом з спрямовуючим колесом його механізму, інший важіль, пов'язаний з ним валом, буде відхилитися в протилежну сторону, тобто вперед. При цьому здійснюється переміщення гідроциліндра *4* і напрямного колеса *1*

свого механізму. Створений натяг гусеничного ланцюга буде порівнятися з зусиллям, яке з'явилося в спареному ланцюгу.

Таким чином, переміщення одного направляючого колеса викликає рівне переміщення в зворотну сторону пов'язаного з ним другого направляючого колеса, що розтягує свій гусеничний ланцюг за рахунок її провисань. Таке з'єднання гусеничних ланцюгів через їх амортизаційно-натяжні механізми збільшує вдвічі компенсаційні можливості кожного з них за рахунок один одного при розпорі.

При наїзді одного з гусеничних ланцюгів на перешкоду зусиллю удару буде протистояти зусилля натягу з'єднаної з нею гусеничного ланцюга і деформація торсійного валу.

При наїзді двома ланцюгами виникає удар, що сприймається їх амортизаційно-натяжними механізмами в жорсткому режимі, тому що переміщення важелів 5 і 6 не відбудуться через їх рівну завантаженість. При цьому сила удару сприймається торсійним валом. Крім того, відбувається часткове гасіння удару натягом кожного гусеничного ланцюга окремо. При досягненні сили удару значень вище розрахунково допустимих відбувається спрацьовування запобіжного клапана одного з гідроциліндрів (на кресленні не показаний).

12.3 Гусеничний рушій транспортного засобу з еластичною гусеницею

Запропоновано конструкцію гусеничного рушія транспортного засобу, у якому нова форма виконання опорних, ведучого, напрямного коліс та еластичної гусениці з протектором, дозволяє збільшити сили тертя між контактуючими поверхнями ведучого колеса і гусениці, та поліпшити фіксацію гусениці на колесах від поперечного зсуву, що забезпечує збільшення потужності, яка передається від ведучого колеса до гусениці, і підвищує надійність роботи двигуна [14].

Гусеничний рушій транспортного засобу містить наступні елементи (рис. 12.9–12.14):

- ведуче колесо 1;
- напрямне колесо 2;
- еластичну гусеницю з протектором 3.

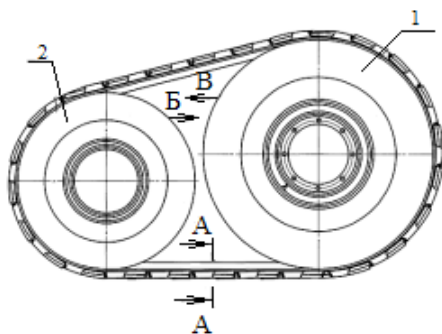


Рисунок 12.9 – Схема гусеничного рушія

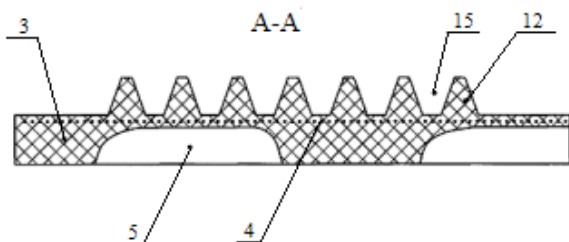


Рисунок 12.10 – Розріз А-А на рис. 12.9

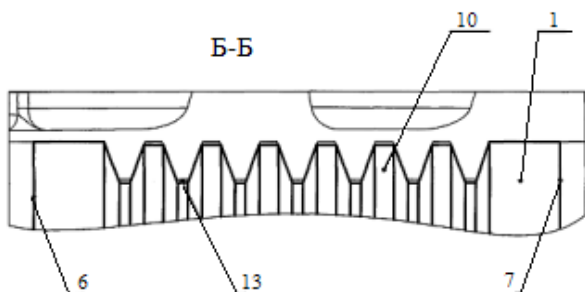


Рисунок 12.11 – Вид Б на рис. 12.9

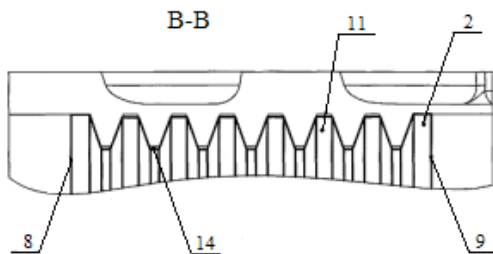


Рисунок 12.12 – Вид В на рис. 12.9

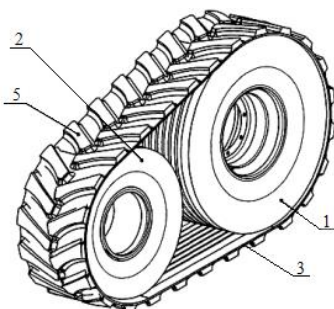


Рисунок 12.13 – Загальний вид рушія в ракурсі 3/4 попереду

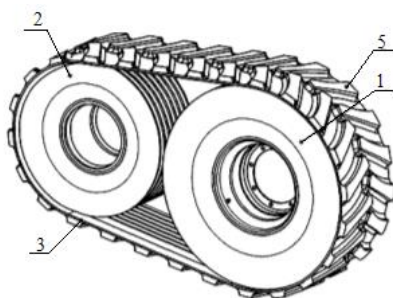


Рисунок 12.14 – Загальний вигляд рушія в ракурсі 3/4 позаду

Гусениця 3 виконана у вигляді нескінченної гумової стрічки із завулканізованим у її масиві шаром гнучкого нерозтяжного корду 4, переважно металокорду. На зовнішній поверхні гусениці 3 виконаний протектор 5. Між торцями 6 і 7 ведучого колеса 1 і торцями 8 і 9 напрямного колеса 2 на їхній зовнішній поверхні виконані відповідно кільцеві виступи 10 і 11, що мають клиноподібну форму, а на внутрішній поверхні гусениці 3 – поздовжні виступи 12, що також мають клиноподібну форму. Поздовжні виступи 12 входять у канавки 13 між кільцевими виступами 10 ведучого колеса 1 і в канавки 14 між кільцевими виступами 11 напрямного колеса 2 і контактують із зазначеними виступами своїми бічними поверхнями. Аналогічно кільцеві виступи 10 і 11 відповідно ведучого й напрямного коліс 1 і 2 входять у канавки 15 між поздовжніми виступами 12 гусениці 3.

Натяг гусениці здійснюється за допомогою механізму натягу (не показаний).

Гусеничний рушій транспортного засобу працює таким чином.

Завдяки тому, що гусениця 3 перебуває в натягнутому положенні, бічні поверхні поздовжніх виступів 12 гусениці щільно притиснуті до бічних поверхонь кільцевих виступів 10 і 11 відповідно ведучого й напрямного коліс 1 і 2. При обертанні ведучого колеса 1, за рахунок сил тертя між контактуючими поверхнями кільцевих виступів 10 і поздовжніх виступів 12 потужність, що надходить від двигуна, передається від ведучого колеса 1 на гусеницю 3, яка перемотується на колесах 1 і 2 та забезпечує рух транспортного засобу.

При повороті транспортного засобу, з боку ґрунту на гусеницю 3 через протектор 5 діє поперечна сила. При цьому, кільцеві виступи 10 і 11 ведучого 1 і напрямного 2 коліс утримують поздовжні виступи 12 від поперечного зсуву і, таким чином, перешкоджають спаданню гусениці 3 з ведучого й напрямного коліс. Завдяки клиноподібній формі кільцевих виступів 10 і поздовжніх виступів 12, сила притиснення їхніх бічних поверхонь одне до одного значно перевищує силу притиснення гусениці до гладкої циліндричної поверхні ведучого колеса у відомому гусеничному рушії. Завдяки цьому, збільшується сила тертя між контактуючими поверхнями колеса

й гусениці, що дозволяє передавати від колеса до гусениці більш високі тягові зусилля. А завдяки тому, що на зовнішніх поверхнях ведучого й напрямного коліс виконано по декілька кільцевих виступів, поліпшується фіксація гусениці на колесах від поперечного переміщення. В наслідок цього, гусениця більш надійно утримується на колесах при повороті транспортного засобу, коли на неї діють бічні зусилля. Це дозволяє підвищити надійність роботи гусеничного рушія.

12.4 Пристрій для підвищення прохідності автомобіля

Запропоновано конструкцію рушія для підвищення прохідності автомобіля з одночасним спрощенням установки на опорні колеса [15].

Пристрій для підвищення прохідності автомобіля 1 містить наступні елементи (рис. 12.15):

- візок 2 з опорними котками 4, що встановлюється шарнірно на провідний фланець колеса автомобіля 3,
- еластичну стрічку 5, що охоплює опорний і ведучий коток 6.

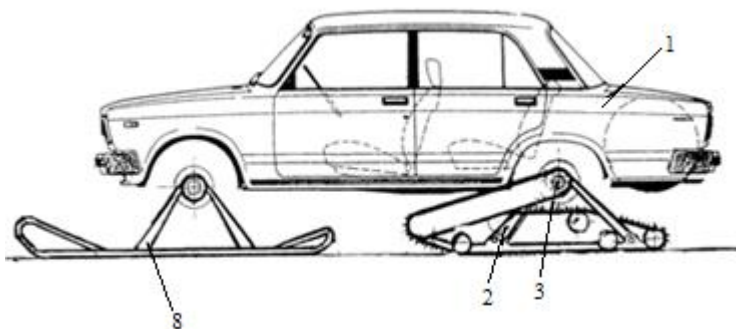


Рисунок 12.15 – Автомобіль з передніми і задніми шарнірно-опорними пристосуваннями, що підвищують його прохідність

Крутний момент від фланця колеса 3 передається ланцюговою передачею 7 на ведучий коток (зірочку) 6 (рис. 12.16). Лижка 8 встановлюється шарнірно на фланець колеса.

Працює пристрій наступним чином.

На кожен фланець керованого неприводного колеса автомобіля встановлюється шарнірно лижа 8. При цьому забезпечується управління напрямком руху аналогічно автомобілю.

Замість кожного приводного колеса автомобіля встановлюється шарнірно приводний гусеничний рушій (рис. 12.16). Крутний момент від фланця колеса 3 передається на ведучу зірочку кульової опори. Далі ланцюговою передачею крутний момент передається на ведучій коток (зірочку) 6 та ведучій барабан, який жорстко закріплено з нею. Барабан входить в зачеплення зі стрічкою 5 та автомобіль приводиться в рух. При цьому управління швидкістю руху автомобіля з пристроєм підвищення прохідності не відрізняється від звичайного.

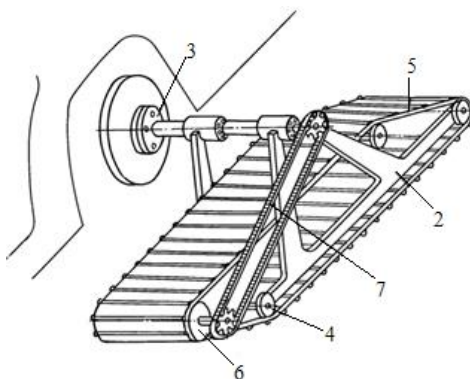


Рисунок 12.16 – Схема гусеничного рушія з елементами фіксації його відносно фланця колеса і передачі крутного моменту від фланця колеса до ведучого опорного котку рушія за допомогою ланцюгової передачі

Зменшуючи або збільшуючи число зубів ведучої і відомої зірочок, можна змінювати швидкість пересування автомобіля. Установка лижі шарнірно на неприводний фланець колеса виключає зависання лижі при гальмуванні, як наслідок, перекидання автомобіля. Подовжуючи довжини шарнірних приводів кріплення знімних опорних пристосувань, можна поліпшити стійкість автомобіля.

12.5 Гусенична машина з підвісною лижею

Запропоновано конструкція гусеничної машини з підвісною лижею з впровадженими заходами конструктивно-технологічного спрощення (рис. 12.17–12.18) [16].

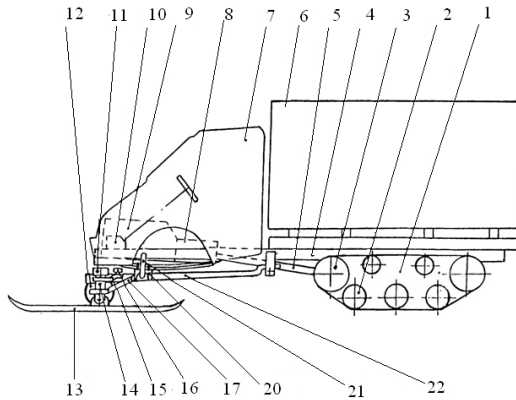


Рисунок 12.17 – Гусенична машина (вид збоку зі зміщенням переднього моста)

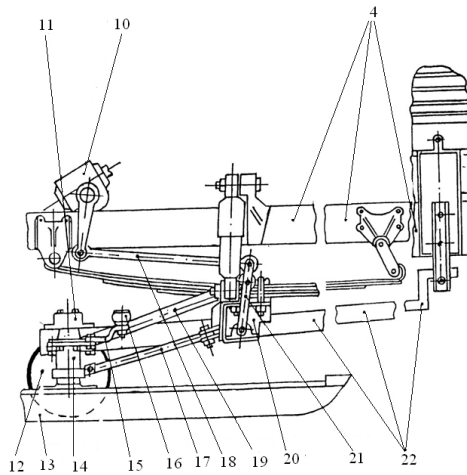


Рисунок 12.18 – Передня підвіска лиж і привід рульового управління лижами гусеничної машини

Гусенична машина містить наступні складові:

- гусеничний візок 1 з ведучим мостом 3 і опорними котками 2;
- передній міст 11, закріплений на двох поздовжніх лонжеронах 22, що мають кронштейни з опорними площадками 20;
- кабіну 7;
- вантажопасажирський відсік 6;
- двигун 9;
- коробку передач 8;
- карданний вал 5;
- гальмівну систему;
- лижі (колеса) 13;
- передні висувні опорні котки 12;
- штовхачі 17;
- поздовжні поворотні важелі 15 (на рисунках показаний лівий поздовжній поворотний важіль);
- поздовжні кермові тяги 18, 19;
- поперечну рульову тягу 16;
- рульовий механізм 10;
- маятниковий важіль 21;
- стійки лиж 14.

Гусенична машина працює наступним чином.

При рушанні з місця, якщо сталося примерзання лиж 13, то за рахунок зазору між стійками лиж 14 і роз'ємними кільцями штовхачів 17 відбувається поштовх (удар) штовхачів 17 в стійки лиж 14, що полегшує рушання з місця (рис. 12.16) При прямолінійному русі крутний момент від двигуна 9 через коробку передач 8 і карданний вал 5 передається ведучому мосту 3 гусеничного візка 1, а, отже, і гусеницях. Якщо керуючі рухом гусеничної машини лижі 13 розташовуються прямо (тобто паралельно поздовжньої осі гусеничної машини), то гусениці рухаються з рівними швидкостями і машина рухається прямолінійно.

При повороті рульового колеса, зусилля від рульового механізму 10 через поздовжню рульову тягу 18 передається маятниковому важелю 21, від якого через поздовжню рульову тягу 19 передається поперечному поворотному важелю лівої стійки лижі 14. Але так як до цієї стійки лижі 14 прикріплений і поздовжній поворотний важіль 15, пов'язаний поперечною

рульової тягою 16 з таким же поздовжнім поворотним важелем правої стійки лижі 14, то відбувається поворот обох лиж.

При експлуатації в літній період на передній міст встановлюються колеса низького тиску. У цьому випадку зусилля від рульового механізму передається через поздовжню рульову тягу 18 маятниковому важелю 21, від якого через поздовжню рульову тягу 19 до поворотного кулака стандартного переднього моста моторно-трансмісійного блоку.

При повороті лиж (коліс) шестерний диференціал ведучого моста 3 дозволяє забезпечити різні швидкості руху гусениць. Гусенична машина повертає.

При русі по ділянках, які не мають снігового покриву, висуваються передні висувні опорні котки 12. Так як вони повертаються разом (синхронно) з лижами 13, то можуть управляти рухом гусеничної машини. Оскільки поверхня кочення цих котків при висуванні знаходиться нижче поверхні ковзання лиж 13, то гусенична машина, спираючись на передні висувні опорні котки 12, долає ділянки без снігового покриву і управляється ними.

12.6 Знімний гусеничний блок транспортного засобу

Запропоновано конструкцію знімного гусеничного блоку, що підвищує прохідність транспортного засобу при їзді по бездоріжжю в будь-який час року та дозволяє встановлювати його з залежною і незалежною підвіскою замість керованих або некерованих коліс без доопрацювання його елементів [17].

Знімний гусеничний блок транспортного засобу розроблений в двох варіантах, що дозволяють використовувати його для різних видів бездоріжжя і для різних видів транспортних засобів.

У першому варіанті (рис. 12.19) знімний гусеничний блок 1, що монтується на маточині кріплення колеса транспортного засобу 2, включає наступні елементи:

- гусеницю 3;
- каркас 4;
- опорні котки 5;
- натяжні колеса 6;
- підтримуючі колеса 7;

- два приводних зубчастих або цівкових приводних колеса 8, виконаних з зубами 9 або цівками (не показано);
- пустотілий вал 10, що спирається на підшипники кочення 11.

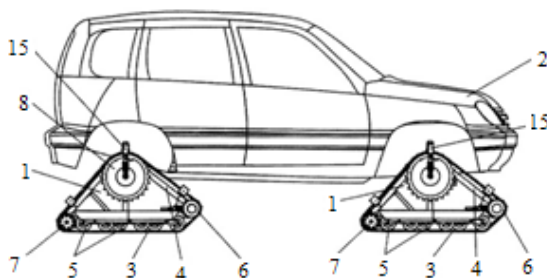


Рисунок 12.19 – Загальний вид транспортного засобу зі знімними гусеничними блоками (варіант 1)

Каркас 4 розташований в одній вертикальній площині, що проходить по поздовжній осі симетрії гусениці.

Приводні зубчасті або цівкові колеса 8 розташовані на одному валу і симетрично до поздовжньої осі симетрії гусениці, внаслідок чого знімний гусеничний блок стає універсальним з можливістю його установки на ліву чи праву сторони транспортного засобу.

Гусениця 3 виготовляється з еластичного матеріалу, наприклад, гуми або поліуретану і забезпечена елементами у вигляді вікон 12 або зубів (не показано), взаємодіючих з зубами 9 або цівками приводних коліс 8.

Каркас 4 знімного гусеничного блоку виконаний у вигляді стрижневої конструкції трикутної або трапецеїдальної форми з профільних елементів 13.

Для компенсації вертикальних складових моментів від гусениці, що виникають при русі транспортного засобу і які впливають на підшипники кочення маточини колеса транспортного засобу, знімний гусеничний блок забезпечений елементом зв'язку, встановленим в попередньо напруженому стані. Попередньо напружений стан елемента зв'язку заздалегідь створює момент, протилежний тому, який виникає при русі

гусениці, і дозволяє мінімізувати вплив вертикальних навантажень на підшипники кочення маточини при ширині гусениці, що перевищує ширину штатного колеса транспортного засобу. При цьому один кінець елемента зв'язку взаємопов'язаний з валом зубчастого або цівкового колеса 8 з боку його торця, протилежного маточини колеса, а інший кінець взаємопов'язаний з підвіскою 14 транспортного засобу.

Попередньо напружений елемент зв'язку (рис. 12.20, 12.21) знімного гусеничного блоку з підвіскою транспортного засобу виконаний у вигляді балки 15 з пустотілого профілю прямокутного або круглого перетину. При цьому її ділянку 16, що знаходиться над гусеницею, розташовано паралельно осі обертання зубчастого або цівкового приводного колеса 8.

Кутове положення ділянки 16 балки, що знаходиться над гусеницею, визначається положенням площини, що проходить по поздовжній осі симетрії цієї ділянки балки і по осі обертання зубчастого або цівкового колеса, і становить $\pm 20^\circ$ від вертикалі (рис. 12.27). У цих межах найбільш ефективно забезпечується компенсація моментів, що впливають на підшипники маточини колеса транспортного засобу.

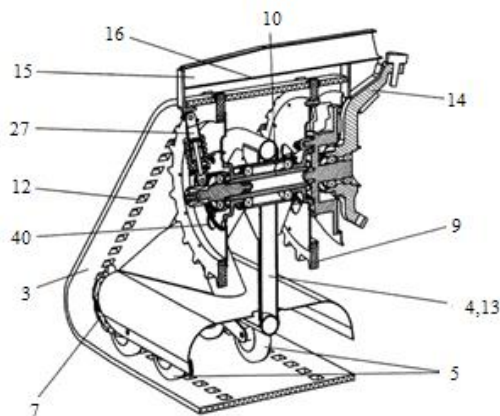


Рисунок 12.20 – Загальний вид знімного гусеничного блоку з його зовнішньої сторони (1 варіант)

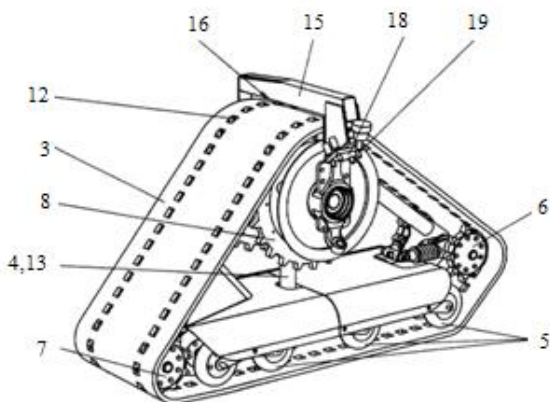


Рисунок 12.21 – Загальний вид знімного гусеничного блоку з його внутрішньої сторони (1 варіант)

Один кінець балки 15 (рис. 12.22) виконаний за формою елемента підвіски 14 транспортного засобу, з яким він взаємодіє, наприклад, важеля, а інший кінець балки забезпечений сергою 17.

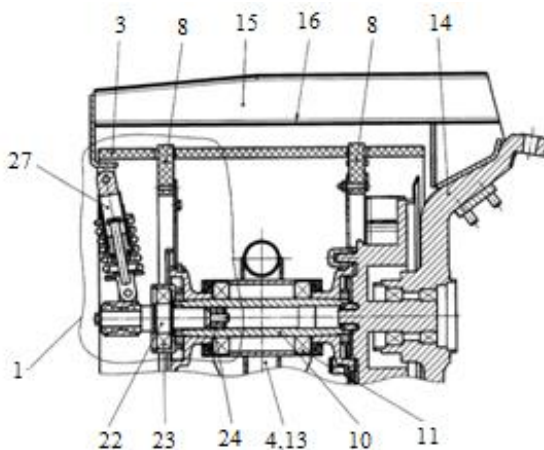


Рисунок 12.22 – Перетин вертикальної площиною по осі приводних зубчастих або цівкових коліс (збільшено)

Кріплення балки до підвіски транспортного засобу здійснено за допомогою затиску елемента підвіски 14 болтами 18. У разі особливостей підвіски це місце кріплення може бути виконано в дзеркальному виконанні для його установки на протилежну сторону транспортного засобу.

Взаємозв'язок балки з валом зубчастого або цівкового колеса 8 здійснений через пружний елемент зв'язку у вигляді сайлент-блоку 21 і проміжної опори, яку виконано у вигляді цапфи 11. Цапфа має підшипники кочення, і встановлюється співвісно з порожнистим валом 10 з боку його торця, протилежного маточині колеса.

Підшипники кочення 23, 24, розташовані на одному кінці і в середній частині цапфи 22, взаємодіють з нею внутрішніми обоймами. При цьому зовнішня обойма підшипника 23 на кінці цапфи взаємодіє з внутрішнім діаметром пустотілого вала 10, а зовнішня обойма підшипника 24 в середній частині цапфи взаємодіє із зубчастим або цівковим колесом 8.

Сайлент-блок 21 (рис. 12.20–12.23) виконаний у вигляді металевого циліндричного корпусу, всередині якого розміщені пружні втулки 25, які взаємодіють внутрішнім діаметром з зовнішнім діаметром зовнішнього циліндричного кінця цапфи 22, виступаючого за торець зубчастого або цівкового колеса 8.

Зовні циліндричного корпусу сайлент-блоку 21 нерухомо закріплена серга 26, що взаємодіє з додатковим пружним елементом зв'язку 27.

Серга 17 балки 15 і вушко 28 корпусу сайлент-блоку 21 взаємодіють зі стаканом 29 і штоком 30 додаткового пружного елемента зв'язку 27. При цьому на стакані між торцем гайки 31 і тарілкою 32, яка взаємодіє з сергою 26 сайлент-блоку, розміщена циліндрична пружина стиснення 34.

Обмеження ходу переміщення пружини 34 забезпечується штоком 30, один кінець якого має різьбову ділянку 36, а інший кінець виконаний у вигляді шляпки 37.

При цьому різьбова ділянка штока 30 взаємодіє з різьбою в торці вушка 33, яка взаємодіє з сергою 38, закріпленої на втулці сайлент-блоку 21, а шляпка 37 штока 30 обмежує його хід при упорі в торець обмежувальної втулки 39, закріпленої всередині стакану 29.

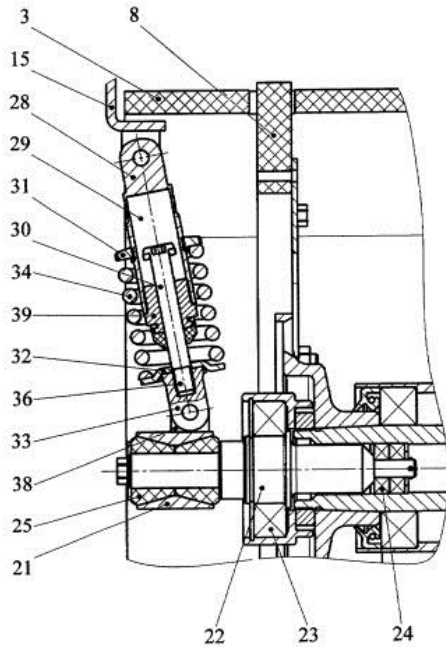


Рисунок 12.23 – Виносний елемент I з рис. 12.19 (збільшено)

Регулювання довжини штока 30 здійснюється шляхом вгвинчування в отвір для гвинта в вушко 33.

Крім того, пружний елемент виконаний з можливістю тарування зусилля стиснення пружини 34, що забезпечує величину попереднього напруження балки 15 шляхом закручування або відкручування гайки 31 на зовнішній поверхні стакану 29, який взаємодіє своїм торцем з торцем пружини 34.

Для кріплення знімного гусеничного блоку на маточині колеса транспортного засобу в кожному зубчастому або цівковому колесі 8 виконані отвори 40 (рис. 12.20), які взаємодіють зі шпильками або болтами (не показано) транспортного засобу, при цьому зубчасті або цівкові приводні колеса 8 розташовані симетрично до поздовжньої осі каркаса знімного гусеничного блоку.

Знімний гусеничний блок виконаний універсальним з можливістю його монтажу на лівій і правій сторонах

транспортного засобу і закріплення на маточині приводного або неприводного, а також керованого або некерованого колеса.

У другому варіанті (рис. 12.24–12.31) знімний гусеничний блок транспортного засобу містить всі елементи конструкції, що входять в перший варіант, і крім того, з метою компенсації горизонтальних і кутових складових моментів, що впливають на підшипники кочення маточини колеса, знімний гусеничний блок забезпечений додатковим елементом зв'язку. Останній взаємодіє з підвіскою 14 колеса транспортного засобу або його поворотним пристроєм 41 і з валом зубчастого або цівкового приводного колеса знімного гусеничного блоку з боку його торця, протилежного маточині колеса.

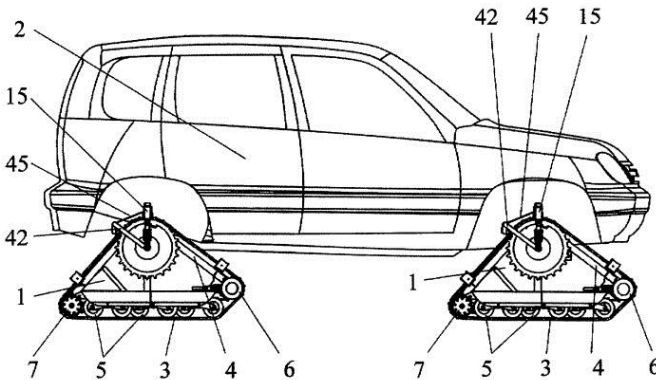


Рисунок 12.24 – Загальний вид транспортного засобу зі знімними гусеничними блоками (варіант 2)

Додатковий елемент зв'язку знімного гусеничного блоку (рис. 12.25, 12.26), який взаємодіє з підвіскою колеса або поворотним пристроєм транспортного засобу і з валом зубчастого або цівкового приводного колеса знімного гусеничного блоку, виконаний у вигляді додаткової балки 42 Г-подібної форми з пустотілого профілю прямокутного або круглого перетину.

Для установки на протилежну сторону транспортного засобу знімного гусеничного блоку Г-подібна додаткова балка спільно з сайлент-блоком 21 і вушком 33 виготовляються в дзеркальному виконанні (рис. 12.25).

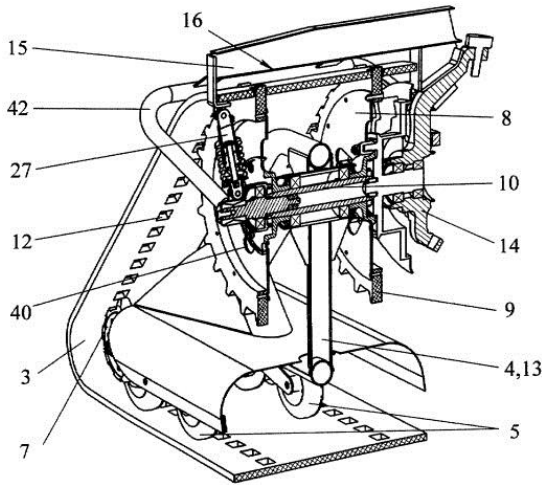


Рисунок 12.25 – Загальний вид знімного гусеничного блоку з його зовнішньої сторони (2 варіант)

Додаткова Г-подібна балка 42 містить ділянку 43 над або під гусеницею, яка розташована паралельно осі обертання зубчастого або цівкового приводного колеса 8.

Взаємозв'язок додаткової Г-образної балки 42 з валом зубчастого або цівкового приводного колеса здійснено шляхом нероз'ємного з'єднання, наприклад, зварюванням, з корпусом сайлент-блоку 20, що взаємодіє з проміжною опорою у вигляді цапфи 22.

Взаємозв'язок додаткової Г-образної балки 42 з підвіскою 14 транспортного засобу або його поворотним пристроєм здійснений за рахунок фланця 44 (рис. 12.26), що з'єднується з елементом підвіски або важелем 41 поворотного пристрою. При цьому фланець 44 нерухомо закріплений, наприклад, зварюванням, з кінцем Г-образного важеля з боку маточини колеса транспортного засобу. Отвори у фланці поєднуються з отворами у важелі транспортного засобу і в них встановлюються серійні або видовжені кульові пальці.

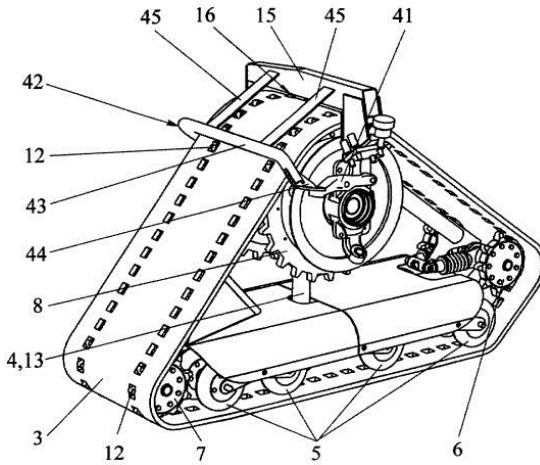


Рисунок 12.26 – Загальний вид знімного гусеничного блоку з його внутрішньої сторони (2 варіант)

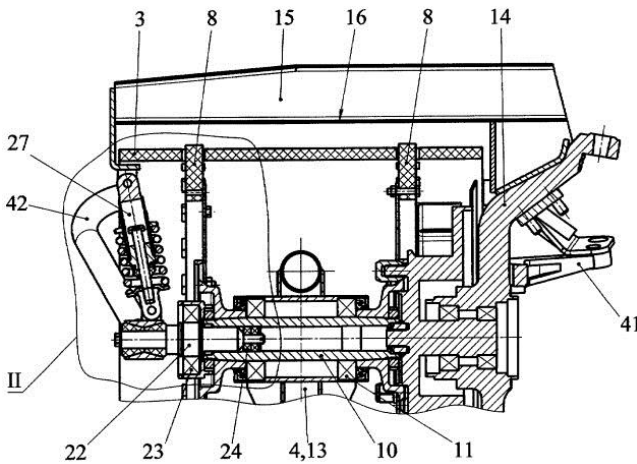


Рисунок 12.27 – Перетин вертикальної площини по осі приводних зубчастих або цівкових коліс (збільшено)

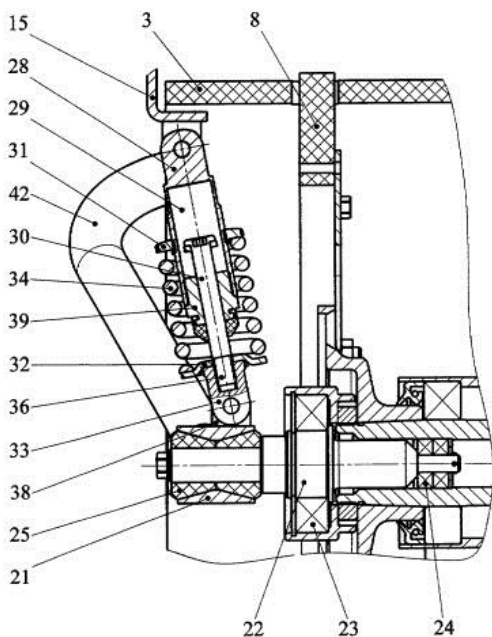


Рисунок 12.28 – Виносний елемент II (збільшено)

Взаємне розташування попередньо напруженої і додаткової Г-образної балок визначається кутовим розташуванням площин, що проходять по осі обертання зубчастого або цівкового колеса і паралельним цієї осі поздовжніх осях симетрії ділянок 16 і 42 обох балок, розташованих над гусеницею, і знаходиться в межах від 20° до 135° (рис. 12.29, 12.31). При цьому ділянка Г-образної балки може бути розташована під гусеницею. Ці значення визначаються насамперед становищем ділянки 16 попередньо напруженої балки 15, яке може відхилитися від вертикалі в межах $\pm 20^\circ$. Тому мінімальне кутове взаємне розташування ділянок балок між собою в 20° найхарактерніше для ситуації, коли ділянка 16 попередньо напруженої балки 15 має відхилення від вертикалі $+20^\circ$.

Максимальна кутова взаємного розташування ділянок балок між собою в 135° характерна для ситуації, коли ділянка 16 попередньо напруженої балки 15 має відхилення від вертикалі в

-20°, а ділянку 43 Г-образної додаткової балки розташовується під гусеницю (не показано), тобто виходячи з конструктивних можливостей пристрою.

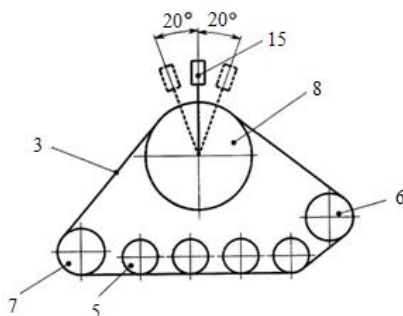


Рисунок 12.29 – Схема положення попередньо напруженої балки 15 з відхиленнями від вертикалі

Крім того, з метою підвищення жорсткості конструкції попередньо напружена і додаткова Г-подібна балки взаємопов'язані між собою, наприклад, пластинами 45 на ділянках 16 і 43 обох балок, розташованих над гусеницю, або на ділянках з боку торців гусениці (не показано) в разі, коли ділянку 43 Г-образної додаткової балки розташований під гусеницю.

Так само як і в першому варіанті, кріплення знімного гусеничного блоку на маточині колеса транспортного засобу здійснюється за рахунок отворів 40, виконаних в кожному зубчастому або цівковому колесі 8 і взаємодіючих зі шпильками або болтами (не показано) транспортного засобу.

Аналогічно з першим варіантом знімний гусеничний блок виконаний універсальним з можливістю його закріплення на маточині приводного або неприводного, а також керованого або некерованого колеса на обох сторонах транспортного засобу.

Збірка знімних гусеничних блоків першого і другого варіантів проводиться аналогічним способом і на заводі-виробнику. Відмінність полягає в тому, що в другому варіанті при складанні блоку до сайлент-блоку 21 приварюється додаткова

Г-подібна балка 42, при цьому обидві балки 15 і 42 зварюються між собою пластинами 45.

В обох випадках при складанні знімних гусеничних блоків проводять попереднє напруження балки 15 шляхом закручування гайки 31 додаткового пружного елемента 27, при цьому стискають пружину на розрахункову величину. У такому вигляді знімний гусеничний блок готовий до експлуатації.

Універсальність знімного гусеничного блоку з урахуванням двох його варіантів дозволяє використовувати його для різних видів транспортних засобів в умовах бездоріжжя протягом цілого року.

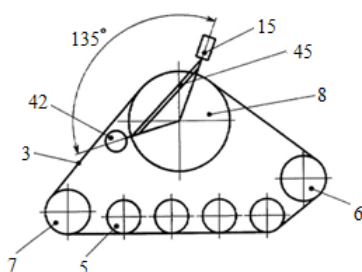


Рисунок 12.30 – Схема взаємного положення попередньо напруженої 15 і додаткової 42 балок при максимальному їх відхиленні

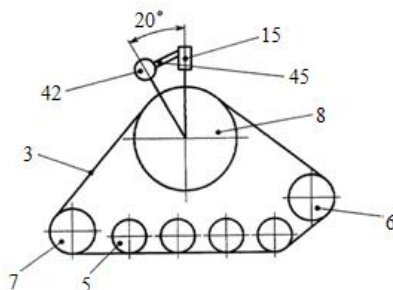


Рисунок 12.31 – Схема взаємного положення попередньо напруженої 15 і додаткової 42 балок при мінімальному їх відхиленні

12.7 Хід напівгусеничний змінний

Запропоновано конструкцію ходу напівгусеничного змінного, яка дозволяє знизити час і трудомісткість переобладнання транспортного засобу з колісного ходу на напівгусеничний і назад і поліпшити умови праці оператора (рис. 12.32, 12.33) [18].

Хід напівгусеничний змінний містить два гусеничних рушія *1*, що включають наступні елементи (рис. 12.32):

- ведучу зірочку *2*;
- раму *3*;
- опорні котки *4*;
- напрямні колеса *5*;
- механізм натягу *6*;
- гумоармовану стрічку *7*;
- зовнішню траверса *8*;
- внутрішню траверса *9*;
- барабани приводу *2*.

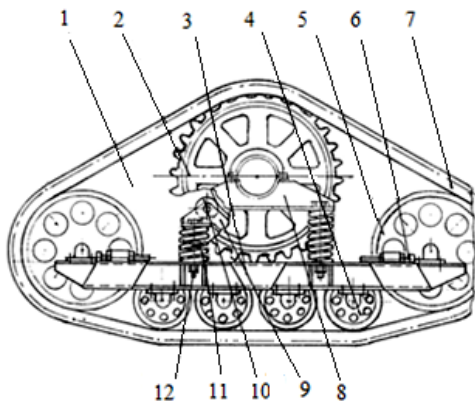


Рисунок 12.32 – Хід напівгусеничний змінний (вид збоку)

Внутрішня *9* траверса забезпечена роликами *10*, здатними обертатися. При цьому між основами зовнішньої *8* і внутрішньої *9* траверси і рамою *3* встановлений пружний елемент в вигляді пружини *11* і закріплений спеціальним гвинтом *12* з можливістю регулювання його довжини.

На основах зовнішньої 8 і внутрішньої 9 траверс і верхньої площини рами 3 співвісно приварені направляючі втулки 13 (рис. 12.33, 12.34) з можливістю установки на них пружного елемента у вигляді пружини 11.

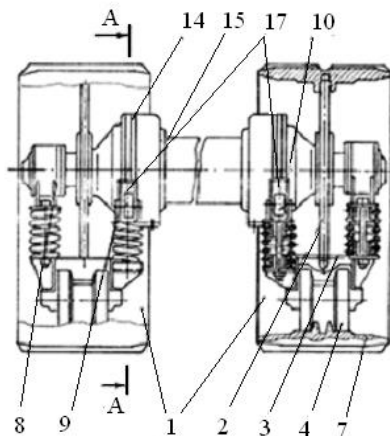


Рисунок 12.33 – Хід напівгусеничний змінний (вид спереду (ззаду))

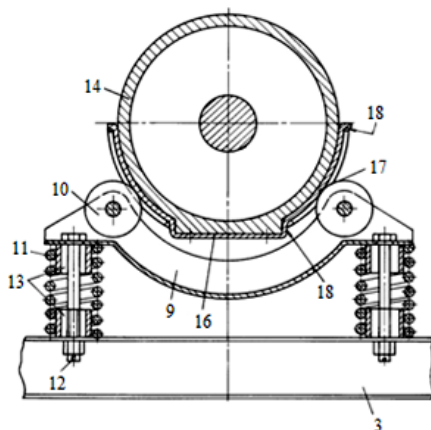


Рисунок 12.34 – Вид по перетину А-А рис. 12.33

На корпусі 14 бортового редуктора ведучого моста 15 встановлений кронштейн 16 з копіром 17 і обмежувачем 18 для роликів 10 внутрішньої 9 траверси.

При русі транспортного засобу ведуча зірочка 2 забезпечує привід нескінченної гусеничної, переважно гумоармованої, стрічки 7, яка в свою чергу обкатується по контуру напрямних коліс 5 з механізмом натягу 6 і опорних котків 4, встановлених на рамі 3.

Завдяки тому, що зовнішня 8 і внутрішня 9 траверси спираються на раму 3 через пружні елементи у вигляді пружини 11, встановленої на напрямних втулках 13 і з'єднаних між собою спеціальним гвинтом 12 з можливістю регулювання його довжини, в поєднанні зберігається цілісність конструкції.

При зміні рельєфу поля (дороги) гусеничний рушій 1 повертається навколо осі ведучої зірочки 2 на певний кут, при цьому ролики 10 внутрішньої 9 траверси перекочуються по копіру 17 кронштейна 16, встановленого на корпусі 14 бортового редуктора ведучого моста 15 транспортного засобу. Поворот гусеничного рушія 1 навколо осі ведучої зірочки 2 буде здійснюватися до тих пір, поки ролики 10 внутрішньої 9 траверси не досягнуть обмежувача 18.

Використання запропонованого ходу напівгусеничного змінного дозволить знизити час і трудомісткість переобладнання транспортного засобу, з колісного ходу на напівгусеничний і назад і поліпшити умови праці оператора.

12.8 Комбіхід з колісно-гусеничним рушієм

Запропоновано конструкцію комбіходу, якій забезпечує найбільш швидке пересування, наприклад, машини швидкої медичної допомоги, по маршруту зі сприятливими і несприятливими для колісного ходу ділянками шляху без пошкодження твердого дорожнього покриття гусеницями [19].

Комбіхід виконано у складі наступних складових частин (рис. 12.35, 12.36).

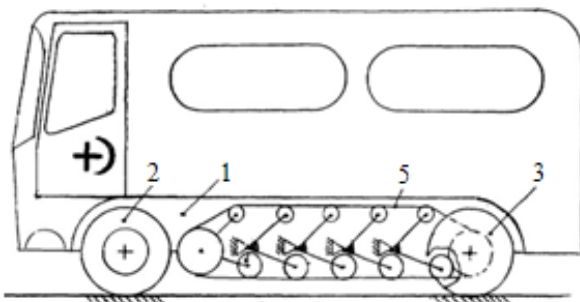


Рисунок 12.35 – Комбіхід при русі на колісному ході

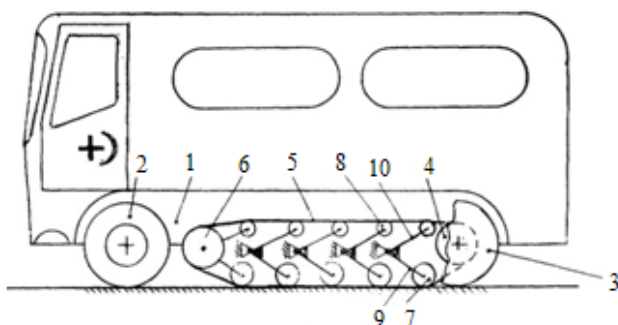


Рисунок 12.36 – Комбіхід в момент переходу на гусеничний хід і пересування приводними від двигуна колесами і гусеницями одночасно

Корпус *1* комбіходу через ресори і амортизатори спирається на мід керованих коліс *2* і на ведучий мід коліс *3*. На ведучому мосту встановлена також зірочка *4* приводу гусениць *5*, яка охоплює цю зірочку, а також натягач *6*, котки *7*, ролики *8*. Зірочка *4* розташована на меншій колії, ніж колеса (рис. 12.37).

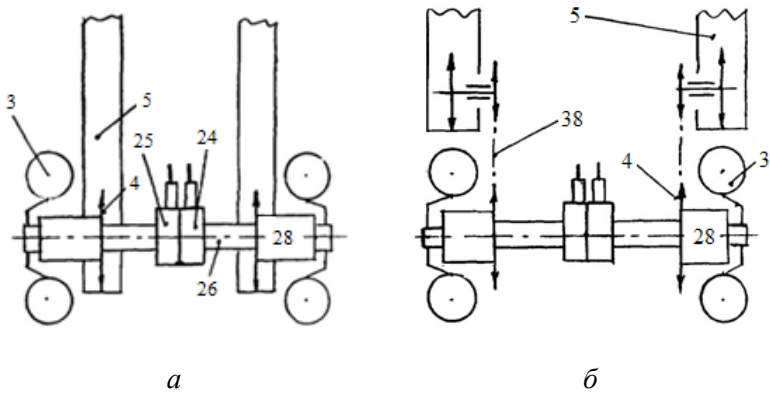


Рисунок 12.37 – Ведучий міст і гусениці:

- a* – розташовані на меншій колії, ніж колеса (вид зверху);
- б* – розташовані на одній і тій же колії, що і колеса (вид зверху)

Котки й ролики встановлені на важелях 9 і 10 (рис. 12.38, 12.39), прикріплених до кінців тросів 11, розташованих усередині балок 12 і затиснених цієї балкою в її середній частині, а сама балка встановлена рухомо в двох підшипниках 13.

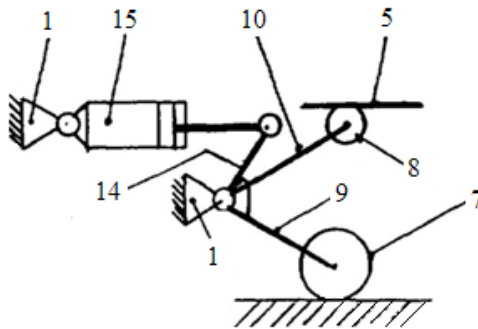


Рисунок 12.38 – Опорний коток підтримує ролик гусениці з важелями їх установки і гідроциліндр підйому-опускання гусениці (вид збоку)

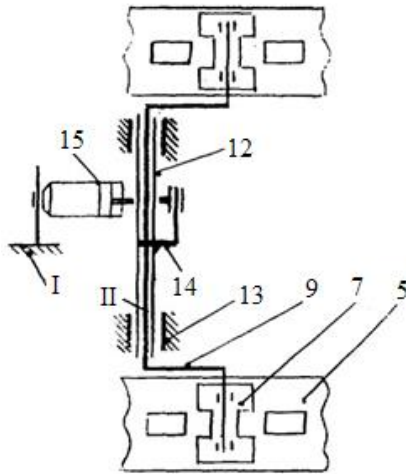


Рисунок 12.39 – Опорний коток і підтримуючий ролик гусениці з важелями їх установки і гідроциліндр підйому-опускання гусениці (вид зверху)

До балки приварений важіль *14*, кінець якого шарнірно з'єднаний зі штоком циліндра *15*, з'єднаного також шарнірно з корпусом комбіходу. Безштокова порожнина кожного циліндра *15* через односторонній дросель *16* (рис. 12.41) з'єднана з загальним оливопроводом, який в свою чергу поєднано з розташованим в кабіні комбіходу датчиком *17* тиску оливи, але має додаткову шкалу в процентах від номінальної ваги комбіходу, що припадає на котки при готівковому тиску оливи.

Загальний оливопровід поєднано з керуючим каналом розподільника *18*, інший керуючий канал якого через інший оливопровід з'єднаний зі штоковою порожниною кожного циліндра *15*.

Розподільник *18* є складовою частиною регулятора *19* тиску оливи в безштоковій (напірній) порожнині циліндрів *15*.

Регулятор *19* містить рукоятку *20*, бак *21*, насоси *22*, запобіжники *23* і необхідні оливопроводи.

Ведучий міст комбіходу (рис. 12.40) містить наступні складові частини конічний редуктор 24 і конічний редуктор 25 з диференціалом і з таким же передавальним числом. Редуктори розташовані в двокамерній коробці. Її середня стінка (перегородка) має отвір для проходу оливи. Ведучі шестерні редукторів 24 і 25 з'єднані карданними валами з двохпотоковою коробкою перемикання передач (далі КП) типу КП трактора Т-150, яка на вихідних валах має ще і гальма.

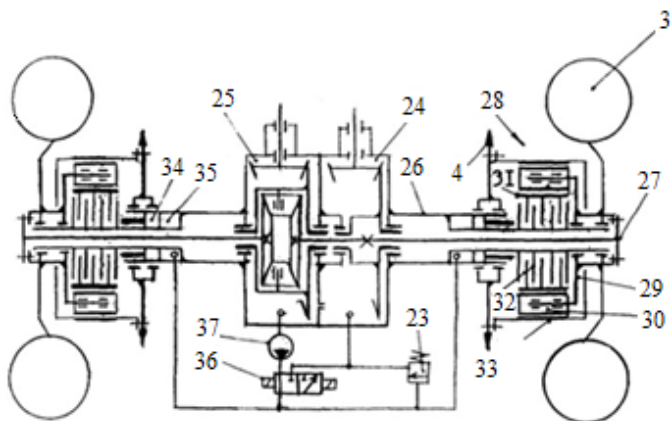


Рисунок 12.40 – Принципова кінематична і гідравлічна схема ведучого моста комбіходу

До кожної бічної стінки коробки редуктора приварений пустотілий рукав 26. Всередині нього розташована піввісь 27, один кінець якої пов'язаний шліцями з сонячною шестернею диференціала, а інший – з'єднання з редуктором 28 через його водило 29, яке встановлене на рукаві моста за допомогою двох підшипників і виконане заодно з маточиною колеса 3. Одна з піввісь пов'язана шліцями ще й з відомою шестернею редуктора 24. Сателіти 30 водила знаходяться в зачепленні з шестернею 31 і центрують її. Тіло шестерні 31 виконано у вигляді кільця і охоплює пакет фрикційних дисків 32, частина яких з'єднана шліцями з шестернею 31, а інша частина (через один першої частини) – з рукавом 26.

Епіцикл 33 з'єднано з захисним кожухом редуктора 28 та знаходиться в зачепленні з сателітами водила і з'єднаний із зірочкою 4, яку встановлено на рукаві 26 за допомогою маточини з двома підшипниками. Внутрішній простір редуктора 28 поєднано з порожнинами редукторів 24 і 25 через рукава 26. Простір заповнено оливою до рівня півосі 27, а рухливі з'єднання ущільнені манжетами. Наприклад, до фрикційних дисків 32 примикає рукав 26, поршень 34 циліндра 35, порожнина якого з'єднана оливопроводом з керуючим каналом розподільника 36, наприклад, типу ЗСУ-8, з електронним управлінням з кабіни комбіходу. Насос 37 поєднано оливопроводом з порожниною редуктора 25. Гідралічний контур має запобіжник 23.

Комбіхід працює наступним чином. Наприклад, до хворого в сільській місцевості викликали з райцентру машину швидкої медичної допомоги – комбіхід, а маршрут прямування містить ділянку дороги з твердим покриттям, ділянку ґрунтової дороги з підйомами-спусками і болотистими низинами після дощу.

У вихідному положенні комбіходу гусениці 5 підняті в крайнє верхнє положення (рис. 12.35) циліндрами 15 (рис. 12.38–12.41), а фрикціони 32 не стислі, шестерня 31 не загальмована. Тому зірочка 4 відключена від приводу і не обертається (рис. 12.35, 12.37).

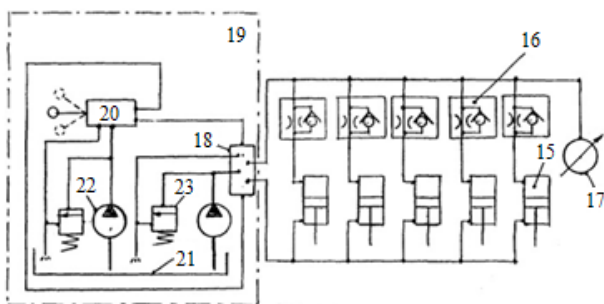


Рисунок 12.41 – Гідралічна схема з'єднання регулятора тиску оливи через загальний оливопровід з гідроциліндрами підйому-опускання гусениць і притиснення їх до поверхні шляху цими гідроциліндрами до достатнього зчеплення гусениць з поверхнею шляху

На ділянці маршруту з твердим покриттям комбїхїд пересувається як звичайний автомобїль на найбільшїй допустимїй швидкостї. Пїсля виїзду на ґрунтову дорогу зї слизької пїсля дощу поверхнї розподїльником 36 подають оливу вїд насоса 37 в цилїндри 35 і поршнем 34 цього цилїндра стискають пакет фрикцїйних дискїв 32 до повного загальмування шестернї 31 редуктора 28. В результатї виконане заодно з маточиною колеса 3 водило 29 з сателїтами 30, буде обкатуватися по загальмованїй шестїрнї 31, та почне обертати епїцикл 33 зї з'єднаною з ним зїрочкою 4, яка почне перемотувати гусеницю 5 з такою ж лїнійною швидкїстю, як у колеса 3 і у комбїходу, який ще не встиг сповїльнитися. Одночасно рукояткою 20 (рис. 12.41) подають оливу у безштоковї порожнини цилїдрїв 15, якї опускають гусеницї 5 на поверхню дороги, а далї збїльшують тиск оливи і притиснення гусениць до поверхнї дороги до достатнього з нею зчеплення для стїйкого руху комбїходу без помїтного буксування рушїїв (гусениць 5 і колїс 3). Цим тиском в цилїндрах 15 частково розвантажують ресори пїдвїски мостїв і їх колеса 2 і 3.

На заболочених дїлянках колеса 2 і 3 розвантажують ще бїльше або повнїстю, щоб вони не заглиблювалися і не заважали тим самим маневрування гусеницями, надаючи правої і лївої гусеницї неоднаковї швидкостї ротацїї за допомогою двохпотокової коробки передач і редукторїв 24, 25.

На пїдйомї тиск оливи в цилїндрах 15 і притиснення гусениць 5 до поверхнї шляху збїльшують, а на спусках – зменшують, тому що пересування вантажу на колесах (при вїдсутностї суттєвого буксування) менш енергоємне, нїж на гусеницях. Цим економлять пальне. При пересуваннї на гусеницях і колесах або тїльки на гусеницях вони копїюють нерївностї поверхнї шляху завдяки тому, що однойменнї порожнини цилїдрїв 15 поєднаннї мїж собою загальним оливопроводом і одночасно працюють як амортизатори коткїв 7 завдяки дроселям 16 із зворотними клапанами.

При виїзді комбїходу на дїлянку маршруту з твердою поверхнею дороги, перерахованї вище операцїї з управлїння рухом комбїходу виконують в зворотному порядку: гусеницї

піднімають над поверхнею шляху, вимикають їх перемотування і продовжують рух тільки на колесах.

12.9 Система підвіски для гусеничного транспортного засобу

Запропоновано конструкцію системи підвіски гусеничного транспортного засобу в якій підвищується його ефективність шляхом спрощення управління вузлами і обладнанням [20].

Транспортний засіб містить наступні складові частини (рис. 12.43–12.44):

- шарнірно-зчленовану раму 1;
- гідроциліндри 2 повороту;
- робоче обладнання – вібраційне джерело сейсмічних сигналів (не показано);
- ходову частину;
- насосну установку 3 з гідронасосами 4;
- допоміжну систему 5;
- кабіну 6.

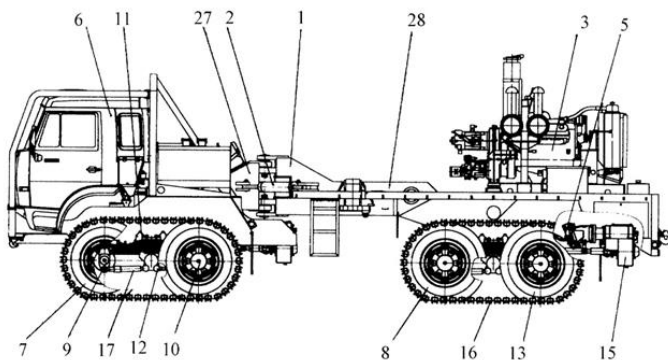


Рисунок 12.43 – Загальний вид транспортного засобу

Ходова частина складається з двох однотипних передніх і задніх візків 7 і 8. Кожен візок виконаний двоосним з обома ведучими мостами 9 і 10, має балансиру підвіску на двох напівеліптичних ресорах 11 і забезпечений поздовжніми реактивними штангами (елементами) 12. Всі вони забезпечені

пневматичними котками 13. В якості котків використовуються автомобільні колеса.

Привід коліс кожного візка здійснюється від гідромоторів 14 ходу через коробки 15 передач і диференціали ведучих мостів 9 і 10.

Транспортний засіб працює таким чином.

Для забезпечення руху по заболоченій місцевості і глибокому сніжному покриву на кожен пару пневматичних коліс 13 додатково надягають гумометалеві гусениці 16.

Привід гусениць 16 здійснюється від коліс за рахунок тертя зчеплення металевих ґрунтозачепів гусениці 16 і робочих профілів гумових пневмокотків 13. Це забезпечується механізмом натягу гусениць 16.

Механізм натягу виконаний у вигляді одноштокових гідроциліндрів 17, встановлених замість однієї пари, односпрямованих реактивних штанг на кожному візку 7, 8. У штокові порожнини гідроциліндрів 17 подається постійний тиск. Для цього використовується гідронасос 18 (рис. 12.44) допоміжного приводу (наприклад, приводу гідромотора 19 вентилятора охолодження мастильного матеріалу і стоянкових гальм 20).

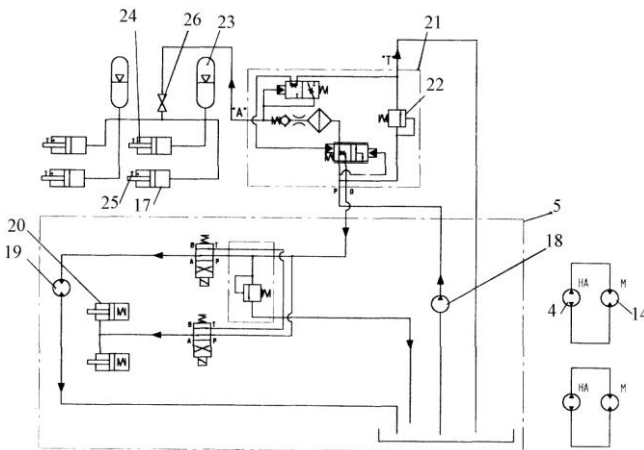


Рисунок 12.44 – Фрагмент гідравлічної системи

У лінії нагнітання насоса 18 встановлений зарядний клапан 21, конструкція якого забезпечує підтримку на виході «А» постійного заданого тиску, а також подачу тиску, обумовленого налаштуванням запобіжного клапана 22, до допоміжних агрегатів.

До безштокових порожнин гідроциліндрів 17 додатково підключені пневмогідроаккумулятори 23, які призначені для згладжування пульсацій тиску і забезпечення ходу віддачі гідроциліндрів 17 при переїзді гусениці 16 через перешкоду (наприклад, камінь або гірку). Додатково гідроциліндри 17 можуть забезпечуватися кінцевими вимикачами 24, що сигналізують про гранично допустимий хід гідроциліндра 17 (розтягування гусениці), при якому вимагається зменшення довжини гусениці 16. При русі без гусениць гідроциліндри 17 можуть додатково забезпечувати пристроями 25 фіксації штоків, при цьому за допомогою вентиля 26 порожнини гідроциліндра 17 відключаються від тиску.

Поворот транспортного засобу здійснюється за рахунок гідроциліндрів 2 повороту, що змінюють відносне положення передньої 27 і задньої 28 напіврам відносно один одного.

Подолання перешкод в горизонтальній площині забезпечується за рахунок балансирних підвісок візків і ресор 11.

12.10 Гусенична машина з опорними котками-колесами та розпірними роликками

Метою заявленого винаходу є усунення недоліків перетворюваних гусеничних машин з одночасним конструктивно-технологічним зміцненням [21].

Гусенична машина містить наступні частини (рис. 12.45–12.46):

- гусеничний візок, що представляє із себе два гусеничних рушія 1 балансирного типу, які включають в себе балансири 16;
- опорні котки-колеса 2, при цьому:
 - крайні опорні котки-колеса 2 встановлюються на балансир 16 за допомогою кронштейнів 17;
 - середні ведучі опорні котки-колеса 2 кріпляться до ведучого моста 14 через проставки 15, а також тяги 19, поперечні балки 18;

- розпірні ролики 11, які встановлені в кронштейнах 12, що мають повзуни 13;

- моторно-трансмійний блок, який встановлений на гусеничний візок колісної машини, що включає в себе:

- раму 3;
- передній міст з колесами 10;
- рульовий механізм 9;
- кабіну 6;
- вантажопасажирський відсік 5;
- двигун 8;
- коробку передач 7;
- карданний вал 4;
- ведучий міст 14;
- гальмівну систему;

- ведучий міст 14 моторно-трансмійного блоку, забезпечений шестерним диференціалом.

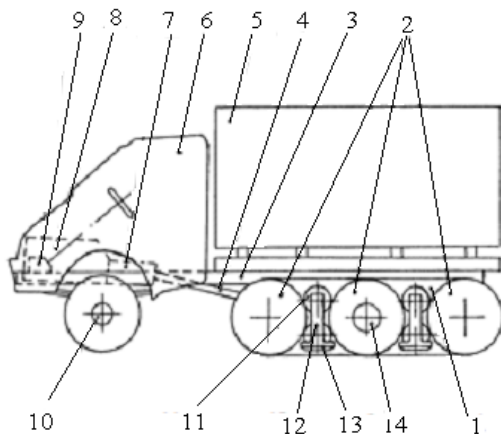


Рисунок 12.45 – Гусенична машина (вид збоку)

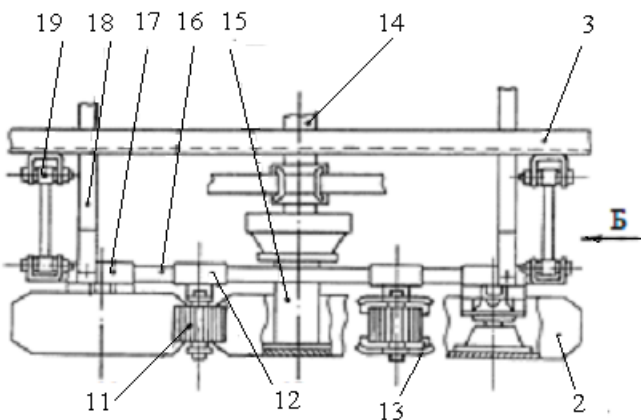


Рисунок 12.46 – Гусеничний рушій (вид зверху)

Вид - Б

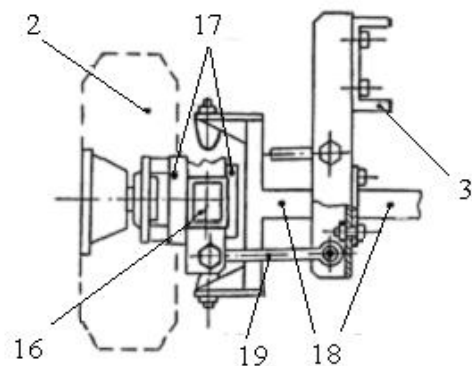


Рисунок 12.47 – Вид Б лівого гусеничного рушія

Гусенична машина працює наступним чином.

Крутний момент від двигуна 8 через коробку передач 7 і карданний вал 4 передається ведучому мосту 14 моторно-трансмiсійного блоку, на якому через проставки 15 встановлені середні ведучі опорні котки-колеса 2.

Крутний момент від середніх ведучих опорних котків-коліс 2 через розпірні ролики 11, які втягнуті між опорними котками-колесами 2, передається крайнім опорним коткам-колесам 2, а від усіх опорних котків-коліс 2 передається на гусениці (на рис. вони не показані). Втягнуті між опорними котками-колесами 2 розпірні ролики 14 забезпечують співвісність балансирів 16 із середніми ведучими опорними котками-колесами 2 і дозволяють балансирам 16 гойдатися з амплітудою, певною шириною вилок 18, а в осьовому напрямку балансири 16 фіксуються тягами 19.

Якщо керуючі рухом гусеничної машини колеса, встановлені на передньому мосту 10, мають напрямок для прямолінійного руху, то гусенична машина рухається прямолінійно.

При повороті керуючих рухом коліс, гусенична машина повертається, тому що диференціал ведучого моста 14 забезпечує різні швидкості руху гусениць. А повзуни 13 кронштейнів 12, в яких встановлюються розпірні ролики 11, обмежують вигинання і перекис гусениць.

12.11 Система підвіски для гусеничного транспортного засобу

Запропоновано систему підвіски гусеничного полотна для транспортного засобу [22].

У відповідності з технічним рішенням гусеничне полотно в зборі 10 має ведуче колесо 14, яке просуває гусеничний ланцюг 16 в бажаному напрямку (рис. 12.48).

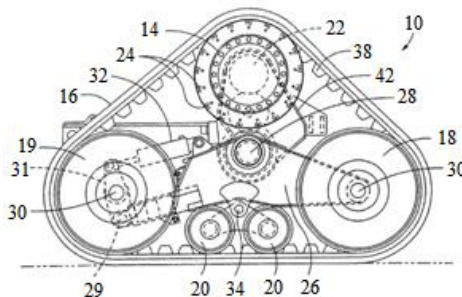


Рисунок 12.48 – Вид збоку трикутного гусеничного полотна в зборі

Ведуче колесо 14 пов'язано з маточиною 22, яка підтримує ведуче колесо 14 і передає необхідний крутний момент ведучого колеса 14, щоб зачепити і перемістити гусеничне полотно. Пальці 24, які нерухомо встановлені на ведучому колесі 14, і обертаються разом з ведучим колесом 14. Обертання пальців, що зачіпляються призводить до зчеплення пальців 24 з напрямними гребенями 38 гусениці на задній стороні гусеничного ланцюга 16. Виходячи з цього гусениці приводяться в рух ведучим колесом 14 таким чином, що гусеничний ланцюг 16 рухається на тангенціальній швидкості зчїпних пальців 24.

Гусеничне полотно в зборі включає два великих напрямних колеса 18, 19, що підтримують частину ваги транспортного засобу (не показані).

Балка 26 несучої системи забезпечує:

– монтажну опору 30 для одного з двох великих напрямних коліс 18;

– монтажну опору 29 для шарнірного з'єднання передавального механізму 31 для іншого великого направляючого колеса 19;

– монтажну опору 34 для обох менших напрямних коліс 20.

Гідравлічний циліндр 32 вставлений між балкою 26 ходової частини і передавальним механізмом 31 так, що направляюче колесо 19 динамічно відрегульовано, щоб підтримати по суті постійний натяг гусеничного ланцюга і по суті постійний охват окружності ведучого колеса і напрямних коліс. Наприклад, якщо натяг у гусеничного ланцюга нижче нормального (тобто покриття окружність ведучого колеса і напрямних коліс менше, ніж наказано), направляюче колесо 19 зміщується циліндром 32 в напрямку від осі кочення 28 до тих пір, поки натяг в гусеничного ланцюга 16 не повернеться до нормального. Якщо ж натяг у гусеничного ланцюга більше нормального, то гусеничний ланцюг зміщує напрямні колеса в напрямку до осі гойдання 28 і проти циліндра 32 до тих пір, поки натяг гусеничного ланцюга не повернеться до нормального.

Балка 26 несучої системи підтримується віссю кочення 28, таким чином дозволяючи балці 26 несучої системи мати значну широту для кутового зміщення.

Несуча система забезпечує менші напрямні колеса 20 можливістю для кутового руху через монтажну опору 34 з кутовою віссю. Наприклад, якщо транспортний засіб зустрінеться з нахилом опорної поверхні так, що задня частина транспортного засобу ще не вступить в зону нахилу, а передня частина транспортного засобу вже буде долати нахил, то гусеничне полотно в зборі 10 може обернутися навколо осі кочення 28. Наприклад, гусеничне полотно в зборі 10 може обернутися так, щоб дозволити направляючому колесу 19 піднятися і повести за собою решту гусеничного полотна в зборі, щоб подолати нахил. Гусеничне полотно в зборі 10 буде працювати подібним же чином, якщо транспортний засіб зіткнеться зі зниженням поверхні.

На рисунку 12.49 показано вид ззаду системи підвіски 40, що підтримує ходову частину 50 над головною балкою моста 41. Вісі кочення 28 розташовані на обох кінцях головної балки моста 41 і отримують підтримку від пари гусеничних полотен в зборі 10. Головна балка моста 41 підтримує маточини 22 кожного гусеничного полотна в зборі за допомогою подовжувачів осі 42.

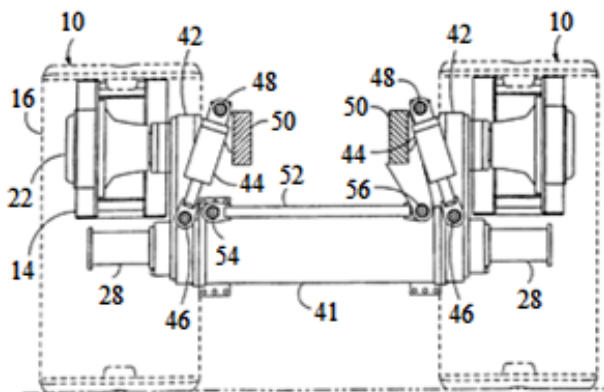


Рисунок 12.49 – Вид ззаду системи підвіски відповідно до винаходу

Ходова частина 50 транспортного засобу приєднується до головної балки моста 41 за допомогою пари амортизаторів 44, які розташовані на протилежних кінцях головної балки моста, і підтримується нею. Кожен з цих амортизаторів 44 має один кінець, приєднаний до головної балки моста 41 сферичним підшипником 46, і другий кінець, з'єднаний з ходовою частиною транспортного засобу 50 сферичним підшипником 48.

Ходова частина 50 поперечно вирівнюється над головною балкою моста 41 *централізатором* 52. Перший кінець централізатора 52 приєднаний до однієї сторони головної балки моста 41 сферичним підшипником 54, а протилежний кінець централізатора 52 приєднаний до ходової частини 50 транспортного засобу сферичним підшипником 56. Таким чином, централізатор 52 дозволяє здійснювати вільний і по суті вертикальний рух вгору і вниз головною балкою моста 41 щодо ходової частини 50, але по суті не допускає або обмежує поперечний рух головною балкою моста щодо ходової частини.

На рисунку 12.50 показано вид зверху системи підвіски 40, який ілюструє всі з'єднання між ходовою частиною 50 і головною балкою моста 41. Головна балка моста 41 має приєднані балки 58, що приєднані на обох кінцях головної балки моста 41 між гусеничними полотнами в зборі 10. Приєднані балки 58 проходять вперед (у напрямку до переднього кінця транспортного засобу) від головної балки моста 41 і сходяться по лінії 43, яка ділить навпіл головну балку моста 41 таким чином, що приєднані балки 58 формують конфігурацію «А» 60 з головною балкою моста 41. Передній кінець приєднаних балок 58 приєднаний сферичним підшипником 62 до скоби 64, формуючи складову ходової частини 50. Сферичний підшипник 62 дозволяє приєднувальним балкам 58 обертатися по суті по сферичній траєкторії щодо ходової частини, цей рух обмежують тільки амортизаційні елементи 44 (перш за все в вертикальному напрямку руху) і централізатор 52 (перш за все в горизонтальному напрямку руху).

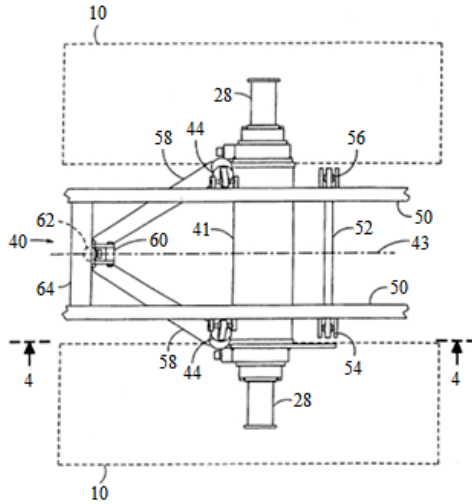


Рисунок 12.50 – Вид зверху ходової частини, приєднаної до головного мосту

На рисунку 12.51 показано перетин збоку системи підвіски 40. Сферичні підшипники 48 і 46 використовуються для приєднання циліндра 45 з витискувачем (на кресленні показаний тільки один циліндр) між ходовою частиною 50 транспортного засобу і головною балкою моста 41. Циліндр 45 з витискувачем зазвичай являє собою поршневий циліндр, має несучу навантаження камеру, утворену на одному кінці поршня і заповнену робочою рідиною. Гідравлічний шланг 66 забезпечує рух рідини між циліндром 45 з витискувачем на стороні, що несе навантаження, і гідравлічним акумулятором 68.

При нормальному експлуатаційному режимі *гідравлічний акумулятор 68* заповнений відразу і робочою рідиною і газом. Зазвичай камеру 70 з робочою рідиною і газову камеру 72 розділяє мембрана або поршень, таким чином дозволяючи зрівнювати тиск рідини в кожній камері. Зазвичай газова камера 72 забезпечена достатньою кількістю газу, щоб підтримати статичну вагу транспортного засобу в положенні на півдорозі діапазону зсуву циліндра з витискувачем 45.

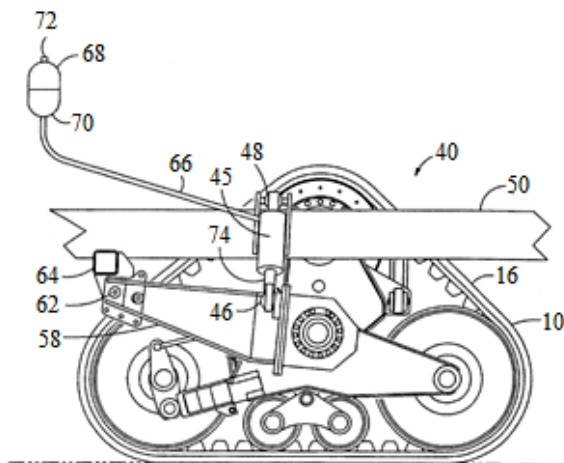


Рисунок 12.51 – Перетин збоку системи підвіски

Коли гусеничне полотно в зборі 10 відчуває зменшене навантаження, наприклад, пересуваючись по спуску, тиск газу в газовій камері 72 гідралічного акумулятора 68 буде виштовхувати робочу рідину з камери 70 з робочою рідиною в гідралічний шланг 66, таким чином спрямовуючи робочу рідину на сторону, яка несе навантаження, циліндра 45 з витискувачем. Додаткова робоча рідина, яка спрямована в циліндр 45 з витискувачем, змушує циліндр з витискувачем висунути штангу 74. Висування штанги 74 змушує гусеничне полотно в зборі 10, яке пов'язано зі штангою 74, рухатися вниз від ходової частини 50 транспортного засобу і слідувати за ландшафтом. Коли зниження ландшафту пройдено, гусеничне полотно в зборі 10 повертається до нормального стану, змушуючи штангу 74 трохи повернутися назад в циліндр 45 з витискувачем. Повернення штанги 74 призведе до підняття рівня робочої рідини в камері 70 з робочою рідиною і, отже, призведе до підвищення тиску газу в газовій камері 72 до нормального або попередньо заданого рівня.

Коли гусеничне полотно в зборі 10 відчуває збільшене навантаження, наприклад, долаючи височину, гусеничне полотно в зборі 10 і головна балка моста 41 будуть підніматися вгору до ходової частини 50 транспортного засобу. Рух вгору головної

балки моста 41 штовхає штангу 74 в циліндр 45 з витискувачем, таким чином виштовхуючи робочу рідину з циліндра 45 з витискувачем в гідравлічний шланг 66. Далі робоча рідина виштовхується в гідравлічний акумулятор 68, що призводить до збільшення рівня робочої рідини в камері 70 з робочою рідиною. Це збільшення також призводить до збільшення тиску газу в акумуляторі 68. Коли підвищення ландшафту пройдено, гусеничне полотно в зборі повертається в нормальне положення, змушуючи штангу 74 трохи висунутися і таким чином зменшити рівень робочої рідини в акумуляторі 68 і також дозволити тиску газу в акумуляторі знизитися до нормального рівня.

На рисунку 12.52 перетин збоку системи підвіски 40 ілюструє альтернативне втілення циліндрів 45 з витискувачем. У цьому втіленні система підвіски доповнена резервуаром 76 з робочою рідиною, гідравлічним джерелом тиску 78 і клапаном 80. Циліндр 45 з витискувачем має несучу навантаження сторону, що сполучається за допомогою текучого середовища з гідравлічним шлангом 66, приєднаним до акумулятора 68. Крім того, сторона циліндра з витискувачем, що не несе навантаження, сполучується по текучому середовищу з гідравлічним шлангом 78, який також приєднаний до резервуару 76 з робочою рідиною.

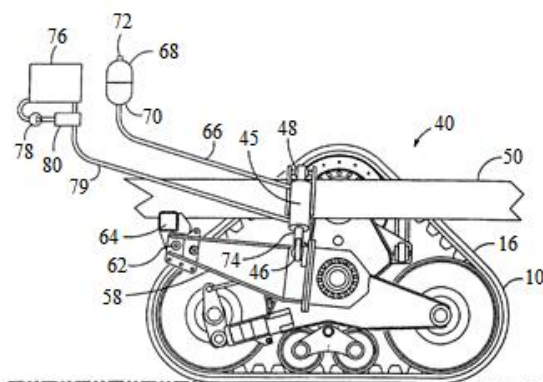


Рисунок 12.52 – Перетин збоку альтернативного втілення системи підвіски

Під час нормального функціонування (тобто коли гусеничне полотно в зборі 10 рухається по ландшафту, рівень якого однаковий щодо інших гусеничних полотен в зборі транспортного засобу) обидві сторони циліндра 45 з витискувачем, як несуча навантаження сторона, так і не несуча навантаження сторона, заповнені робочою рідиною. У нормальному експлуатаційному режимі резервуар 76 з робочою рідиною може видаляти або приймати робочу рідину в міру виникнення потреби. Тому, якщо гусеничне полотно в зборі 10 зустрічається зі зниженням ландшафту, штанга 74 висувається, змушуючи гусеничне полотно в зборі слідувати за зниженням ландшафту. При цьому робоча рідина, що не несе навантаження з боку циліндра 45 з витискувачем виштовхуватиметься в резервуар 76 з робочою рідиною. Якщо гусеничне полотно в зборі 10 зустрічається з підвищенням ландшафту, штанга 74 входить в циліндр 45 з витискувачем, таким чином змушуючи робочу рідину текти в сторону циліндра, що не несе навантаження 45 з витискувачем.

Це альтернативне втілення володіє явною перевагою в тому, що використовуючи його, можна підняти гусеничне полотно в зборі 10 над ландшафтом, тому що резервуар 76 з робочою рідиною обладнаний ще й гідравлічним джерелом тиску 78 і клапаном 80. Клапан 80 при нормальному експлуатаційному режимі може дозволити на несучій навантаження стороні циліндра 45 з витискувачем сполучатися по текучому середовищу з резервуаром 76 з робочою рідиною, таким чином, дозволяючи робити звичайну роботу, як описано вище. Щоб підняти гусеничне полотно в зборі 10, клапан 80 може бути закритий з метою усунення течії рідини між стороною циліндра, що не несе навантаження 45 з витискувачем і резервуаром 76 з робочою рідиною. Тоді гідравлічне джерело тиску 78 забезпечує тиск, достатній для подолання тиску газу в акумуляторі 68. Оскільки гідравлічне джерело тиску 78 штовхає робочу рідину в сторону циліндра, що не несе навантаження 45 з витискувачем, тиск на сторону циліндра, що не несе навантаження 45 з витискувачем стає більше, ніж тиск в несучій навантаження стороні циліндра 45 з витискувачем. Ця різниця в тиску змушує штангу 74 входити в циліндр 45 з витискувачем. Це входження штанги 74 змушує

робочу рідину несучої навантаження стороні циліндра 45 з витискувачем тексти в акумулятор 68. Входження або висування штанги 74 змушує циліндр 45 з витискувачем скорочуватися, що призводить до того, що гусеничне полотно в зборі 10 в основному рухається вгору до ходової частини 50 транспортного засобу.

На рисунку 12.53 показано схематичний вид знизу транспортного засобу 90, що має зчленований механізм управління, що підходить для використання з цим винаходом.

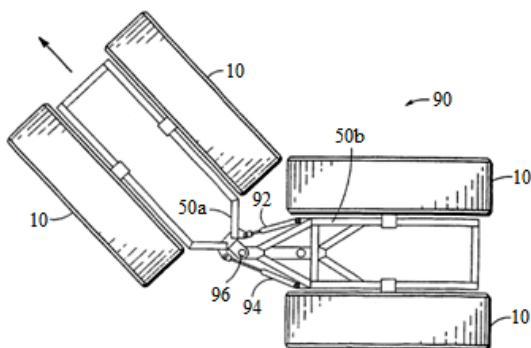


Рисунок 12.53 – Схематичний вид знизу транспортного засобу, що має зчленований механізм рульового управління

Правий гідролінійний циліндр подвійної дії 92 для посилення рульового механізму і лівий гідролінійний циліндр подвійної дії 94 для посилення рульового механізму розташовані на протилежних сторонах шарнірного з'єднання 96 і з'єднані за допомогою сферичних шарнірів (інакше відомих, як кульові шарніри). Транспортний засіб 90 повертається або управляється, як показано, висуванням лівого циліндра 94 посилення рульового механізму і одночасним відведенням правого циліндра 92 посилення рульового механізму, повертаючи, таким чином, передню частину 50a ходової частини направо відносно задньої частини 50b ходової частини. Задня частина ходової частини буде слідувати за передньою частиною ходової частини практично по тому ж сліду. Переважно, щоб передній і задній диференціали

дозволяли правостороннім виконавчим механізмам повертатися швидше, ніж лівостороннім виконавчим механізмам, повертаючи, таким чином, транспортний засіб по дузі наліво з мінімальним додаванням потужності і з мінімальним тертям і пошкодженням поверхні під гусеницями. Поворот направо досягається протилежними діями двох згаданих вище циліндрів посилення рульового механізму. Шарнірне з'єднання 96 розроблено і встановлено таким чином, щоб навіть при максимальному ході циліндрів не було ніяких взаємних перешкод між гусеничними полотнами в зборі 10 виконавчих механізмів на передній частині 50a ходової частини та задньої частини 50b ходової частини.

12.12 Швидкознімна гусенична приставка до автомобіля з приводом на передні колеса

Запропоновано конструкцію гусеничної приставки, яку можна транспортувати по автомобільній дорозі на причепі, на яку можна в польових умовах швидко встановити і закріпити автомобіль з приводом на передні колеса, а також швидко зняти автомобіль, що дозволяє автомобілю пересуватися в умовах важкодоступної місцевості по глибокому снігу і по м'якому ґрунту (рис. 12.54–12.56) [23].

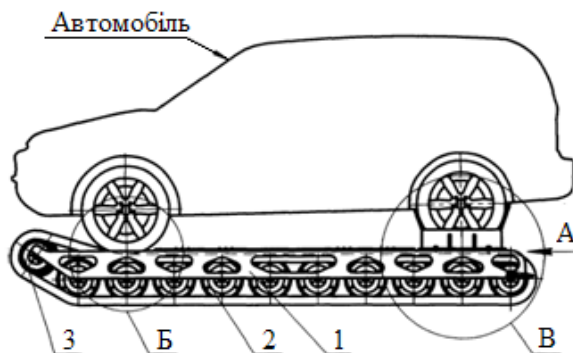


Рисунок 12.54 – Швидкознімна гусенична приставка з автомобілем (вид збоку)

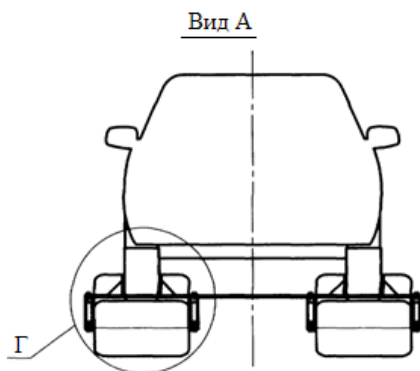


Рисунок 12.55 – Вид А рис. 12.54

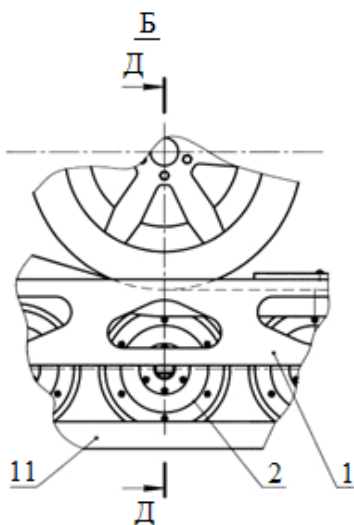


Рисунок 12.56 – Збільшений виносний елемент Б рис. 12.54

Гусенична приставка складається з рами *1*, на якій в два ряди розташовані опорні котки *2* і напрямні колеса *3*. Напрямні колеса і опорні котки мають однакову конструкцію, вони шарнірно за допомогою підшипників *4* закріплені на осях *5*, які болтами *6* з шайбами *7* кріпляться до рами *1* (рис. 12.57, 12.58, 12.61).

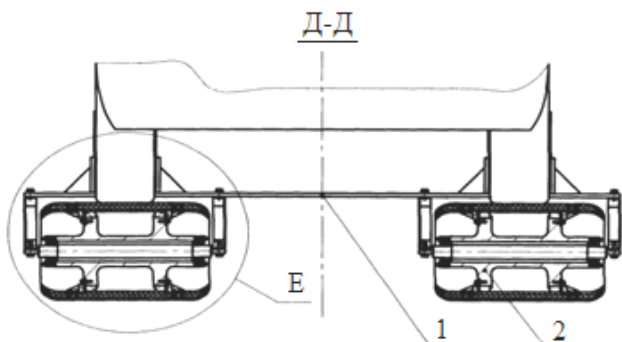


Рисунок 12.57 – Розріз Д-Д рис. 12.56

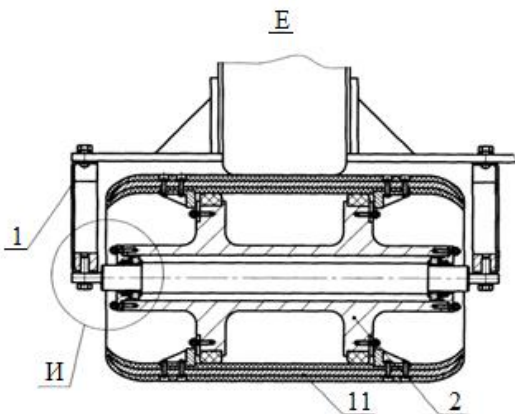


Рисунок 12.58 – Збільшений виносний елемент Е рис. 12.57

Болти 6 кріплення осей 5 задніх опорних котків вкручуються в різьбові отвори плазунів 8 механізмів натягу гусениць, які своїми виступами заходять в пази до рами 1. Різьбові хвостовики плазунів 8 проходять в отвори опор 9, закріплених на рамі 1, і на них встановлені по дві гайки 10 (рис. 12.62).

На кожен ряд опорних котків і напрямних коліс одягнені гусениці 11. Можна використовувати широкі армовані стрічкові гусениці.

Автомобіль встановлюється передніми колесами на гусениці 11 так, щоб колеса знаходилися приблизно по центру гусениць і над опорними котками 2. Задні колеса автомобіля фіксуються на рамі 1 приставки фіксаторами 12 у вигляді коробів з двома вертикальними і двома похилими стінками, які кріпляться до рами 1 болтами 13 з шайбами 7 (рис. 12.59, 12.60). Можливі інші конструкції фіксаторів.

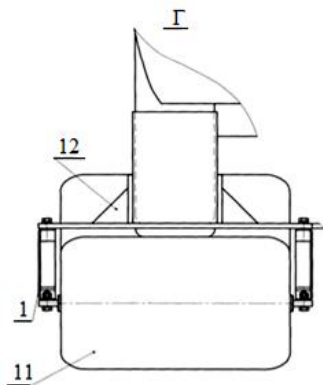


Рисунок 12.59 – Збільшений виносний елемент Г рис. 12.55

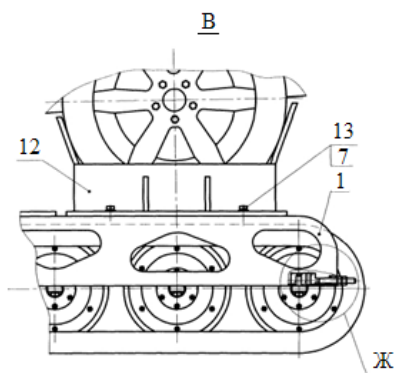


Рисунок 12.60 – Збільшений виносний елемент В рис. 12.54

При залежній підвісці задніх коліс автомобіля допускається варіант, коли замість задніх коліс на маточини задніх коліс встановлюються кронштейни 14, які кріпляться до рами 1 болтами 13 з шайбами 7 (рис. 12.63).

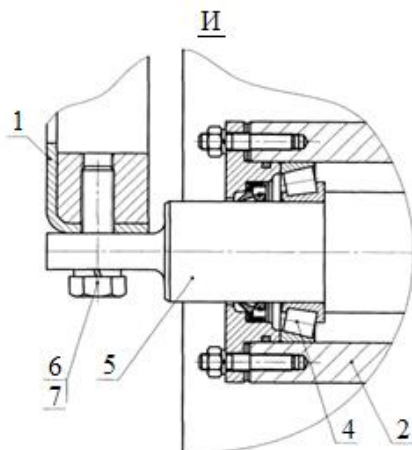


Рисунок 12.61 – Збільшений виносний елемент И рис. 12.58

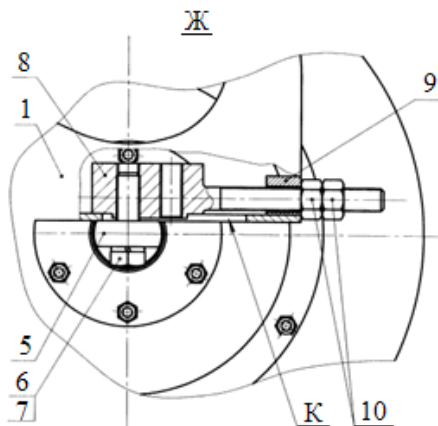


Рисунок 12.62 – Збільшений виносний елемент Ж рис. 12.60

Швидкознімна гусенична приставка працює наступним чином.

Гусеничну приставку можна транспортувати по автомобільній дорозі на причепі. Автомобіль може своїм ходом заїхати на гусеничну приставку по похилих балкам, встановленим ззаду приставки. Автомобіль встановлюється передніми колесами на гусениці так, щоб колеса знаходилися приблизно по центру гусениць і над опорними котками 2 (рис. 12.56–12.58).

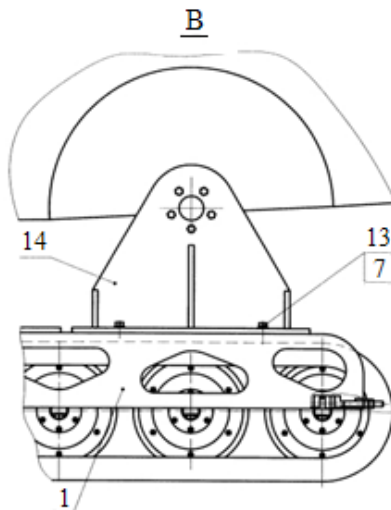


Рисунок 12.63 – Варіант збільшеного виносного елемента В рис. 12.54

Після установки автомобіля його задня частина піднімається домкратами і під задні колеса встановлюються фіксатори 12, які кріпляться до рами 1 болтами 13 з шайбами 7, після чого задня частина автомобіля опускається і задні колеса автомобіля заходять в фіксатори 12 (рис. 12.59, 12.60). Фіксатори 12 своїми нахиленими листами фіксують задні колеса автомобіля за протектор, а бічними стінками за боковини, причому між боковинами коліс і бічними стінками фіксаторів необхідний деякий зазор для забезпечення можливості невеликого

похищення коліс при роботі незалежної підвіски автомобіля. Між нахиленими листами фіксаторів і протекторами коліс можна встановлювати регульовальні прокладки. При залежній підвісці задніх коліс автомобіля допускається варіант, коли замість задніх коліс на маточини задніх коліс встановлюються кронштейни 14, які кріпляться до рами 1 болтами 13 з шайбами 7 (рис. 12.63). Це дозволяє зафіксувати автомобіль щодо рами 1 гусеничної приставки, забезпечуючи притиснення передніх коліс автомобіля до гусениць і опорних котків під дією ваги автомобіля і нормальну роботу підвіски автомобіля. Для натягу гусениць необхідно послабити болти 6 кріплення осей 5 задніх опорних котків, натягнути гусеницю, пересуваючи повзуни 8 обертанням гайок 10, затягнути болти 6 і застопорити гайки 10 другими гайками 10. При необхідності можна переставити осі 5 з болтами 6 в інші різьбові отвори на повзунах 8. Передні колеса автомобіля при своєму обертанні перемотують гусениці 11 в напрямку, протилежному власним обертанням. Так для руху автомобіля разом з гусеничною приставкою вперед потрібно включити на автомобілі задній хід, а для руху назад – передній хід. Для здійснення повороту необхідно гальмувати ліве або праве переднє колесо в залежності від напрямку повороту, для чого гальмівна система автомобіля повинна забезпечувати можливість роздільного гальмування лівим і правим переднім колесом. Знімати автомобіль з гусеничної приставки можна в послідовності, зворотній його установки на гусеничну приставку.

12.13 Всюдихід з колісним та гусеничним рушіями

Запропоновано технічне рішення у відповідності з яким існує можливість пересування і маневрування всюдихода то колісними, то гусеничними рушіями з перерозподілом його ваги між рушіями і неприводними пневматичними колесами в залежності від умов пересування без зупинки (рис. 12.64–12.66) [24].

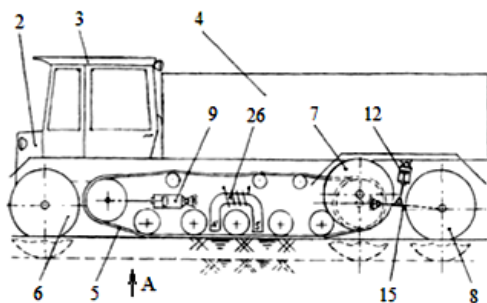


Рисунок 12.64 – Всюдихід, вид збоку (пунктиром зображена поверхня шляху, якщо всюдихід тільки на колесах)

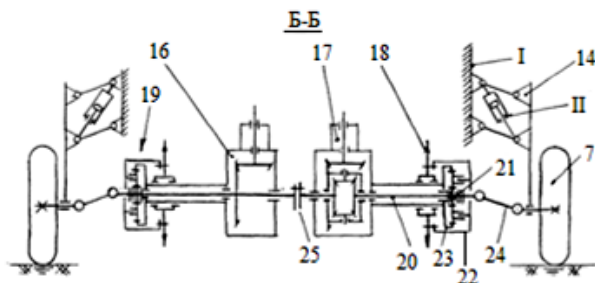


Рисунок 12.65 – Вид по стрілці А на рис. 12.64

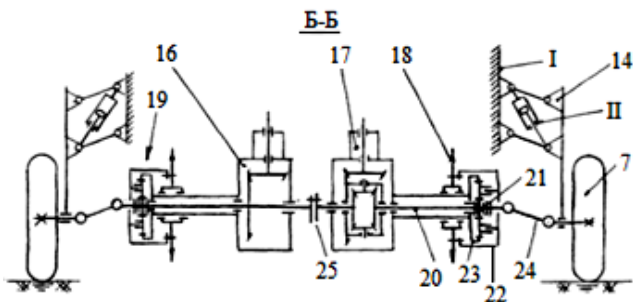


Рисунок 12.66 – Схема ведучого моста (по Б-Б на рис. 12.65), редуктори головних передач умовно повернені на 90 градусів навколо осі ведених шестерень

Працює всюдихід наступним чином.

При пересуванні по ділянці шляху з нетвердою поверхнею, наприклад, по плантації цукрових буряків в якості технологічного транспорту під час збирання врожаю, всюдихід на ходу опускають гусеницями 5 на ґрунт, залишаючи в безштокових порожнинах циліндрів 10 і 12 деякий тиск оливи, щоб частина ваги бруто всюдихода, наприклад, чверть, залишилася на колесах 6 і 8, а колеса 7 циліндрами 11 піднімають над ґрунтом і вони обертаються без навантаження. Одночасно на ходу зменшують тиск в шинах коліс 6 і 8. Цим вагу бруто всюдихода розподіляють на максимально велику площу опори (ґрунту), щоб зменшити питомий тиск на ґрунт та її надмірне ущільнення, а також досягти достатню прохідність всюдихода, якщо ґрунт підвищеної вологості.

Управління всюдиходом у напрямку руху виконують також, як трактором типу Т-150. Так як у всюдихода рульове колесо кінематично пов'язано з гідрооб'ємним рульовим механізмом повороту коліс 6, то і вони повертаються в заданому напрямку.

Діапазон швидкостей такого макетного зразка на гусеницях з ходозменшувачем 0,17...15,6 км/год.

Після завантаження кузова 4 всюдихода корінням цукрових буряків і виїзду з плантації на тверду ґрунтову дорогу або шосе для доставки вантажу на цукровий завод, гідророзподільника подають тиск оливи в безштокові порожнини циліндрів 10, 11, 12 і 9. Цим піднімають всюдихід підвісками 13, 14, 15 коліс 6, 7, 8 до необхідного кліренсу під гусеницями 5 і сильно натягують гусеничні полотна, щоб їх нижні гілки не провисали до поверхні дороги. Одночасно гідропідтискними муфтами роз'єднують шестерні 21 від валів 20, щоб зупинити ротацію гусениць 5, і подають напругу до електромагнітів 26, щоб додатково підтримувати нижні гілки гусениць від провисання. Крім цього гідропідтискними муфтами коробки перемикання передач відключають привід редуктора 16 від двигуна. В такому випадку привід коліс 7 від двигуна здійснюється через редуктор 17 з диференціалом, як у звичайного автомобіля.

При шинах 9.00-20 коліс 7 діапазон швидкостей такого макетного зразка по шосе складає від 0,8 до 80,0 км/год.

Для підвищення прохідності на колісному ходу невеликих ділянок ґрунтової дороги з підвищеною вологістю верхнього шару, а також для збільшення стійкості прямолінійного руху в ожеледицю досить включити привід редуктора 16 і тим самим ввести блокування коліс 7.

12.14 Приводна система із замкнутою стрічкою для транспортного засобу

Запропоновано систему із замкнутою стрічкою для транспортного засобу, що має геометрію пристрою управління з негативним лінійним відставанням. Система із замкнутою стрічкою замінює колеса, які керують транспортним засобом, зокрема всedorожнім транспортним засобом для отримання поліпшеної прохідності по м'якому ґрунту. Нижня частина замкнутої стрічки, що спирається на направляючу, забезпечує поворотну опору для області контакту для збільшення відповідності системи із замкнутою стрічкою нерівному ґрунту. Система містить обмежувач для обмеження кута управління системи з замкнутою стрічкою, який розташований на транспортному засобі таким чином, що зчеплення, яке керує транспортним засобом не несе навантаження, що створюється коли обмежувач знаходиться в зачепленні [25].

На рисунку 12.67 зображено всedorожній транспортний засіб 10, що містить сидло 20 для розміщення одного або більше водіїв. Водій (не показаний), який сидить верхи, може тримати кермо 22 для керування транспортним засобом. Рама 60 підтримується чотирма колесами 26, 28 і 30, що знаходяться на відстані від поздовжньої осі 45 транспортного засобу. Передні колеса пов'язані з передньою віссю 40 і віссю 69 маточини і функціонально пов'язані з двигуном за допомогою передньої ведучої системи, прикріпленої до передньої частини рами. Задні колеса пов'язані із задньою віссю 42 і функціонально пов'язані з двигуном за допомогою задньої приводної системи, прикріпленої до задньої частини рами. При експлуатації водій ставить ноги на підніжки 24, розташовані на кожній бічній стороні транспортного засобу. Водій захищений від предметів, що вилітають з-під коліс, передніми 34 і задніми 32 крилами. Передній 38 і задній 36

багажники призначені для перевезення вантажу на транспортному засобі.

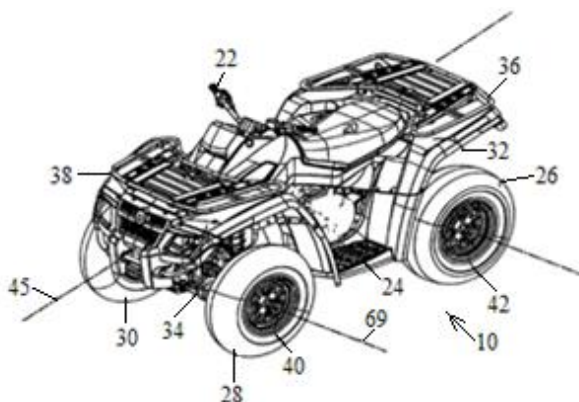


Рисунок 12.67 – Фронтальна ліва бічна вертикальна проєкція всюдорозхідного транспортного засобу з колесами

Пропонована система із замкнутою стрічкою для транспортного засобу, який наведено на рисунку 12.67, показана на рисунку 12.68.

Система 50 з замкнутою стрічкою з можливістю роз'єднання пов'язана з маточиною 68 кріпленнями 80. Маточина 68 шарнірно утримується кулачком 66. Маточина 68 попередньо з'єднує переднє ліве колесо 28 з транспортним засобом і забезпечує обертальний рух колеса. За допомогою системи 50 із замкнутою стрічкою обертальний рух маточини 68 передається на зубчасте колесо 112, яке повертає замкнуту стрічку 100 (або гусеницю) навколо осі 69 маточини і осі 122 зубчастого колеса за допомогою головок 120, які контактують з відповідним рельєфом на стрічці 100, подібно задній приводній системі снігоходу.

Замкнута стрічка 100 утримується на місці зубчастим колесом 112 у верхній частині стрічки і кутовими колесами 102, 104 у передній і задній її частині.

Кутові колеса кута переважно мають діаметр 25 см, однак в рамках винаходу можливі різні діаметри колеса.

Підтримуючі колеса *106* утримують нижню частину стрічки *100* на місці і обмежують тертя між стрічкою і спрямовуючою *108* при підтримуванні транспортного засобу на землі.

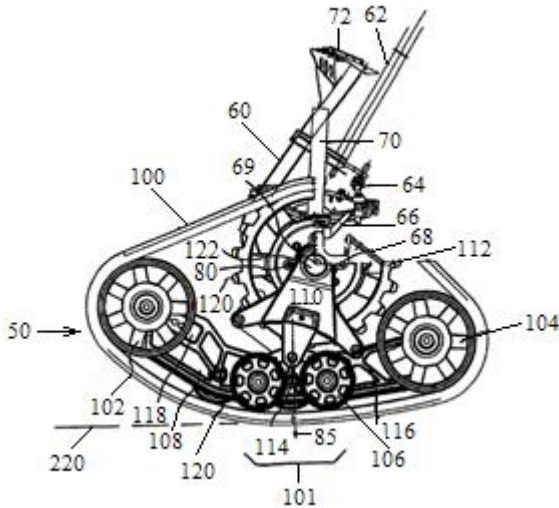


Рисунок 12.68 – Фронтальний лівий боковий вид частини вседорожного транспортного засобу з системою із замкнутою стрічкою на передній лівій частині вседорожного транспортного засобу з розрізом, що дозволяє побачити рульове зчеплення позаду гусениці

Кутові колеса *102*, *104* і підтримуючі колеса *106* утримуються в своєму становищі за допомогою направляючої *108* і ланки *110* (яке в цьому варіанті втілення слід розглядати як раму). Підтримуючі колеса справжнього варіанту втілення мають діаметр приблизно 10–15 см. В рамках цього винаходу можуть застосовуватися різні діаметри коліс. Напрямна шарнірно з'єднана з ланкою *110*, таким чином, забезпечуючи можливість кутових змін області *101* контакту для проходження замкнутої стрічки по недосконалій або нерівній поверхні ґрунту, по якому може слідувати транспортний засіб.

Ланка 110 виготовлена з алюмінію шляхом лиття для досягнення низької вартості, невеликої ваги і опору до корозії. Можуть використовуватися волоконні пластмаси (щоб отримати поліпшену жорсткість) або інші матеріали і/або процеси, не виходячи за рамки цього винаходу. У цьому варіанті втілення напрямна 108 виконана з ультрависокомолекулярного матеріалу за допомогою компресійного формування.

Область 101 контакту відповідає замкнутій стрічці як пляма контакту шини. Область контакту є частиною замкнутої стрічки, яка більшу частину часу контактує з ґрунтом і через яку (в більшості випадків) передається навантаження (обертальний рух направляючої буде обговорюватися далі по тексту).

Ланка 110 підтримується роликівими підшипниками (не показані на рис. 12.68) вище осі 69 маточини, означаючи, що маточина може повертати зубчасте колесо 112, не повертаючи ланку 110. Тому ланка 110 може передавати навантаження, прикладене до транспортної системі транспортним засобом від маточини 68 і кулачка 66, і захищена від повороту окремим запірним з'єднувачем 111, приєднаним до транспортного засобу за допомогою втулки 140 (не відображено на рис. 12.68).

Додатково з посиланням на рисунок 12.68 слід зазначити, що в більшості випадків системи із замкнутою стрічкою, встановлені на передній частині транспортного засобу, повинні бути керованими.

Рульова колонка 62, приєднана на одному кінці до керма 22, а на іншому кінці – до керуючої ланки 64, що переміщує кулачок 66, як у випадку, коли колеса знаходилися на транспортному засобі. Також з посиланням на рисунок 12.68 рама 60 показана з верхнім з'єднувачем 72 підвіски MacPherson.

Рисунок 12.69 а показує розібрану систему 50 із замкнутою стрічкою, яка замінює колесо 28 (рис. 12.66).

Маточина 68 обертається за допомогою півосі 74, яка передає потужність від двигуна через передній ведучий вал і передній диференційний механізм.

Система підвіски, представлена у варіанті втілення на рисунку 12.70 є підвіскою MacPherson.

Цей тип підвіски має амортизатор 70 (підпірку), приєднаний між рамою 60 (за допомогою з'єднувача 72) і нижнім А-важелем

76 (через кулачок 66). У нижній частині вала прикріплений повзунковий 124, виготовлений з фрикційного матеріалу для зменшення великого тертя між ланкою 110 і замкнутою стрічкою 100, коли стрічка не може бути повністю утримана підтримуючими колесами 106. Додатково, є механізм 78 регулювання для установки натягу замкнутої стрічки 100 за допомогою розведення переднього і заднього кутових коліс.

В цьому варіанті втілення болт на механізмі 78 регулювання може повертатися для установки положення осі переднього кутового колеса. Це змінює периферійну відстань для всіх кутових коліс. Таким чином, замкнута стрічка може бути видалена з механічної конструкції гусеничної системи для її обслуговування і поставлена на місце з необхідним натягом.

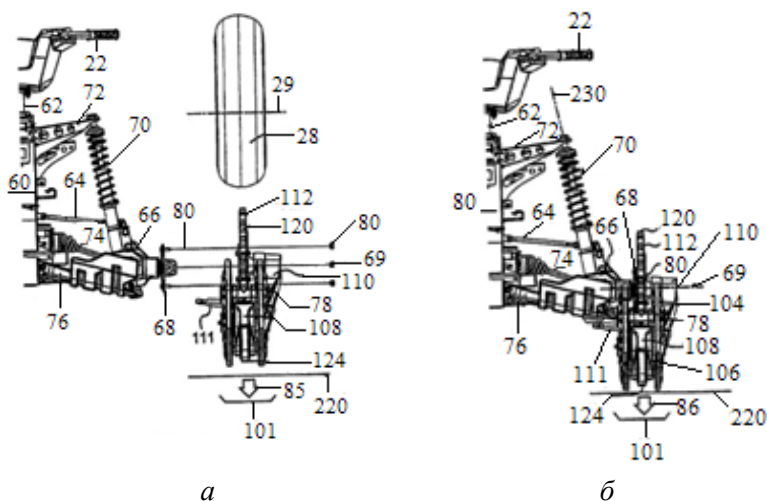


Рисунок 12.69 – Фронтальна проекція лівого боку всюдорозхідного транспортного засобу з системою із замкнутою стрічкою, вирівняною для установки на передню ліву маточину (а), на передньому лівому шпindelі (б) замість колеса

Рисунок 12.69 б показує гусеничну систему з рисунку 12.70 а, встановлену на лівій передній маточині всedorожнього транспортного засобу. Запірний з'єднувач 111 з'єднує ланку 110 з нижнім А-важелем 76 для запобігання відносного руху між ланкою і А-важелем. З'єднання запірного з'єднувача 111 під нижнім А-важелем 76 переважно розташовується на одній лінії з керуючою віссю 230 (буде описана нижче) для виключення інших переміщень системи із замкнутою стрічкою при управлінні транспортним засобом. Якщо з'єднання запірного з'єднувача 111 знаходиться не на одній лінії з керуючою віссю 230, то система із замкнутою стрічкою не буде переміщатися тільки відповідно до керуючого переміщення.

З'єднання запірного з'єднувача 111 з важелем 76 підвіски може знаходитися не на одній лінії з керуючою віссю 230 і забезпечувати бажаний ефект. Наприклад, самоцентрування управління може бути посилено, якщо з'єднання запірного з'єднувача 111 з транспортним засобом розташоване поруч з віссю. При цьому ланка 110 буде трохи повертатися навколо осі 69 маточини при управлінні транспортним засобом. Залежно від розташування запірного з'єднувача 111 на транспортному засобі, задній кутовий обмежувач 116 контактує з направляючою 108, таким чином, переміщаючи вниз задній кінець замкнутої стрічки, який знаходиться на зовнішній стороні, при русі транспортного засобу на повороті.

Рисунок 12.70 а показує ту ж саму компоновку, як представлено на рисунку 12.69 а, але без застосування підвіски зі здвоєним А-важелем. Кулачок 66 з'єднаний на його верхній частині з верхнім кінцем А-важеля 77. Верхній край амортизатора 70 пов'язаний із з'єднувачем 72, а його нижній край з'єднаний з верхнім кінцем А-важеля 77. Рисунок 12.70 б показує той же вид, як представлено на рисунку 12.69 б з встановленим колесом.

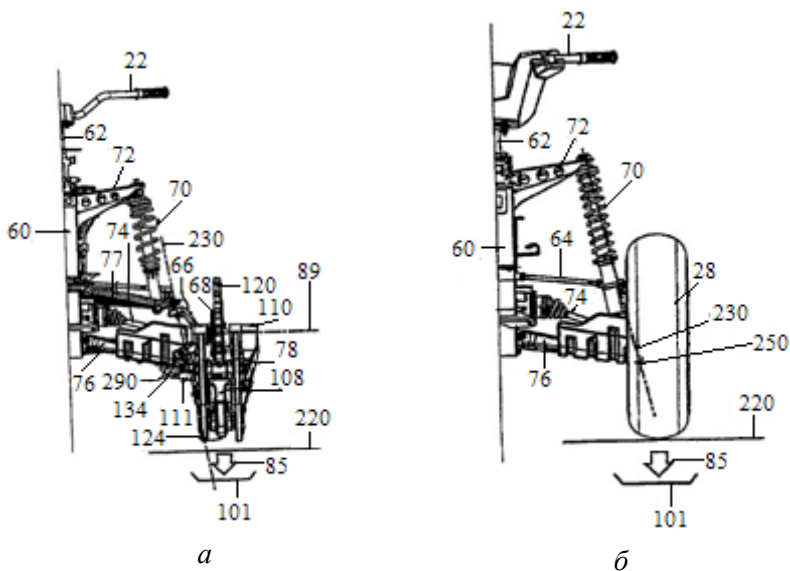
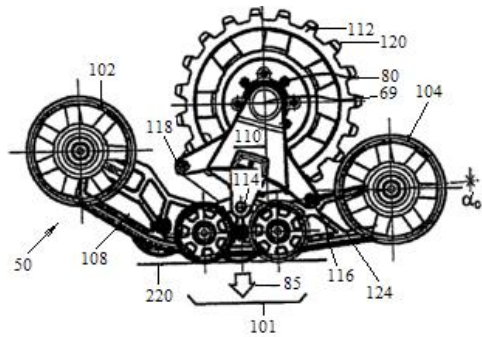


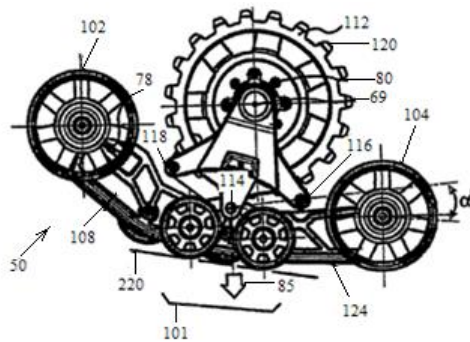
Рисунок 12.70 (зліва) – Фронтальна проекція лівого боку всedorожнього транспортного засобу, що має підвіску зі здвоєними А-важелями (а), що має підвіску MacPherson з колесом (б) з системою із замкнутою стрічкою, встановленою на передньому лівому шпинделі

Рисунок 12.71 а, б і с показують поворотний рух направляючої 108 відносно ланки 110. Напрямна може повертатися по осі 114 повороту і містить два кутових обмежувача, які утворюються як обмежувач 118 передньої частини ланки і обмежувач 116 задньої частини ланки. Обертальний рух обмежено, коли або передній, або задній обмежувач 118, 116 кута входить в контакт з направляючою 108.

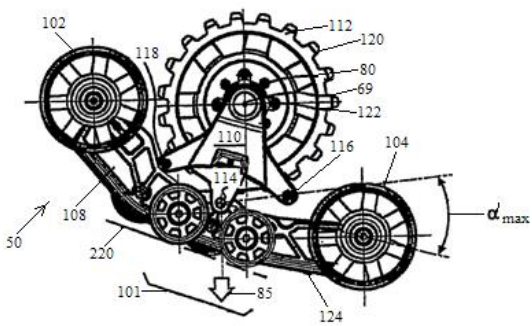
Рисунок 12.71 а показує межу на одній стороні обертального руху; задня частина 116 ланки, знаходиться в контакті з направляючою 108.



a



б



в

Рисунок 12.71 – Ліва бічна проекція передньої системи із замкнутою стрічкою, ілюструє різні кути для системи із замкнутою стрічкою та її контактні області

Рисунок 12.71 б показує проміжний кут α при поворотному русі; ні передня, ні задня частини 118, 116 ланки не контактують з направляючою 108. У цьому діапазоні система замкнутої стрічки функціонує більшу частину часу для положення відповідно до кута області 101 контакту умов ґрунту.

Рисунок 12.71 в показує межу поворотного руху на іншій стороні; передня частина 118 ланки знаходиться в контакті з направляючою 108, і α_{max} дорівнює максимальному кутовому зсуву. У представленому варіанті α_{max} становить від 22 до 25°. В іншому, на плоскій горизонтальній поверхні з областю 101 контакту, по суті паралельній ґрунту, при $\alpha_0 = 0^\circ$, задня частина 116 ланки знаходиться в контакті з направляючою 108. Це означає, що кутовий зсув, в основному, відбувся вперед для підвищення стабільності. Кутове зміщення α , показане в цьому варіанті втілення, є прикладом можливого зсуву. В рамках цього винаходу можливі інші зміни кута α' , а також інші засоби обмеження переміщення направляючої. Крім того, напрямна 108 в цьому варіанті втілення підтримує замкнуту стрічку в положенні на гусеничній системі, дозволяючи здійснювати кутову зміну області 101 контакту замкнутої стрічки. Додатково, периферійна відстань між зубчастим колесом 112, кутовими колесами 104, 104 і підтримуючими колесами 106 залишається по суті тією же самою, коли змінюється кут α . Це запобігає зміні натягу замкнутої стрічки. Крім того, кут α обмежується, щоб виключити взаємодію замкнутої стрічки з захисними крилами транспортного засобу.

Маса 85 транспортного засобу не передається по вертикалі уздовж осі 69 маточини. Шарнір 114, шарнірно з'єднує направляючу 108 з ланкою 110 і розташований там, де навантаження транспортного засобу 85 вертикально передається на ґрунт, коли значення кута α знаходиться в діапазоні від α_0 до α_{max} . Тому вісь 85 навантаження проходить вертикально по лінії шарніра 114. Коли направляюча 108 досягає максимальних кутів α_0 і α_{max} , вісь 85 зміщується з осі 114, тому що частина розподілу навантаження між ланкою 110 і направляючою 108 проходить через передній або задній кутовий обмежувач 118, 116. при нормальній роботі більший проміжок часу кут α не досягає свого максимального значення.

Рисунок 12.72 показує нижню поверхню гусеничної системи. Запірний з'єднувач 111 забезпечує відсутність обертання гусеничної системи щодо осі 69 маточини при повороті зубчастого колеса 112. З'єднувач 111 з'єднаний на одному кінці з нижнім А-важелем 76 і ланкою 110 за допомогою скоби 130. Запірний з'єднувач регулюється по довжині, щоб можна було змінювати кутове положення ланки 110 щодо нижнього А-важеля 76. У цьому варіанті втілення застосовується наконечник для з'єднання запірного з'єднувача з А-важелем для обертання системи із замкнутою стрічкою при управлінні транспортним засобом. Також міститься втулка 140 для відділення точки приєднання з'єднувача 111 до А-важеля 76. Це дозволяє змінювати переміщення системи із замкнутою стрічкою при управлінні транспортним засобом.

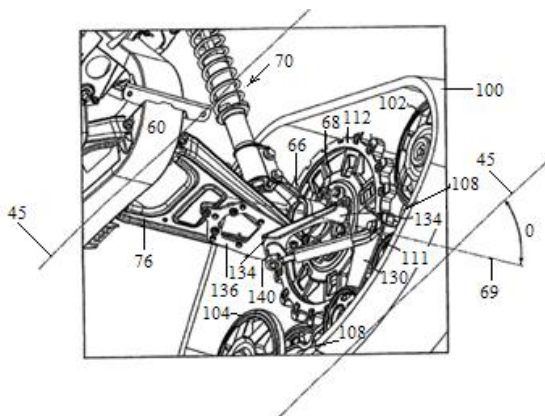


Рисунок 12.72 – Вид знизу праворуч спереду системи із замкнутою стрічкою, встановленою на всюдорожньому транспортному засобі

Також з посиланням на рисунок 12.74, встановлюється обмежувач 134 кута управління, по суті, для зменшення кута θ управління. На механічні частини впливають великі сили і напруги при управлінні транспортним засобом через збільшення тертя, що виникає при використанні системи із замкнутою

стрічкою (в порівнянні з колесом). Система із замкнутою стрічкою, встановлена на транспортному засобі, ширше, ніж колесо. Збільшена відстань між найбільш віддаленою частиною системи із замкнутою стрічкою і віссю управління змінює співвідношення зусиль між керманичами пристроями і системою із замкнутою стрічкою. Щонайменше, з цих причин рульової, привід 64 і піввісь 74 значно є більш навантаженими.

Тепер з посиланням на рисунки 12.73–12.80 обмежувач 134 кута управління в цьому варіанті втілення зменшує приблизно на 7° кут θ управління на кожній стороні (наприклад, від нейтрального до повного повороту правої руки).

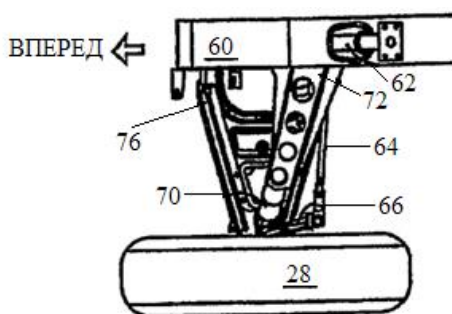


Рисунок 12.73 – Вид зверху лівої передньої сторони вседорожнього транспортного засобу з колесом

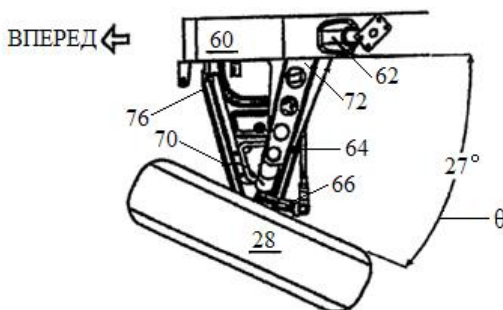


Рисунок 12.74 – Вид зверху лівої передньої сторони вседорожнього транспортного засобу з керованим колесом

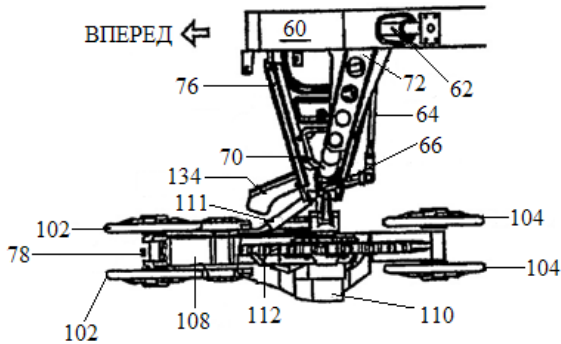


Рисунок 12.75 – Вид зверху лівої передньої сторони вседорожного транспортного засобу із замкнутою стрічкою

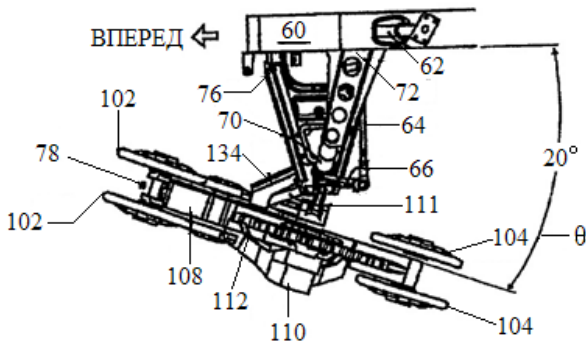


Рисунок 12.76 – Вид зверху лівої передньої сторони вседорожного транспортного засобу з керованою замкнутою стрічкою

Обмежувач *134* кута управління розташований поруч з транспортною системою для запобігання високих механічних навантажень, одержуваних від рульового приводу *64* і рульової колонки *62* при примиканні до скоби *130*, яка закріплена на направляючої *108*. Можна чітко побачити на рисунку 2.81 обмежувач *134* кута, що контактує з частиною направляючої *108*,

таким чином, обмежуючи управляючий рух системи із замкнутою стрічкою. Інший спосіб обмежувати кут управління полягає в тому, щоб використовувати збільшений кутовий обмежувач на рульовій колонці 64. В останньому випадку всі зусилля, прикладені до системи із замкнутою стрічкою, будуть підтримуватися рульовим зчепленням, що є небажаним. Крім того, обмежувач 134 кута управління справжнього варіанту втілення приєднаний до нижнього А-важеля 76, таким чином, будь-які небажані сили, що виникають від раптового впливу на транспортну систему, будуть передаватися на А-важіль 76, а не на керуючі компоненти 64, 66 тощо. Тому можна видалити обмежувач 134 кута управління для повернення до первісної геометрії управління. Це застосовується, коли на транспортному засобі чергується використання коліс і систем із замкнутою стрічкою в залежності від ґрунту.

Рисунок 12.77 є зображенням з рознесенням деталей системи із замкнутою стрічкою, розробленої для установки замість приводних коліс.

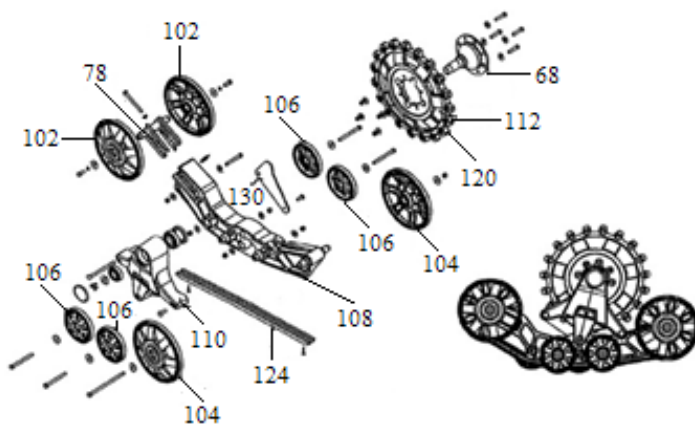


Рисунок 12.77 – Вид з рознесенням деталей набору передньої гусениці

Рисунок 12.78 є зображенням з рознесенням деталей системи із замкнутою стрічкою, розробленої для установки замість неприводних коліс (в цьому варіанті на задніх осях). Основна відмінність між системою із замкнутою стрічкою, що замінює керовані колеса, і системою із замкнутою стрічкою, що замінює неприводні колеса, полягає в тому, що напрямна 108 системи із замкнутою стрічкою для неприводних коліс не з'єднана шарнірно з ланкою 110. Одна або обидві з передньої і задньої частин 116, 118 ланки прикріплені до направляючої 108 на системах із замкнутою стрічкою, які будуть встановлені на неприводних колесах. Отже, в цьому варіанті втілення можливий лише обертальний рух для систем із замкнутою стрічкою, встановлений замість керованих коліс для досягнення результатів, які будуть описані нижче по тексту.

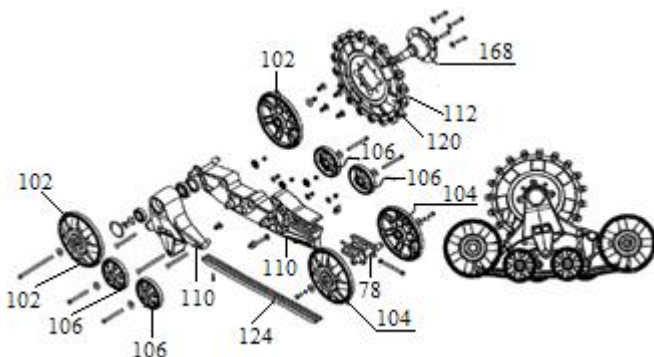


Рисунок 12.78 – Вид з рознесенням деталей набору задньої гусениці

Рисунки 12.79 і 12.80 показують вид зліва збоку з рознесенням деталей переднього керованого колеса і передньої керованої системи із замкнутою стрічкою на всюдорозьному транспортному засобі.

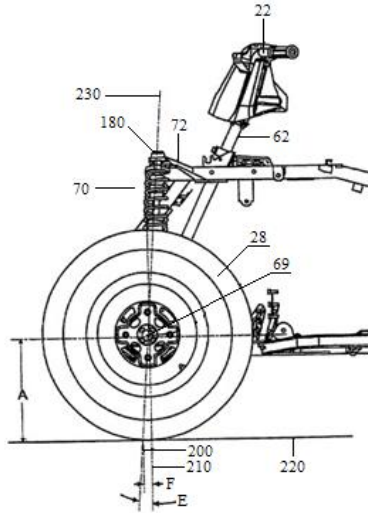


Рисунок 12.79 – Проекція зліва всюдорожного транспортного засобу з колесом і шиною показує різні геометрії рульового управління і підвіски

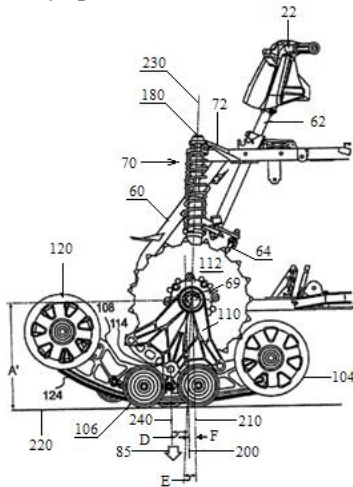


Рисунок 12.80 – Проекція зліва системи із замкнутою стрічкою, встановленої на всюдорожному транспортному засобі з віддаленою стрічкою, ілюструє різні геометрії пристрою управління і підвіски

На транспортному засобі з колесами на рисунку 12.81 *a* вісь 230 управління нахилена під кутом E щодо вертикалі 210 від осі 69 маточини. Ось 230 управління проходить уздовж верхньої точки 180 повороту і нижньої точки (не показана) повороту стійки підвіски MacPherson згідно з цим варіантом втілення. Позитивне лінійне відставання, відстань перед дійсною вертикальною проекцією 210 додатка маси до ґрунту показано позначенням F . F є відстанню між вертикальною проекцією 200 осі 230 управління, що перетинає рівень 220 ґрунту. Відстань між віссю 69 маточини і ґрунтом 220 показано позначенням A .

На транспортному засобі з гусеничною системою (рис. 12.81 *б*) вісь 230 управління нахилена під кутом E щодо вертикалі 210 від осі 69 маточини. Цей кут не відрізняється від транспортного засобу з колесами, оскільки з'єднання підвіски не змінені системою із замкнутою стрічкою.

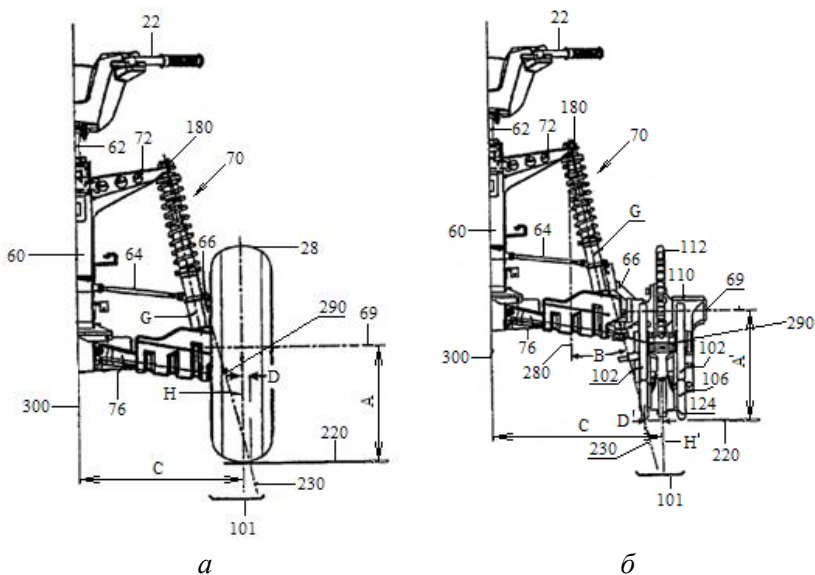


Рисунок 12.81 – Фронтальна проекція лівого боку всюдороз’їзного транспортного засобу з установленим колесом і шиною (*a*), з віддаленою замкнутою стрічкою (*б*), що показує геометрії пристрою управління і підвіски

Вісь 230 управління проходить уздовж верхньої точки 180 повороту і нижньої точки (не показано) повороту стійки підвіски MacPherson в цьому варіанті втілення. На відміну від транспортного засобу з колесами з рисунку 12.84 навантаження 85 прикладене до ґрунту у вертикальній проекції 240 навантаження від шарніра 114. Вертикальна проекція 240 навантаження розглядається замість вертикальної проекції 210, оскільки ланка 110, що не обертається, штовхає вперед по шарніру 114 вертикальний додаток навантаження транспортного засобу до ґрунту. Негативне лінійне відставання D є відстанню між вертикальною проекцією 200 осі 230 управління, що перетинає ґрунт 220 (або область контакту 201), і проекцією 240 точки прикладання навантаження. Негативне лінійне відставання D на рівні ґрунту переважно становить близько 40–45 мм між віссю 230 управління і віссю 85 додатка навантаження. Відстань між віссю 69 маточини і ґрунтом 220 позначено A'.

Геометрія запірною з'єднувача 111 в сукупності з негативним лінійним відставанням забезпечує більш збалансоване управління. Негативне лінійне відставання допомагає системам із замкнутою стрічкою обертатися навколо осі 230 управління з їх прямого положення, а геометрія замкового з'єднувача 111, навпаки, допомагає повернути управління в пряме положення після повороту.

На рисунку 12.80, крім того, можна бачити вертикальний підйом як переднього, так і заднього кутових коліс 102, 106. Підйом передніх кутових коліс 102 від ґрунту допомагає утримувати систему із замкнутою стрічкою при русі по снігу на ґрунті, коли транспортний засіб рухається вперед. Підйом задніх кутових коліс 104 від ґрунту допомагає утримувати систему із замкнутою стрічкою на снігу на ґрунті, коли транспортний засіб рухається назад. Якби задні кутові колеса 104 були, по суті, на одному рівні ґрунту 220, система із замкнутою стрічкою прагнула би зав'язнути в снігу замість того, щоб плисти по снігу при русі назад. Великий діаметр кутових коліс 102, 104 також допомагає відштовхуватися від більшої кількості снігу під областю контакту системи із замкнутою стрічкою.

Рисунок 12.81 *a* і *b* є відповідно бічними видами рисунку 12.79 і 12.80. На цих кресленнях можна бачити підвіску

MacPherson зі стійкою 70 підвіски, з'єднаною своєю верхньою частиною зі з'єднувачем 72 підвіски за допомогою верхньої петлі 180 стійки і шарнірно з'єднаної своїм нижнім кінцем через кулачок 66 з кульовим з'єднанням 290. Вісь, утворена верхнім шарніром 180 і нижнім кульовим з'єднанням 290, є віссю 230 управління, навколо якої колесо або система із замкнутою стрічкою обертається для керування транспортним засобом. Кут В є кутом між віссю управління і вертикаллю 280.

Відстань D на рисунку 12.81 а є відстанню вісі 230 управління до центральної лінії колеса 28 на рівні 220 ґрунту. Відстань С є відстанню від центральної лінії 300 транспортного засобу до центральної лінії Н колеса. Стосовно до системи із замкнутою стрічкою на рисунку 12.81 б відстань D' є великим і на протилежному боці (ближній стороні) центральної лінії Н' області контакту системи із замкнутою стрічкою внаслідок більшої відстані С' між центром транспортного засобу 300 і центральною лінією Н' області контакту. Відстань А' між віссю 69 маточини і ґрунтом 220 також більше відстані А, оскільки система із замкнутою стрічкою розташована вище, ніж колесо. Одержаний більший зазор від ґрунту допомагає циркуляції в глибокому снігу при обмеженні тертя між рамою транспортного засобу і снігом.

Протектор на керуючих замкнутих стрічках може бути різним для поліпшення керованості транспортного засобу. Оскільки керуюча замкнута стрічка повинна повертатися навколо осі управління, бічні сторони протекторів замкнутої стрічки розташовані під кутом ω від поверхні, утвореної поверхнею стрічки. Як показано на рисунку 12.82 а, кут ω зменшує зусилля, необхідне для повороту замкнутої стрічки навколо осі управління. Виступи протектора тим менше, ніж вони далі від осі управління. Використовуючи профіль протектора з кутом ω на бічних сторонах, можна сприяти збільшенню керованості, але зменшити тертя на снігу. Використання різних профілів на керуючих системах із замкнутою стрічкою на відміну від некерованих систем (рис. 12.82 б) дозволяє отримати більш легке управління на передньому кінці і оптимальну тягу на задньому кінці.

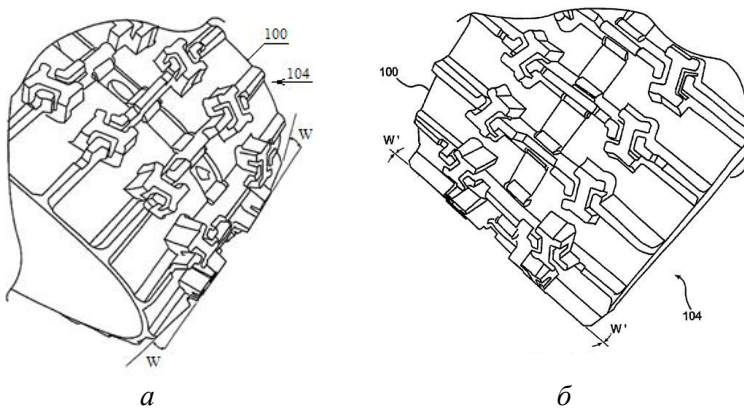


Рисунок 12.82 – Профіль замкнутої стрічки, яка застосовується для керування (а), яка не застосовується для керування (б) транспортним засобом

13 ГУСЕНИЧНИЙ ЛАНЦЮГ РУШІЯ ТРАКТОРА

13.1 Загальні відомості

Зазвичай на тракторі встановлюють рушій із двома гусеницями. Існують конструкції тракторів з чотирма гусеницями [26].

Гусениці служать для створення великої опорної поверхні, що забезпечує необхідний тиск на землю при значній вазі трактора та надійного зчеплення його з ґрунтом, а також для створення нескінченних рейкових шляхів для перекошування опорних котків двигуна та перетворення крутильного моменту, що підводиться до ведучих коліс, в силу тяги, що переміщає тракторний агрегат.

Враховуючи призначення гусениць і важкі зовнішні умови їх роботи, їм висувають ряд додаткових вимог:

- вони повинні мати підвищену міцність і зносостійкість при можливо меншій матеріалоемності;
- бути гранично простими і недорогими у виготовленні, експлуатації та ремонті.

Сучасні гусениці класифікують:

- по типу їх спільної конструкції:
 - традиційні, що складаються з окремих металевих шарнірно з'єднаних ланок, монолітні;
 - гумоармовані (ГАГ), на тракторах раніше не використовувалися;
 - стрічкові;
 - по конструктивному виконанню металевих ланок:
 - складові;
 - суцільнолітні;
 - по типу бігової доріжки опорних котків:
 - рейкові;
 - плоскі;
 - за розташуванням шарніра на ланці:
 - піднесений;
 - опущений;
 - по типу шарніра:
 - закритий;
 - відкритий;

– пружний (гумометалевий).

Необхідно відзначити, що конкретній конструкції ланки гусениці зазвичай притаманні одразу декілька кваліфікаційних ознак.

13.2 Складові ланки гусениць

13.2.1 Складова ланка гусениці рейкового типу з піднесеним закритим шарніром

Складова ланка гусениці рейкового типу з піднесеним закритим шарніром на сільськогосподарських тракторах з'явилася раніше литої плоскої ланки. Вона складається з двох окремих штампованих рейок 6 і 7 дзеркальної конфігурації, з'єднувальних деталей – втулки 11 і пальця 12, опорної профільної плити 8 (башмака) і болтів 5 з шайбами 9 і гайками 10 (рис. 13.1 а).

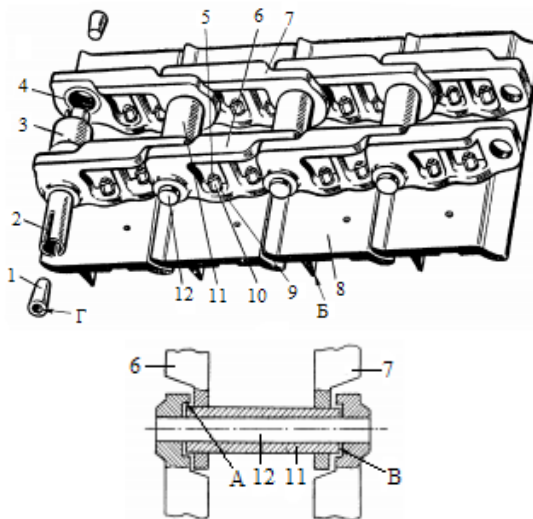


Рисунок 13.1 – Композиційна гусениця рейкового типу з піднесеними закритими шарнірами:

- 1 – конус; 2 – з'єднувальний палець; 3, 11 – втулки;
- 4 – кільце (шайба); 5 – болт; 6, 7 – щоки; 8 – башмак;
- 9 – стопорна шайба; 10 – гайка; 12 – палець

Оброблені механічно і термічно щоки 6 і 7 мають по два отвори:

- великий для запресування втулки 11;
- малий для з'єднувального пальця 12 ланок.

Втулки та пальці виконуються, як правило, з маловуглецевих сталей, з подальшою цементацією та загартуванням поверхонь тертя. На внутрішній обробленій площині щоки у малого отвору виконано невелике кільцеве виточення *A* (рис 13.1 б).

При зборі гусениці в першу чергу на кінці втулки 11 напресують праву 6 і ліву 7 щоки так, щоб її кромки трохи виступали за зовнішні оброблені площини щік. При подальшій збірці з'єднувальний палець 12 вільно проходить через отвір втулки 11, а на його виступаючі кінці послідовно напресують наступну пару щік із з'єднувальною втулкою тощо. З'єднані таким чином щоки ланок утворюють бігову доріжку для опорних коток у вигляді рейок. Тому такі ланки і отримали назву «рейкового типу».

До нижньої поверхні кожної пари щік за допомогою болтів 5, гайок 10 і стопорних шайб 9 кріпиться башмак 8 з поперечним ґрунтозачепом *B*, виконаний із сталі фасонного профілю.

Так як ланки запресовуються великою напругою, близько 1000 кН, для установки гусениці або її зняття з двигуна, одна з її ланок робиться легкозамикаючою. У цій ланці (рис. 13.1 а) втулку 3 роблять більш короткою, щоб вона не виходила за межі отворів щік, в які вона запресована, а кінці з'єднувального пальця 2 найчастіше роблять з конічними отворами і поздовжнім розрізом.

При замиканні гусениці з'єднувальний палець 2 вільно входить в малі отвори зовнішніх щік і з'єднувальну втулку 3, після чого в його кінці запресовують стопорні конуси 1, заклинювальні кінці пальця в отворах щік. Для того, щоб випресувати конуси 1 при розбірці гусениці в них виконані різьбові отвори *G*, закриті під час роботи дерев'яними пробками. Додаткові кільця (шайби) 4, що замінюють відсутні виступаючі кінці з'єднувальної втулки 3, створюють лабіринтне ущільнення закритого шарніра замикаючої ланки.

Розглянута гусениця має цівкове зчеплення з ведучим колесом рушія, де роль цівки виконує зовнішня поверхня з'єднувальної втулки ланки.

Перевагами складових гусениць рейкового типу є:

- наявність закритого шарніру, що ізолює його внутрішні поверхні тертя від попадання на них абразиву, що значно знижує їх знос і підвищує довговічність його роботи;

- піднесеність шарніра над башмаком, що також певною мірою захищає його від попадання в нього абразиву;

- піднесений над ґрунтом більш чистий рейковий шлях, що надає менший опір коченню опорних котків;

- найкраща ремонтпридатність, що дозволяє замінити зношені деталі складової ланки і, при необхідності, збільшувати (зменшити) площу опорної поверхні башмаків або встановити на них додаткові гумові підкладки для руху трактора по дорогах із твердим покриттям.

Основними недоліками цих гусеничних ланок є:

- велика металоємність (досягає 25% від маси трактора);

- велика складність та трудомісткість їх виготовлення в порівнянні з цільнолітими гусеничними ланками;

- складність у експлуатації, що вимагає спеціальних пресових пристосувань для їх розбирання та складання під час ремонту.

Однак, незважаючи на відмічені недоліки, складні рельєфні гусениці мають досить широке застосування на промислових тракторах, особливо великих тягових класів, що працюють на піщаних ґрунтах, головним чином через високу довговічність шарнірів закритого типу та ремонтпридатності складових ланок гусениць.

Для підвищення довговічності шарнірів та зменшення в них втрат потужності на тертя у кращих їх конструкціях застосовують рідинне мащення пар тертя та додаткові ущільнення (рис. 13.2). У цих шарнірах з'єднувальна втулка 2 по довжині така же, як і в замкнутій ланці, не виходить за межі отворів шоки 3, але з обробленими кінцями, що використовуються як поверхні торцевого ущільнення. До них і до торця розточення в щоці 5 підібгані сторони гумових ущільнюючих кілець 4 з розтискним гумовим кільцем 8. Одночасно ущільнення 4, перебуваючи на поверхні упорних поліуретанових кілець 9, додатково захищає внутрішню порожнину шарніра від проникнення в нього абразиву.

З'єднувальний палець 6 робиться порожнистим для заправки мастильного матеріалу і з отвором 10 для подачі на поверхні тертя шарніра. В торці пальця 6 запресовуються гумові заглушки 7 з отворами для завантаження мастильного матеріалу, закриті пластиковою пробкою.

У деяких конструкціях подібного шарніра замість ущільнювача 4 застосовують ущільнюоче натискне кільце 11 із щільної гуми, закріпленого в металевій обоймі 12, яка запресовується в розточення щоки 5 так, щоб торець кільця 11 був підігнаний до торця втулки.

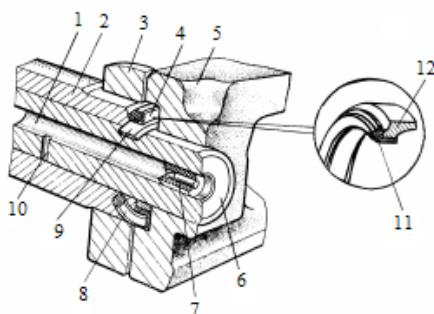
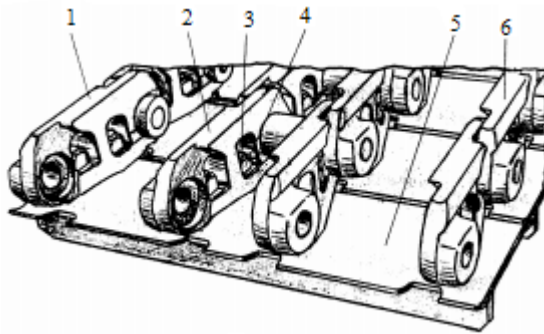


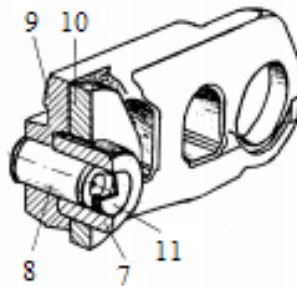
Рисунок 13.2 – Шарнір ланки складової гусениці з рідинним змащенням пар тертя:

- 1 – внутрішня порожнина в пальці; 2 – з'єднувальна втулка; 3, 5 – щоки; 4 – ущільнювач; 6 – палець; 7 – гумова заглушка; 8 – гумове кільце; 9 – поліуретанове кільце; 10 – отвір в пальці; 11 – ущільнювальне натискне кільце; 12 – металева обойма

Складові рейкової ланки дозволяють значно збільшувати опорну поверхню гусеничного рушія (рис. 13.3 а) шляхом заміни звичайних башмаків більш широкими. Для цього до звичайної гусеничної ланки 2 за допомогою болтів 3 і гайок 4 кріпляться розширені башмаки 5. З метою підвищення жорсткості гусениці по краях башмаків закріплюють тим самим способом одинарні гусеничні ланцюги 1 і 6, закриті шарніри яких показані на рисунку 13.3 б.



a



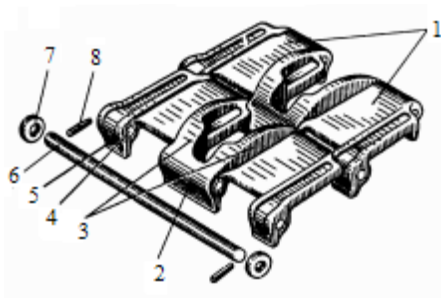
б

Рисунок 13.3 – Гусениця з розширеними башмаками:
a – загальний вид; *б* – фрагмент; 1, 6 – одинарні гусеничні ланцюги; 2 – звичайний гусенична ланцюг; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – башмак; 7 – втулка; 8 – палець; 9, 10 – щоки; 11 – заглушка

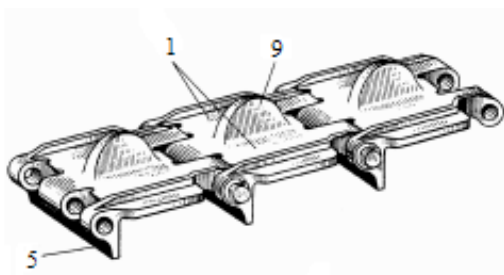
Він складається з короткої втулки 7 і 8 пальців, запресованих в відповідні отвори щік 9 і 10. Внутрішній кінець втулки 7 входить в розточення отвору суміжної щоки 9, утворюючи ущільнюючий лабіринт закритого шарніра, а інший її кінець з заглушкою 11 трохи виступає за площину щоки. У втулці утворена площа для закладки мастильного матеріалу на весь термін служби шарніра.

Суцільнолиті ланки гусениці виготовляють виливкою з високомарганцевих сталей. По типу бігової доріжки вони можуть бути плоскими або рейковими.

Плоскі необроблені ланки гусениць для цівкового зачеплення (рис. 13.4 *a*) представляють собою литі фасонні плити з біговими доріжками 1, які в середній частині з'єднуються широкою перемичкою – вушком 2, що є цівкою для зачеплення з ведучим колесом. Щоб гусениця не зіскакувала під час роботи, на ланках відлиті направляючі гребені 3 для кочення опорних котків.



a



б

Рисунок 13.4 – Гусениці з суцільнолитими ланками:
a – з цівковим зачепленням; *б* – з гребневим зачепленням;
 1 – бігові доріжки; 2 – вушко; 3 – направляючі гребені;
 4 – отвір у вушку; 5 – ґрунтозацеп; 6 – палець; 7 – шайба;
 8 – шплінт; 9 – центральний гребень

Ланки з'єднані між собою цементуючими і загартованими сталевими пальцями 6, вільно вставленими в отвори 4 з'єднувальних вушок і закріплених в них за допомогою шайби 7 і шплінтів 8. Кількість вушок залежить від ширини ланки. При більшій їх кількості зменшується концентрація напруг на кромках вушок із-за вигину пальця, що кілька підвищує довговічність шарніра відкритого типу. Зазвичай застосовують п'яти- і семивушкові шарніри.

Для кращого зчеплення ланок з ґрунтом на стороні вушок звернених до нього виконані приливи – ґрунтозачепа у вигляді шпор 5.

Плоскі литі ланки гусениці для гребеневого зачеплення (рис. 13.4 б) мають бігові доріжки 1, аналогічні розглянутим вище. Основні відмінності цієї ланки від попередньої складаються в наявності центрального гребеня 9, розташованого між біговими доріжками. Гребень служить для зачеплення ланки з ведучим колесом і напрямком руху опорних котків, і в наявності одного суцільного поперечного ґрунтозачепа 5.

Перевагою литих плоских ланок у порівнянні зі складовими рейковими є простота їх виготовлення та обслуговування, невелика вартість і відносна мала маса.

Основним недоліком цих ланок є низька довговічність, не перевищуючи в звичайних ґрунтах 1200...2000 годин, а на піщаних навіть 250...350 годин. Пояснюється це тим, що відкритий шарнір низького розташування дозволяє абразиву вільно проникати у вушки і в результаті швидкого зношування їх і з'єднувальних пальців ланка стає неремонтпридатною.

Недоліком гусениці з суцільнолитими ланками є підвищений опір коченню опорних котків по плоским біговим доріжкам, покритим землею, при роботі трактора на м'яких і пухких ґрунтах.

Щоб збільшити термін служби шарнірів плоских литих гусениць, пропонується багато способів, серед яких найбільш перспективним є застосування гумометалевих шарнірів (ГМШ).

13.2.2 Схема ГМШ з обмеженнями радіальної деформації гумових втулок

Схема ГМШ з обмежувачами радіальної деформації гумових втулок наведена на рисунку 13.5. На з'єднувальний палець 2 попередньо почергово встановлюють обмежувальні металеві втулки 4 з зовнішнім діаметром менше, ніж отвір у вушку, і гумові втулки 3 з зовнішнім діаметром на 35...40% більше діаметра отвору у вушку, які потім вулканізуються. Після цього звичайно комплект палець-втулки впресовуються в попередньо розточені вушки з'єднуючих ланок 1 і 5.

У звичайних умовах експлуатації під дією тягового зусилля стискаються тільки гумові втулки 3. Коли сила тяги приближається до максимальної в контакт з вушком вступають і металеві втулки 4, запобігаючи тим самим руйнування гумових. Поворот ланки 1 відносно ланки 5 призводить до закручування гумових втулок 3. При цьому втулки, запресовані у вушки ланок 1 і 5, закручуються в різні сторони. Щоб зменшити деформацію скручувань резинових втулок при перегибах гусениці у її русі з ведучими та направляючим колесами рушія, ланки гусениць попередньо з'єднуються з другом під кутом 12...14°.

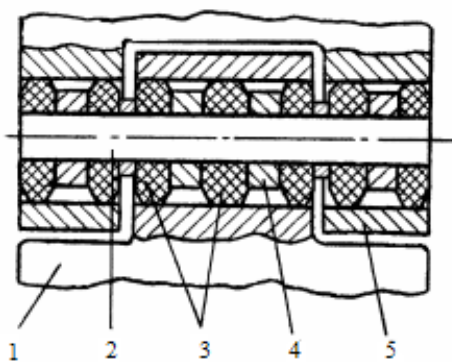


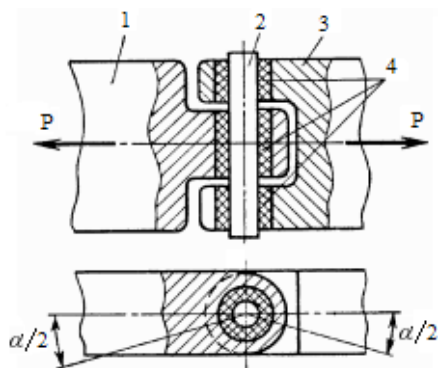
Рисунок 13.5 – Схема ГМШ з обмежувачами радіальної деформації гумових втулок

Таким чином, в гусеницях з ГМШ можливе укладання ланок друг відносно друга в точках перегину обводу забезпечується використанням пружного елемента. Найбільшого розповсюдження в якості еластичних елементів у гусеницях отримали гумові втулки, що працюють на зминання і кручення. При цьому в залежності від схем розташування гумових втулок розрізняють два види пружних шарнірів:

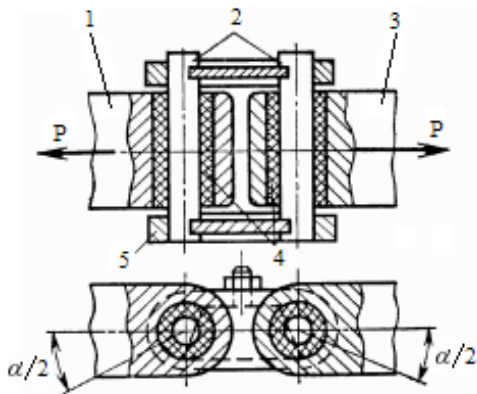
- з послідовним розташуванням пружних елементів;
- з паралельним розташуванням пружних елементів, або, як прийнято скорочено називати, послідовний і паралельний ГМШ.

У послідовному ГМШ (рис. 13.6 а) ланки 1 і 3 гусениці з'єднані між собою з'єднуючим пальцем 2. При цьому сила тяги P від однієї ланки до іншої передається через гумові втулки 4, які в точках перегину обводу скручуються на кут $\alpha/2$ в кожному вушку (де α – кут відносного повороту ланок 1 і 3 гусениці). В збірному вигляді гумові елементи сусідніх ланок гусениці складають один блок із послідовно розташованих уздовж осі пальця втулок вушок, що чергуються.

В паралельному ГМШ (рис. 13.6 б) розтягувальна сила P від ланки 1 на ланку 3 передається за допомогою двох з'єднувальних пальців 2 і скоб 5. Гумові втулки 4 кожної ланки, як і у послідовного ГМШ, скручуються в точках перегину на кут $\alpha/2$. У паралельного ГМШ в зібраному вигляді пружні елементи сусідніх ланок гусениць складають два блоки.



а



б

Рисунок 13.6 – Схема гусениці з ГМШ:

a – з послідовними шарнірами; *б* – з паралельними шарнірами;
 1, 3 – ланки гусениці; 2 – палець; 4 – гумова втулка; 5 – скоба

У гусеницях з паралельними ГМШ розбірність конструкцій забезпечується за допомогою зв'язувальних скоб 5, які зазвичай кріплять до пальців з болтами з клиновидними головами.

Для забезпечення розбірності гусениці з послідовними РМШ приєднується шарнір у вигляді комбінованого блоку з гумометалевих втулок (гумовий кожух привулканізовано до металевого кільця) і з'єднувального пальця. При цьому нерухомість втулки на пальці досягається тим, що палець і внутрішні отвори втулок роблять фасонними, частіше всього шестигранними. Втулки стягуються на пальці гайками.

Довжина гумових втулок, через яку передане тягове зусилля *P* у гусениці з послідовними ГМШ, складає 45...50% загальної ширини гусениць, а у гусениць з паралельними ГМШ – 60...70%.

Тому гусениці з паралельними ГМШ доцільно застосовувати тільки на потужних тракторах великих тяглових класів, так як вони забезпечують більш високу стабільність кроку при зміні тяглового зусилля.

Однак, незважаючи на значне підвищення довговічності ГМШ (до 6000 годин) і меншу гучність роботи гусениці, їх

широке застосування на тракторах обмежено підвищеною вартістю виробництва та складністю експлуатації.

13.3 Суцільнолиті гусеничні ланки рейкового типу

Суцільнолиті гусеничні ланки рейкового типу (рис. 13.7) представляють собою фігурні сталеві відливання, що складаються з плоскої опорної плити 4 (башмака) з ґрунтозацепом 6 на її нижній стороні та двох направляючих фігурних щік 5 (рейок) на верхньому. Щоки мають в основному таку ж конфігурацію, що і штамповані щоки складного рельсового з'єднання з отворами для втулок і з'єднувального пальця. При цьому внутрішні щоки однієї ланки при зборі входять в простір між зовнішніми щоками іншої ланки.

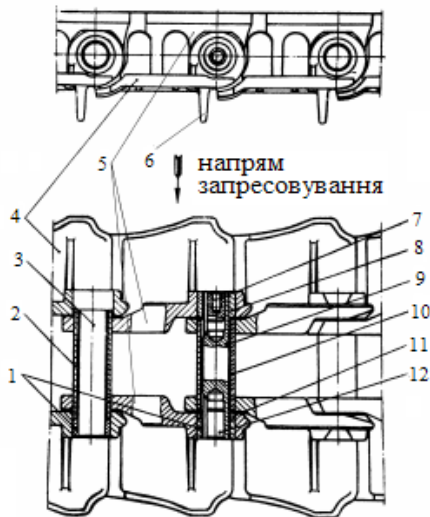


Рисунок 13.7 – Суцільнолита гусениця рейкового типу:
1, 2, 8, 10 – втулки; 3 – з'єднувальний палець; 4 – опорна плита (башмак); 5 – щока; 6 – ґрунтозацеп; 7 – пробка;
9 – замикаючий палець; 11 – кільце; 12 – стопорний конус

Перед збиранням гусениці у кожний отвір однієї зовнішньої сторони щоки запресовують маленькі втулки 1. Потім послідовно з'єднують отвори зовнішніх та внутрішніх щік з'єднаних ланок і запресовують в останню втулку 2 так, щоб її кінці трохи входили в отвори зовнішніх щік.

З'єднувальний палець 3, виконаний ступінчастим з потовщеною головкою, вільно входить в втулку 2 і запресовується кінцем у попередньо встановлену втулку 1, а головкою – в отвір протилежної зовнішньої щоки, утворюючи тим самим закритий піднесений шарнір.

Виступаючі кінці втулок 2 однієї ланки, входячи в отвори щік іншої ланки, утворюють лабіринтне ущільнення, яке запобігає попаданню абразиву в шарнір, як у розглянутих складових з'єднань рейкового типу.

Перед замиканням гусениці в отвір зовнішньої щоки замикаючої ланки впресовують коротку втулку 8, не виступаючи за її край, а в отвір протилежної зовнішньої щоки встановлюють додаткове кільце 11. У внутрішні щоки іншої замикаючої ланки впресовують коротку втулку 10, що не виступає за розміри щік. Потім суміщають отвори замикаючих ланок і вільно вставляють закріплюючий палець 9 з поздовжньо розрізаними конічними отворами на його торцях. Після цього вставляють стопорні конуси 12 в отвори пальці і запресовують їх через оправку. Різьбові отвори в конусах, закриті пробками 7, служать для випресовки конусів при розмиканні гусениць. Гусениця має цівкове зчеплення з ведучим колесом.

Перевагою литих гусеничних ланок рейкового типу є їх більш висока довговічність у порівнянні з плоскими литими ланками (приблизно в 1,5...2 рази) і відносна простота виготовлення. Окрім цього, вони мають і інші позитивні якості складових рейкових ланок.

Їх недоліками є велика металоємність, що досягає 20...22% маси трактора, шумність у роботі і погана ремонтпридатність, що утримує їх широке застосування в гусеничних двигунах.

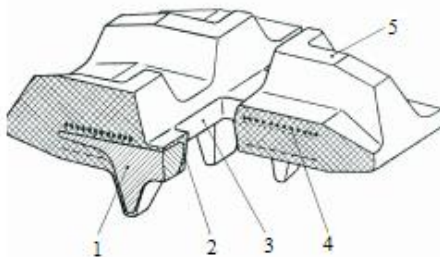
13.4 Гумоармовані гусениці

Гумоармовані гусениці (ГАГ) представляють собою монолітну конструкцію, армовану сталевими тросами і закладними металевими елементами, завулканізовані в кордову 19 гумову стрічку. Останні служать в більшості випадків для цівкового зачеплення гусениць з ведучим колесом руху.

Загальний вид ГАГ показаний на рисунку 13.8 *а*, а умовний її розріз за закладним елементом і цівці показаний на рисунку 13.8 *б*.



а



б

Рисунок 13.8 – Гумоармовані гусениці:

1 – закладний металевий елемент з направляючим виступом для фіксації відкидання опорних ковзанів та направляючого колеса; 2 – обгумована цівка закладного елемента; 3 – отвір в гумовому корді для зуба ведучого колеса; 4 – переріз сталевих тросів; 5 – гумові ґрунтозачеми

Зуби колеса 5 мають контакт з металевими закладними елементами 3. Внутрішня поверхня гусениці укладається на два рази 2, виконані по боках колеса. Направляючі виступи 1 на гусениці фіксують її відносно опорних котків та направляючого колеса.

13.5 Стрічкові гусениці

Стрічкові гусениці використовуються відносно рідко і в основному на тракторах малого класу тяги (транспортних, комунальних).

Перевагою їх, по порівнянню з металевими гусеницями, є мала маса та більш висока ККД особливо при високих швидкостях руху трактора. До недоліків відноситься малий опір подовжньому розтягуванню і вигину, що може призвести до спадання гусениці з ведучого колеса під час повороту трактора, а нерівномірна епюра розподілу тиску на ґрунт. Зі збільшенням попереднього натягу гусениці ці характеристики покращуються.

Конструктивно кожна зі стрічкових гусениць представляє собою одну або дві паралельно розташовані гумові стрічки з закріпленими на них металевими перетинками. Стрічки армовані синтетичним або металевим кордом, вільні кінці їх склеюються або з'єднуються за допомогою болтів та металевих планок.

Поперечини мають ґрунтозачепи, направляючі елементи і елементи, що забезпечують зчеплення з ведучим колесом.

Конструкція стрічкової гусениці приведена на рисунку 13.10, де дві паралельно розташовані стрічки 1 з'єднані штампованими поперечинами 2 за допомогою болтів 4. Поперечини мають отвори 6 для зачеплення з ведучим колесом і направляючі гребені 3. У середній частині перетину на зовнішній і внутрішній стороні наявні гумові елементи 5.

По внутрішнім елементам перекочуються опорні котки. Зовнішні елементи мають контакт з ґрунтом. Використання гумових елементів 5 дозволяє трактору рухатися по дорогах з покращеним покриттям, зменшити шум і зменшити динамічні навантаження в рушії.

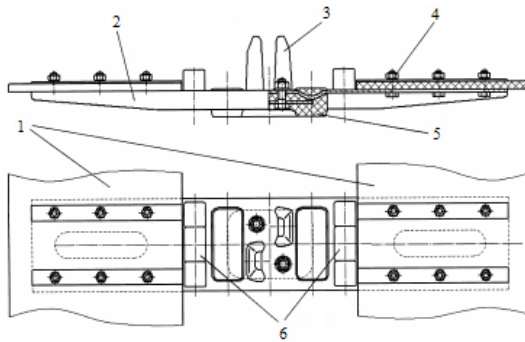


Рисунок 13.10 – Стрічкова гусениця:

1 – стрічка; *2* – поперечина; *3* – направляючий гребень;
4 – болт; *5* – гумові елементи; *6* – отвір в поперечині

На рисунку 13.11 показано гребеневе зачеплення ведучого колеса верхнього розташування зі стрічковою гусеницею.

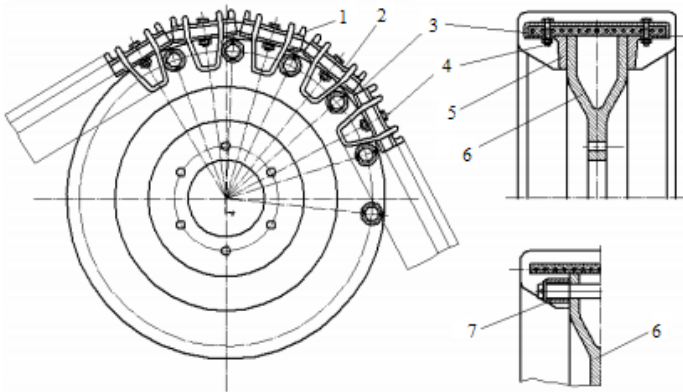


Рисунок 13.11 – Гребеневе зачеплення ведучого колеса з гусеницею:

1 – ґрунтозачеви; *2* – металева поперечина; *3* – армована стрічка; *4* – болт; *5* – бокові поверхні поперечин; *6* – ведуче колесо; *7* – втулка

Гусениця представляє собою армовану стрічку 3 з закріпленими на ній за допомогою болтів 4 металевими перехрестями 2. На зовнішній поверхні перетину є ґрунтозачепи 1. Бокові поверхні 5 поперечин фіксують гусеницю відносно опорних котків, ведучими і направляючими колесами, а також забезпечують зчеплення з ведучим колесом 6 за допомогою контакту з втулками 7 колеса.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які функції виконують гусениці рушія?
2. За якими ознаками класифікують сучасні гусениці?
3. Якими є переваги складових гусениць рейкового типу?
4. Якими є недоліки гусеничних ланок гусениць рейкового типу?
5. Які розрізняють види пружних шарнірів гусениць?
6. Які позитивні якості властиві ГАГ?

14 ГІБРИДНА СИСТЕМА КОЛЕСА RWT (RECONFIGURABLE WHEEL TRACK)

Гібридна система колеса RWT (Reconfigurable Wheel Track) являє собою колесо-трансформер, яке може бути як традиційної круглої форми, так і при необхідності набувати форми трикутних позашляхових гусеничних рушіїв. Причому, дана трансформація відбувається при русі, тобто без зупинки транспортного засобу, що дуже важливо для військової техніки і успішного подолання бездоріжжя [27].

Як відомо, хороша армійська техніка повинна володіти трьома найважливішими характеристиками: достатньою вогневою міццю, надійним захистом і високою мобільністю.

За останні 30 років бойова міць військової техніки та її захист зазнали безліч змін, ставши неймовірно ефективними. А ось в плані мобільності все залишилося майже незмінним. Наземні бойові машини продовжують бути важкими, неповороткими і володіють малою прохідністю. Їх традиційні круглі колеса добре справляються з більш-менш твердою поверхнею, але на багнистих і піщаних ґрунтах грузнуть.

Саме тому, нова програма під назвою Reconfigurable Wheel Track від DARPA (Управління перспективних дослідних проєктів Міністерства оборони США) вирішила об'єднати два типу рушіїв транспортних засобів, наділивши нові колеса RWT високою універсальністю і кращими здібностями гусеничного і колісного ходу.

На сьогоднішній день DARPA вже створила прототип таких коліс, якими озброїла багатоцільовий військовий транспорт Humvee (рис. 14.1).



Рисунок 14.1 – Загальний вигляд автомобіля Humvee:
1 – колесо-трансформер (RWT); 2 – звичайне колесо

Під час руху автомобіля незвичайне колесо прямо в дорозі з круглого трансформується в трикутне, створюючи у шини більший контакт з поверхнею. Завдяки такій конфігурації коліс, автомобіль набуває менший тиск на ґрунт і краще пристосовується до змінного рельєфу (гусеничний рушій забезпечує підвищену прохідність (рис. 14.2).

Велика площа зіткнення гусениць з ґрунтом дозволяє забезпечити низький середній тиск на ґрунт – $0,12\text{--}1,2 \text{ кгс/см}^2$, тобто менше тиску ноги людини. Тим самим гусеничний рушій охороняється від глибокого занурення в ґрунт.

Колеса RWT зазнають трансформацію з однієї форми в іншу буквально за пару секунд. Привід на три опорні пари сегментів, відносно яких обертається резинова гусенична стрічка здійснюється за допомогою трьох гідравлічних силових циліндрів.

Перша демонстрація здібностей колеса RWT пройшла в травні 2018 року в тестовому центрі Абердін, штат Меріленд.

У наступному передбачається, що транспортні засоби, оснащені колесами RWT, придбають велику прохідність і маневреність, забезпечуючи легкість пересування по пересіченій місцевості.



a



б



в

Рисунок 14.2 – Трансформація системи RWT:
a – кругла форма; *б* – трикутна форма: 1 – гусенична стрічка;
 2, 3 – сегментні опори зміни профілю; *в* – вигляд спереду:
 2 – прямуючі ролики сегментів; 3 – гусенична стрічка;
 4 – пружина підвіски; 5 – важіль підвіски; 6 – ґрунтозачеп

ЛІТЕРАТУРА

1. Колодїйчук С. А. Підвищення ефективності роботи гусеничного рушія сільськогосподарських тракторів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.02. К., 2007. 20 с. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

2. Зінько Р. В. Напрями підвищення ефективності роботи гусеничних рушіїв. <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/view/184/180.pdf>.

3. Сарач Е. Б., Котиев Г. О., Смирнов И. А. Перспективы развития системы поддресоривания быстроходных гусеничных машин. <https://docplayer.ru/30919796-Perspektivy-razvitiya-sistemy-podressorivaniya-bystrohodnyh-gusenichnyh-mashin.html>.

4. Канделя М. В. Пути совершенствования технического уровня гусеничного движителя мобильных уборочно-транспортных машин. Вестник КрасГАУ. 2012. № 10. С. 177-180.

5. Аникин А. А., Барахтанов Л. В. Влияние конструктивных параметров гусеничного движителя на проходимость. Наука и образование (электронное научно-техническое издание), 09.2010. <http://technomag.edu.ru/doc/160604.html>.

6. Канделя М. В., Липкань А. В., Рябченко В. Н., Самуйло В. В. К обоснованию применения гусеничных машин в условиях дальнего востока. Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 2(46). С. 159-167.

7. Лапик В. П. Механико-технологические основы взаимодействия гусеничных движителей кормоуборочных машин с переувлажненной пойменной почвой : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.20.01. Брянск : 2015. 35 с. https://rosinformagrotech.ru/files/synopsis/Lapik_V_P_2015.pdf.

8. Коростелев С. А. Долговечность и оптимальное проектирование гусеничного движителя с резинометаллическими элементами: дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.03. Барнаул, 2017. 358 с. [http://www.mospolytech.ru/storage/f033ab37c30201f73f142449d037028d/files/Korostelev_Sergej_Anatolevich_\(dissertatsiya\).pdf](http://www.mospolytech.ru/storage/f033ab37c30201f73f142449d037028d/files/Korostelev_Sergej_Anatolevich_(dissertatsiya).pdf).

9. Веселов Н. Б. Вездеходные транспортно-технологические машины. Конструкции. Конструирование и расчет : монография. Н. Новгород : РИ «Бегемот», 2010. 320 с.

10. Веселов Н. Б. Гусеничные машины высокой проходимости. Конструкции, техническое обслуживание и эксплуатация : учеб. для студ. вузов. Н. Новгород : РИ «Бегемот», 2010. 452 с.

11. Васильченко В. Ф. Автомобили и гусеничные машины. Основы конструкции шасси. Рыбинск : ОАО «РДП», 1996. 446 с.

12. Гусеничный рушій: пат. 62868 Україна: МПК В62D55/08 (2006.01); заявл. 19.11.2010; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18. 4 с.

13. Гусеничний рушій транспортного засобу: пат. 6456 Україна: МПК С1В62D55/30. № 94270856; заявл. 31.03.93; опубл. 29.12.94, Бюл. № 8-І.

14. Гусеничний рушій транспортного засобу: пат. 14487 Україна: МПК (2006) В62D55/00, В62D55/24. № u200511252; заявл. 28.11.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.

15. Устройство для повышения проходимости автомобиля: пат. 2196054 Российская Федерация: МПК В60С27/00, В62D55/04. № 2001103658/28; заявл. 07.02.01; опубл. 10.01.03, Бюл. № 1.

16. Гусеничная машина: пат. 2211166 Российская Федерация: МПК В62D 55/04. № 2000133004/28; заявл. 29.12.2000; опубл. 27.08.03, Бюл. № 24.

17. Съёмный гусеничный блок транспортного средства (два варианта): пат. 2309080 Российская Федерация: МПК В62D55/04. № 2005137978/11; заявл. 06.12.05; опубл. 27.10.07, Бюл. № 30.

18. Ход полугусеничный сменный: пат. 2342278 Российская Федерация: МПК В62D55/04. № 2007123201/11; заявл. 20.06.07; опубл. 27.12.08, Бюл. № 36.

19. Комбиход: пат. 2347709 Российская Федерация: МПК В62D 55/04. № 2007113992/11; заявл. 13.04.07; опубл. 27.02.09, Бюл. № 6.

20. Транспортное средство: пат. 2179133 Российская Федерация: МПК В62D 55/04. № 2001111569/28; заявл. 28.04.01; опубл. 10.02.02, Бюл. № 4.

21. Гусеничная машина: пат. 2196068 Российская Федерация: МПК В62D55/04. № 2000133033/28; заявл. 29.12.2000; опубл. 10.01.03, Бюл. № 1.

22. Система подвески для гусеничного транспортного средства: пат. 2302969 Российская Федерация: МПК В62D55/084. № 2004137668/11; заявл. 23.05.03; опубл. 20.07.07, Бюл. № 20.

23. Быстросъёмная гусеничная приставка к автомобилю с приводом на передние колёса: пат. 2341402 Российская Федерация: МПК В62D55/084, В62D55/04, В60Т8/00, В60Т11/00. № 2007108679/11; заявл. 12.03.07; опубл. 20.12.08, Бюл. № 35.

24. Вездеход: пат. 2347708 Российская Федерация: МПК В62D 55/04. № 2007111381/11; заявл. 28.03.07; опубл. 10.10.08, Бюл. № 6.

25. Приводная система с замкнутой лентой для транспортного средства: пат. 2378144 Российская Федерация: МПК В62D55/04. № 2007127843/11; заявл. 21.12.05; опубл. 10.01.10, Бюл. № 1.

26. Наумов Е. С., Платонов В. Ф., Шарипов В. М., Щетинин Ю. С., Эглит И. М. Ходовая система гусеничного трактора. 2011. 64 с. <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/742/78742/59524>.

27. Американські військові розробили гібридне колесо-трансформер. <https://auto-motive.info/2018/06/28/amerikanski-viyskovi-rozrobili-gibridne-koleso-transformer-142025>.

28. Пугин М. К. Пневмогусеничное шасси и пневмогусеничный бронепоезд. <http://www.findpatent.ru/patent/214/2147535.html>.

29. Пугин М. К. Пневматические гусеницы для танков, самоходных орудий, тракторов, вездеходов, автомобилей для езды по тундре, снегу, льду, топкому грунту, пустыне и передвижения по воде. <http://www.findpatent.ru/patent/211/2119438.html>.

ДОДАТОК А

Конструкції гумометалевих шарнірів

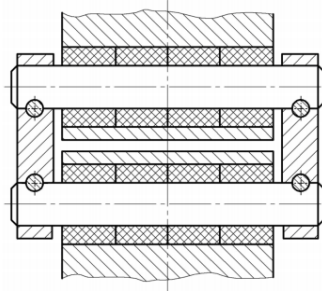
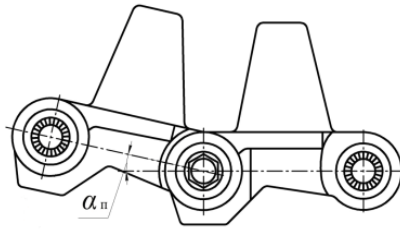
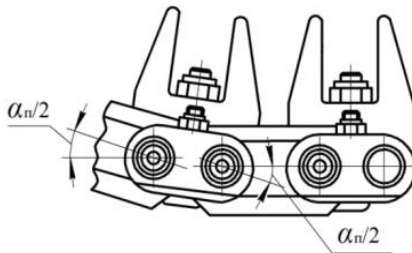


Рисунок А.1 – Схема паралельної роботи гуми



a



б

Рисунок А.2 – Попередній кут збірки ланок:
a – послідовна схема роботи гумових елементів;
б – паралельна схема роботи гумових елементів

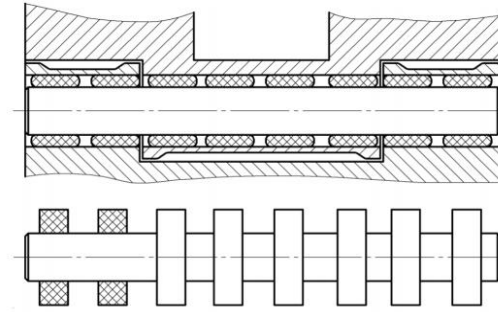


Рисунок А.3 – Комбінований послідовний ГМШ без обмежувачів

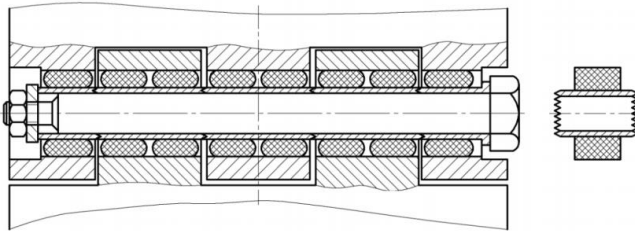


Рисунок А 4 – Втулковий варіант шарнірного з'єднання

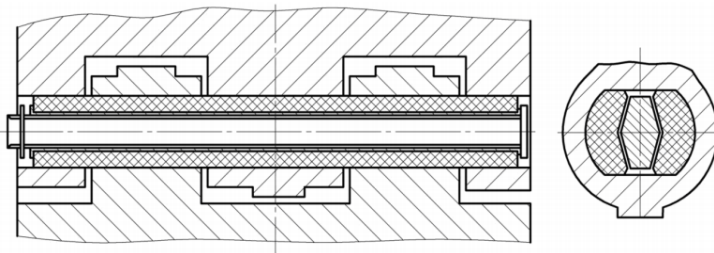


Рисунок А.5 – Конструкція ГМШ з гумовими елементами, що працюють на стиск

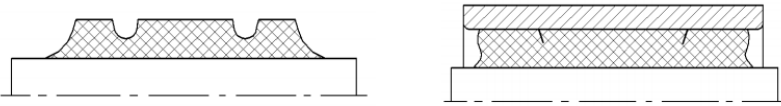


Рисунок А.6 – Гумовий елемент с кільцевими виїмками

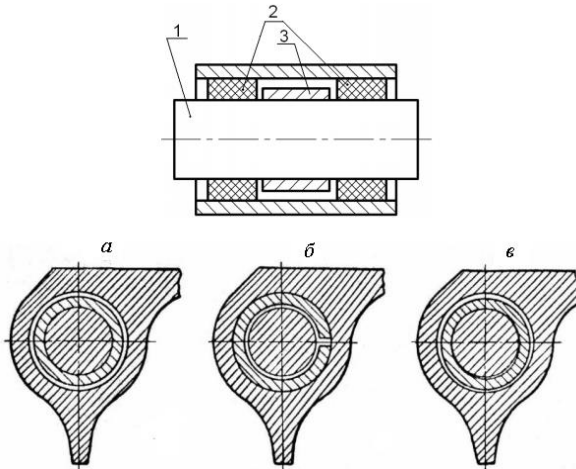


Рисунок А.7 – ГМШ з обмежувачем радіальної деформації:
 1 – палець; 2 – гумові кільця; 3 – металева втулка; а – втулка,
 жорстко фіксована на пальці; б – втулка, жорстко фіксована у
 вушку; в – плаваюча втулка

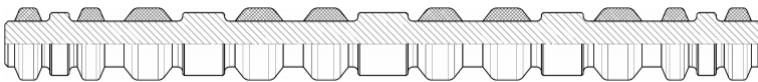


Рисунок А.8 – Гумометалевий палець моноблочної конструкції
 з обмежувачами радіальної деформації

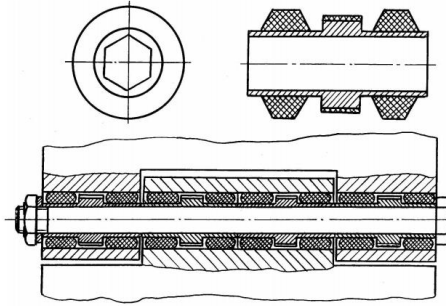


Рисунок А.9 – Втулковий варіант з обмежувачами радіальної деформації

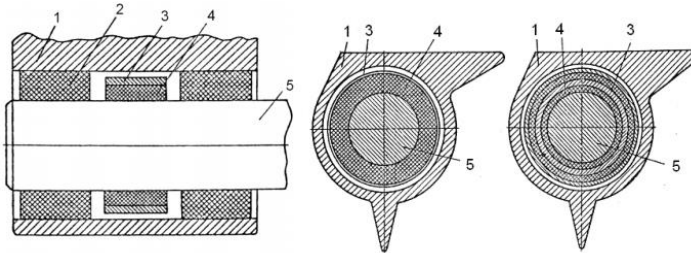


Рисунок А.10 – ГМШ з пружним обмежувачем радіальної деформації:

1 – вушко; 2 – гумові кільця; 3 – металеві втулки; 4 – гумові елементи; 5 – палець

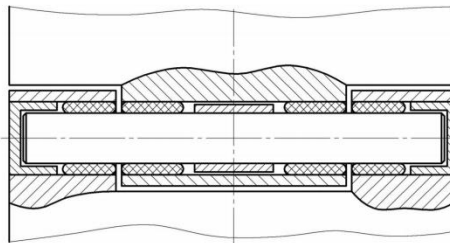


Рисунок А.11 – Конструкція ГМШ с пробками-заглушками

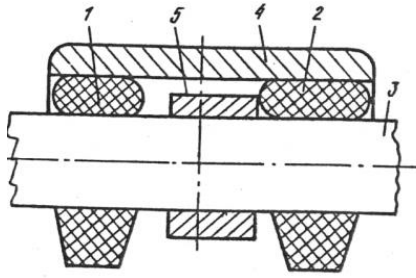


Рисунок А.12 – ГМШ зі зміщеним обмежувачем радіальної деформації:
 1, 2 – гумові кільця; 3 – палець; 4 – вушко; 5 – металеві кільця

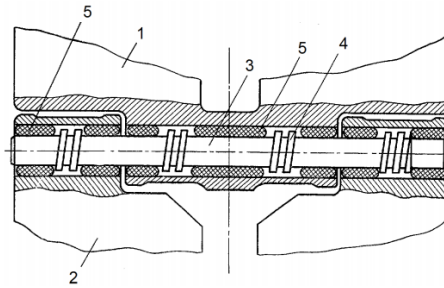


Рисунок А.13 – Гумометалевий шарнір з обмежувачем із спіральної пружини:
 1, 2 – ланки гусениці; 3 – палець; 4 – обмежувальні втулки;
 5 – гумові кільця

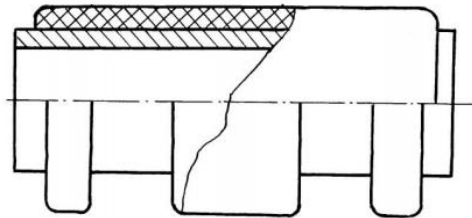


Рисунок А.14 – «Грибковий» варіант гумометалевого шарніру

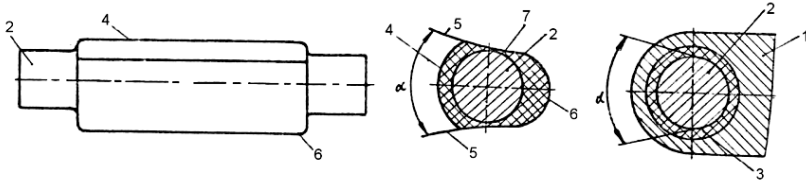


Рисунок А.15 – Суцільний гумовий елемент складної форми:
 1 – вушко; 2 – палець; 3 – гумовий шар; 4 – поверхня,
 концентрично пальцю; 5 – площина; 6 – циліндрична поверхня;
 7 – поздовжні виїмки

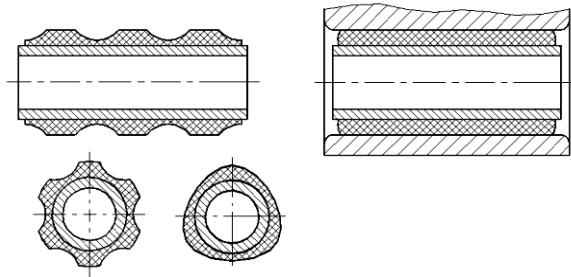


Рисунок А.16 – Гумометалевий елемент складної форми

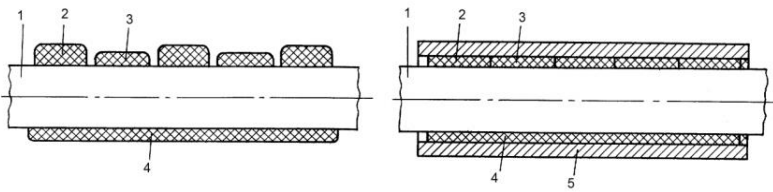


Рисунок А.17 – Гумометалевий елемент складної форми с
 напівкільцями:
 1 – палець; 2 – високі напівкільця; 3 – низькі напівкільця;
 4 – суцільне тіло; 5 – вушко

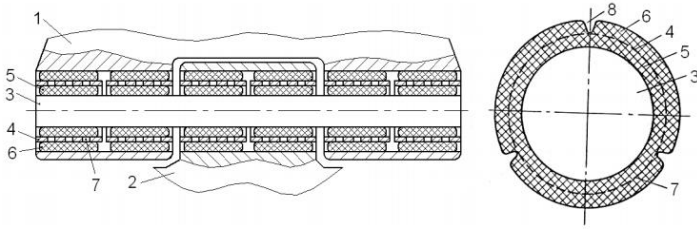


Рисунок А.18 – Гумометалевий шарнір з армованим гумовим елементом:

- 1, 2 – ланки гусеничного ланцюга; 3 – палець; 4 – втулка;
 5, 6 – гумові кільця; 7 – перфоровані отвори;
 8 – V-образні канавки

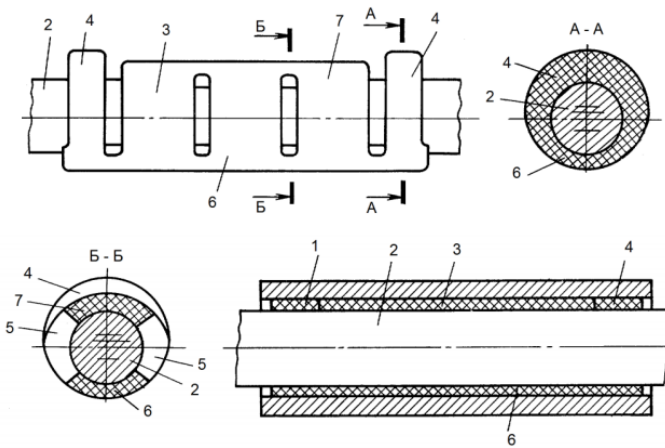


Рисунок А.19 – ГМШ з гумовим елементом складної геометричної форми:

- 1 – вушко; 2 – палець; 3 – основний масив; 4 – кільцеві ділянки;
 5 – виїмки; 6 – суцільний масив з боку радіального навантаження;
 7 – суцільний масив

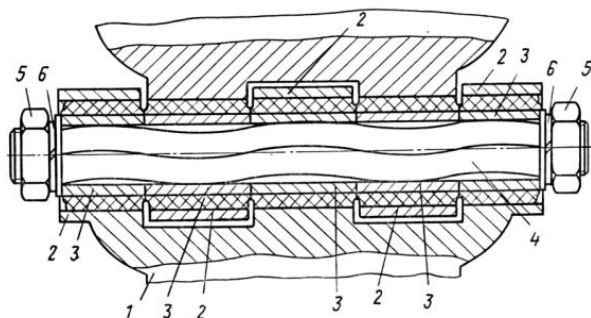


Рисунок А.20 – Втулковий варіант із зігнутим шестигранним пальцем:

1 – ланка; 2 – вушко; 3 – гумометалеві втулки; 4 – палець;
5 – гайки; 6 – пружинні шайби

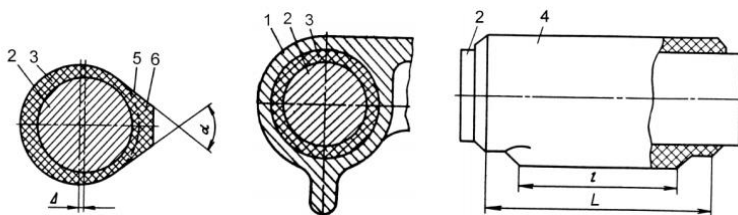


Рисунок А.21 – Гумовий елемент з виступом:

1 – вушко; 2 – палець; 3 – привулканізована гума; 4 – циліндр;
5 – площину; 6 – поздовжній виступ

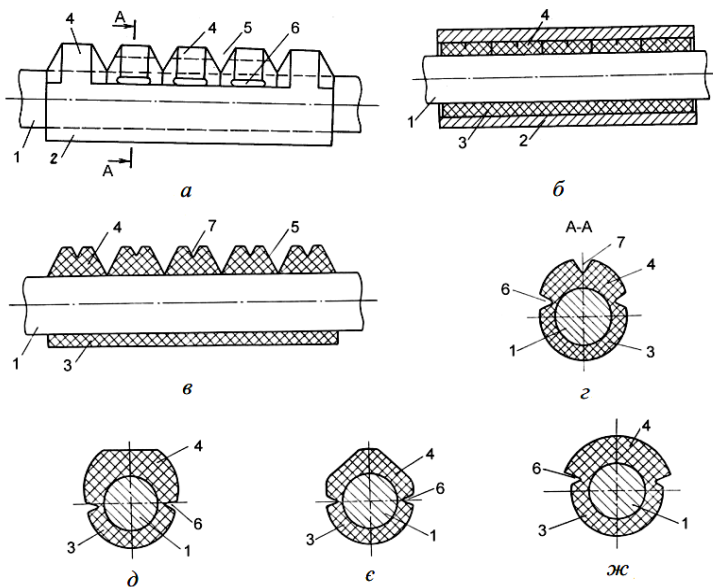


Рисунок А.22 – Гумометалевий шарнір складної геометричної форми:

a – вихідний стан; *б* – після запресовування; *в* – поздовжній розріз; *г, д, е, ж* – поперечні розрізи можливих варіантів;

1 – палець; *2* – вушко; *3* – гумова втулка; *4* – виступи;
5 – розділові виїмки; *6, 7* – додаткові виїмки

ДОДАТОК Б

Конструкції опорних котків і напрямних коліс з гумовими елементами внутрішньої амортизації

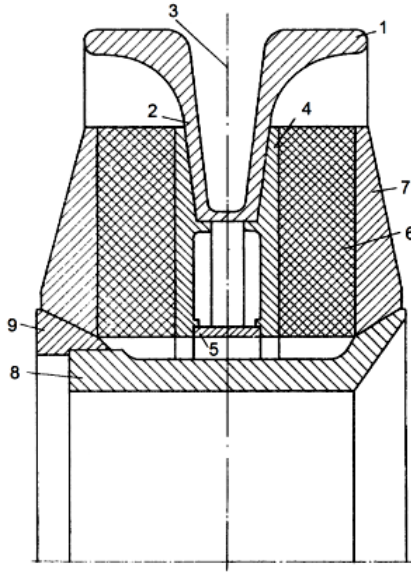


Рисунок Б.1 – Опорний коток гусеничного рушія з внутрішніми амортизаторами:

1 – обід; 2 – диски; 3 – отвори; 4 – внутрішні диски;
5 – розпірна втулка; 6 – гумові елементи; 7 – зовнішні диски;
8 – маточина; 9 – гайка

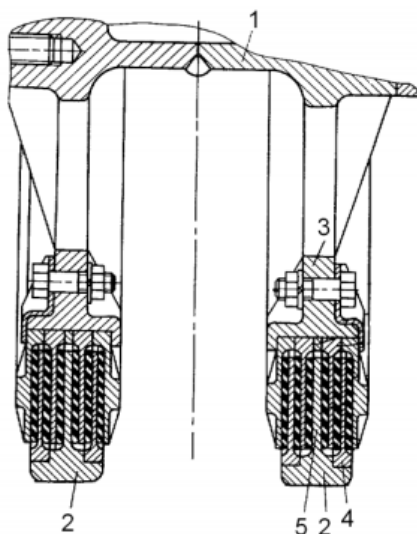


Рисунок Б.2 – Опорний коток гусеничного рушія з тонкошаровими внутрішніми амортизаторами:
 1 – маточина; 2 – обід; 3 – опорний диск; 4 – гумометалеві елементи; 5 – проміжний диск обода

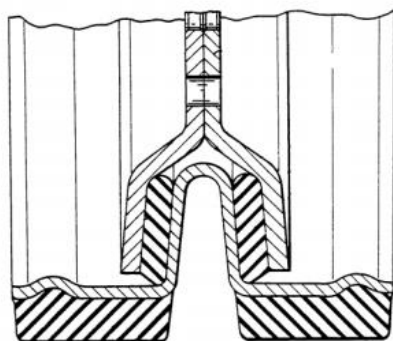


Рисунок Б.3 – Опорний коток гусеничного рушія з внутрішніми амортизаторами і зовнішньою шиною

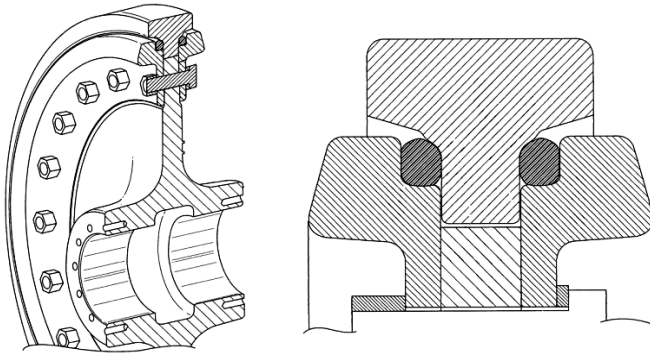


Рисунок Б.4 – Напрявне колесо гусеничного рушія з мікропідресорюванням

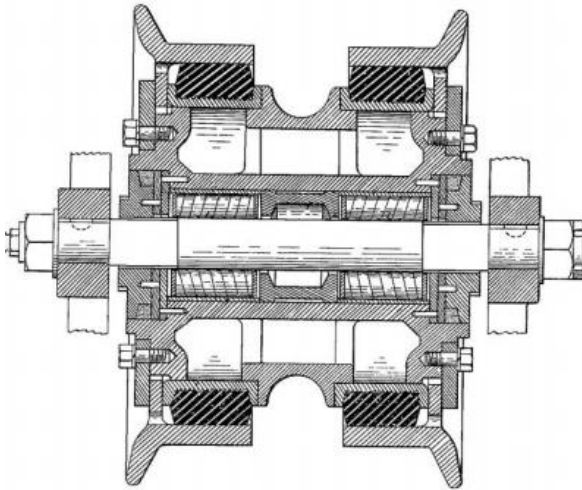


Рисунок Б.5 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми амортизаторами, які працюють на стиск

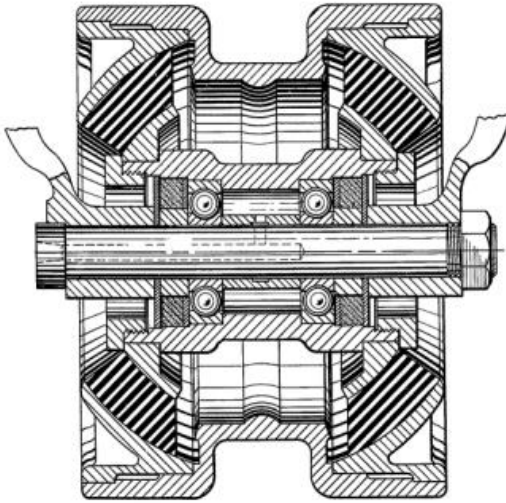


Рисунок Б.6 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми амортизаторами, які працюють на стиск і зсув

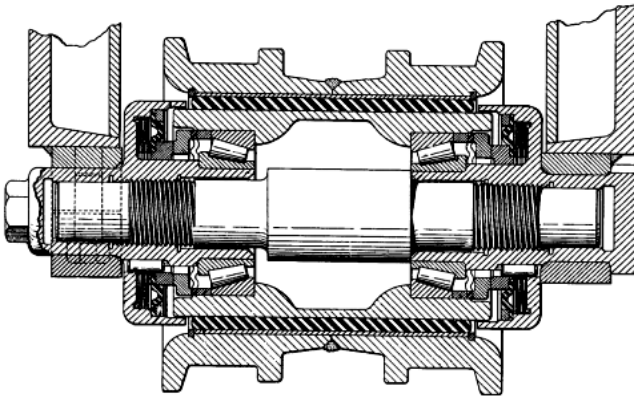


Рисунок Б.7 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми амортизаторами, які працюють на стиск з блокованим бандажем

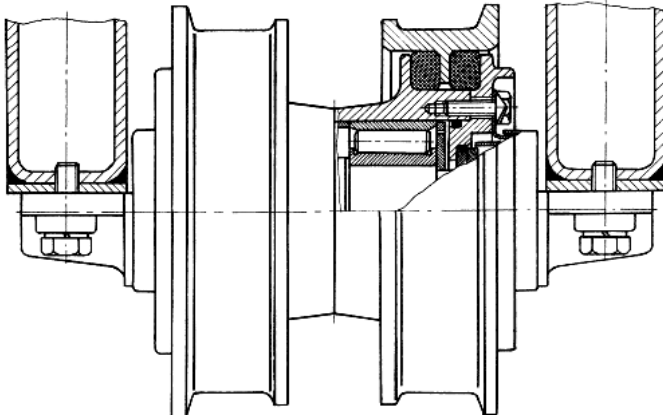


Рисунок Б.8 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими амортизаторами з прямокутним перетином, що працюють на стиск

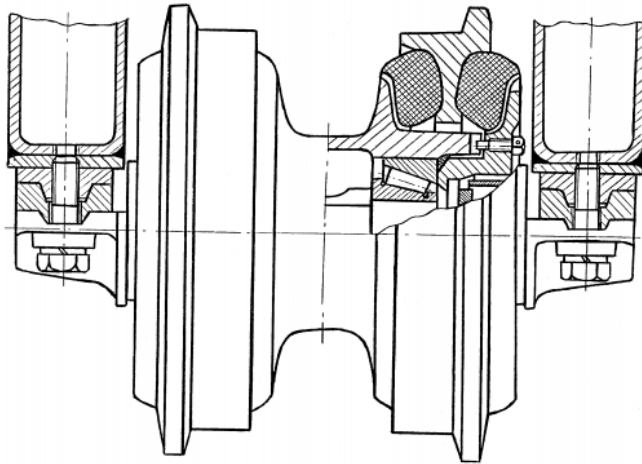


Рисунок Б.9 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими амортизаторами овального перетину, що працюють на зрушення і стиснення

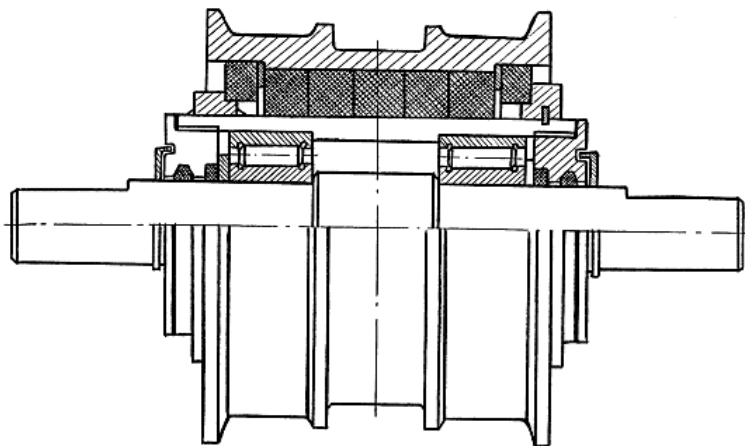


Рисунок Б.10 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми амортизаторами, які працюють на стиск

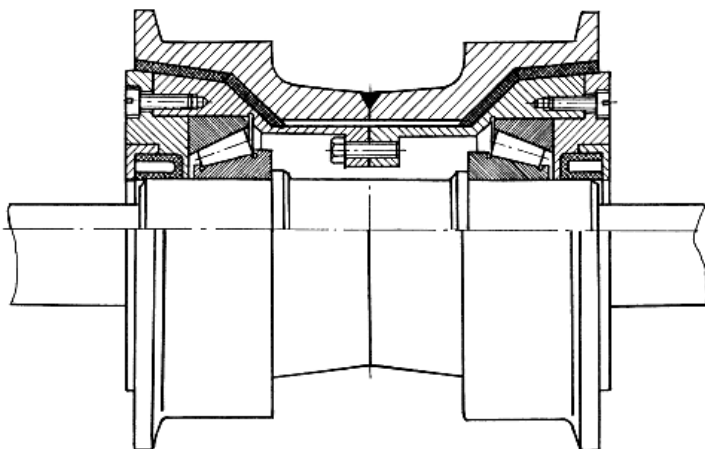


Рисунок Б.11 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими конусними амортизаторами, зі складовою маточиною

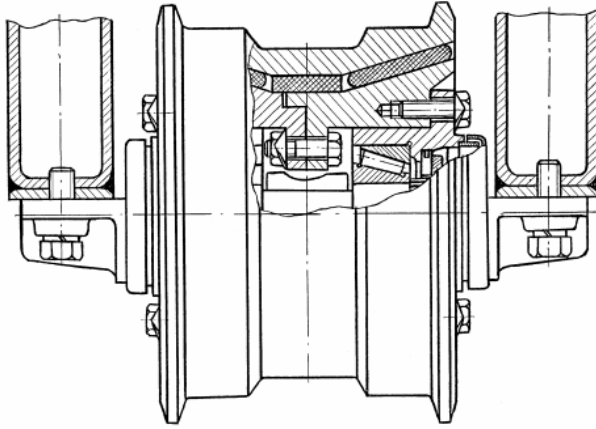


Рисунок Б.12 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими циліндричними і конусними амортизаторами

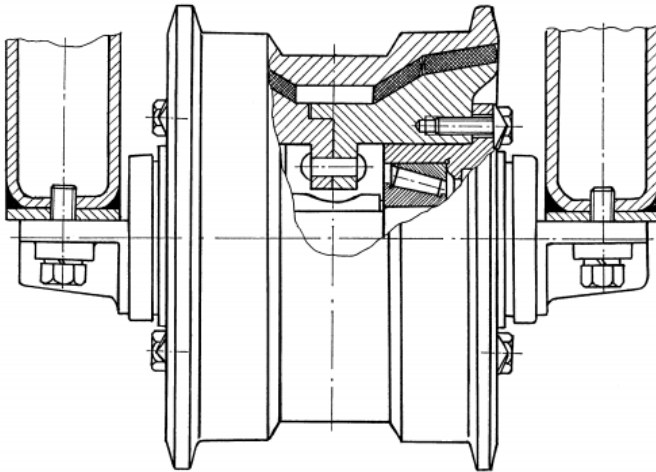


Рисунок Б.13 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими конусними амортизаторами, фланці маточини з'єднані заклепками

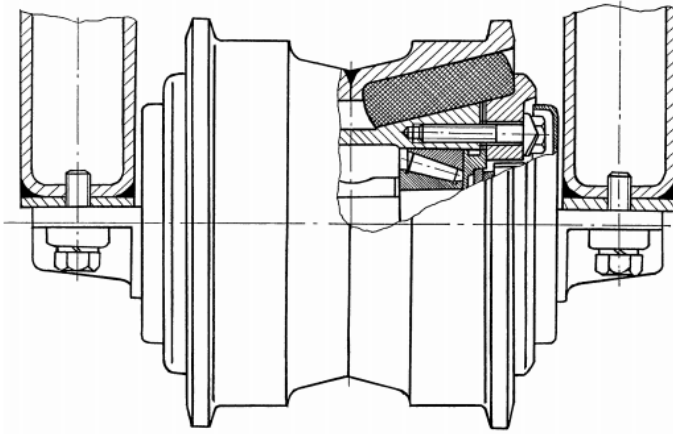


Рисунок Б.14 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими конусними амортизаторами

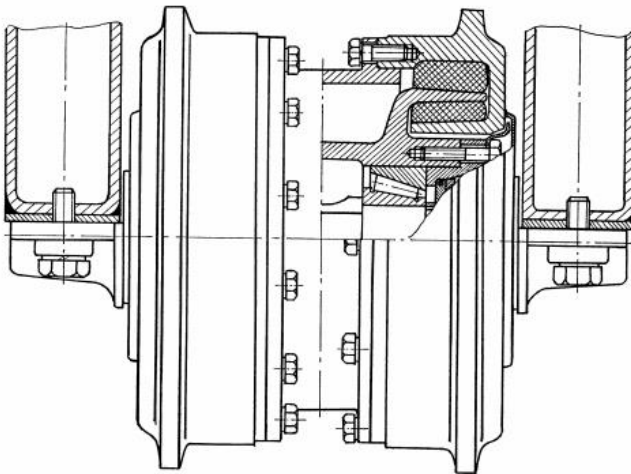


Рисунок Б.15 – Опорний коток малого діаметра з концентрично розташованими внутрішніми кільцевими амортизаторами

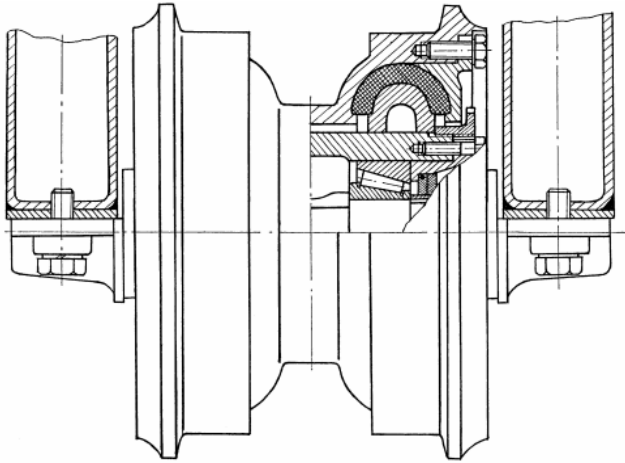


Рисунок Б.16 – Опорний коток малого діаметра з внутрішніми кільцевими гумовими елементами з перетином у формі півкільця

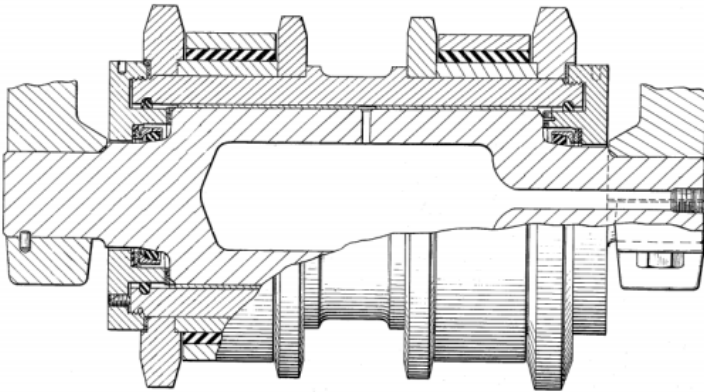


Рисунок Б.17 – Опорний коток з внутрішніми кільцевими гумовими елементами, що працюють на стиск

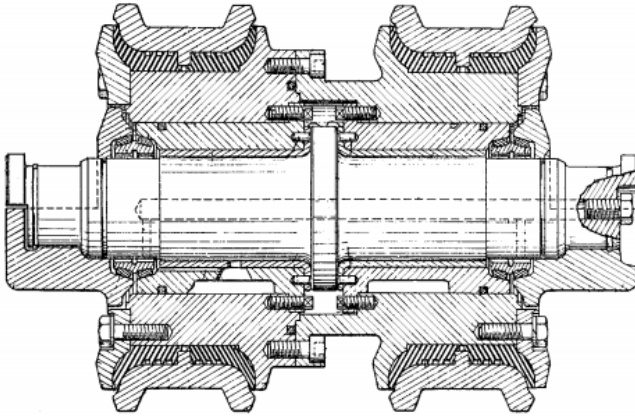


Рисунок Б.18 – Коток з внутрішніми кільцевими гумовими елементами U-подібного перетину

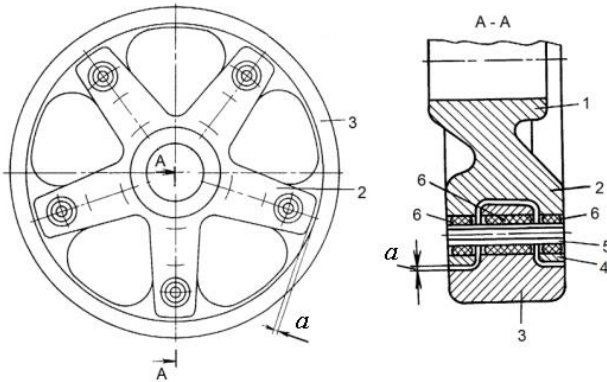


Рисунок Б.19 – Опорний коток з внутрішніми гумометалевими елементами:

1 – маточина; 2 – спиці; 3 – обід; 4 – щоки; 5 – металеві пальці;
6 – гумові елементи; a – радіальний зазор

Навчальне видання

КУБІЧ Вадим Іванович

ХОДОВА ЧАСТИНА ГУСЕНІЧНИХ МАШИН

Навчальний посібник

Дизайн обкладинки: *Кубіч В. І.*

Технічні редактори: *Білостоцька А. О., Решетняк О. В.,
Даниленко О. М.*

Комп'ютерний набір: *Білостоцька А. О.*

Комп'ютерна верстка: *Решетняк О. В.*

Оригінал-макет підготовлено
в редакційно-видавничому відділі
Національного університету «Запорізька політехніка»

Підписано до друку 5.06.2019. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 14,3.
Тираж 100 прим. Зам. № 705

Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.