

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування
підвіски напівпричепа легкового автомобіля з дослідженням зміни
жорсткості торсіонної підвіски з поздовжніми важелями

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Миськів М.П.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Гудь В.З.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Гевко І.Б.</u> (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Ляшук О.Л.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Комар Р.В.</u> (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *автомобілів*

Освітній ступінь *магістр*

Галузь знань *27 Транспорт*

(шифр і назва)

Спеціальність *274 «Автомобільний транспорт»*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *д.т.н., проф., Ляшук О.Л.*

« »

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Миськів Микола Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування підвіски напівпричепи легкового автомобіля з дослідженням зміни жорсткості торсіонної підвіски з подовжніми важелями*

Керівник проекту (роботи) *Гудь Віктор Зіновійович к.т.н., доцент*

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

Затверджені наказом по університету від « 29 » вересня 2020 року №4/7-690

2. Термін подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Перелік несправностей. Параметри роботи АТП.*

Характеристики мючої установки. Основні несправності при роботі устаткування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Загально-технологічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ.

Науковий розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

підвіска причепів-А1, характеристики причепів –А1, загальний вигляд причепа - А1,

підвіска пружинна-А1, підвіска торсіонна- А1, маршрутна карта-А1, деталювання – А1,

амортизатор - А1, пружина-А1, наукова частина – А1

АВТОРЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 60 сторінок. Графічна частина виконана на 10 аркушах формату А1.

В даному проекті розроблена конструкція торсіонної підвіски причепа для легкових автомобілів «Сармат-8232» за пружинними характеристиками аналогічної пружинної підвіски цього причепа. Розроблена торсіонна підвіска відрізняється меншою металоємністю і трудомісткістю в порівнянні з існуючою пружинною підвіскою.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вітчизняна причіпна техніка для легкових автомобілів

1.2 Характеристика причепа для легкових автомобілів виробництва «Сармат»

1.3 Підвіски, застосовувані на причепах для легкових автомобілів

1.4 Опис конструкції підвіски причепа для легкових автомобілів

1.5 Пропозиції щодо зміни конструкції підвіски причепа «Сармат-8232»

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика деталі «Цапфа важеля»

2.2 Опис технологічного процесу виготовлення деталі «Цапфа важеля»

2.3 Складання торсіонної підвіски причепа «Сармат-8232»

3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані для розробки торсіонної підвіски

3.2 Опис конструкції модернізованої торсіонної підвіски причепа «Сармат-8232»

3.3 Розрахунок поздовжнього важеля торсіонної підвіски на міцність

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження зміни жорсткості торсіонної підвіски з поздовжніми важелями

4.2 Економічне обґрунтування

4.3 Розрахунок капітальних витрат на виробництво торсіонної підвіски

4.4 Розрахунок витрат на матеріали

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Техніка безпеки при виготовленні деталей торсіонної підвіски

5.2 Розрахунок штучного освітлення

5.3 Безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ

БІБЛІОГРАФІЯ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Вплив автомобільного транспорту на життя сучасного суспільства величезний. Крім виконання своєї прямої, транспортної функції, він значною мірою визначає структуру промисловості, займаючи собою цілу галузь - автомобілебудування, змінює орієнтацію в суспільстві, в певній мірі формує психологію людей, моди, а іноді і звичаї.

Особливо актуальний сьогодні прискорений розвиток автомобільного транспорту та автомобілебудування. В даний час, коли збільшується потік іноземних автомобілів і автомобільної техніки на ринок, посилюється конкуренція виробників і особливо гостро стоїть питання виживання вітчизняного машинобудування.

Однак успіхи, досягнуті за попередні роки, в фундаментальних і прикладних науках, дозволяють сподіватися на швидкий вихід з кризи і вітчизняного машинобудування, на появу на дорогах країни конкурентоспроможних сучасних автомобілів і автомобільної техніки.

Найважливішими напрямками підвищення технічного стану автомобільної техніки завжди були зменшення витрат паливо-мастильних матеріалів, зниження трудомісткості обслуговування, витрат різних матеріалів на виготовлення автомобіля, значного зниження рівня шуму і токсичності газів відпрацьованих, підвищення надійності конструкції.

Високі швидкості і корисні навантаження на сучасному автомобільному транспорті, застосування зчленованих автотранспортних засобів, різноманітність дорожніх і кліматичних умов експлуатації пред'являють до автомобільної техніки особливі вимоги в аспекті безпеки руху, надійності транспортних засобів. Намагаючись задовольнити цим вимогам, виробники автомобільної техніки постійно вдосконалюють конструкцію вироблених транспортних засобів.

Дана робота також присвячена цій темі, і зокрема питання вдосконалення підвіски причепа для легкових автомобілів «Сармат-8232». Існуюча пружинна підвіска давно вже себе вижила, про що говорить все більше і більше застосування на причепах для легкових автомобілів резино-джгутової підвіска, що є видозміною торсіонної підвіски. Торсіонна підвіска добре зарекомендувала себе на військових транспортних засобах і найбільш доцільна для застосування на причепах для легкових автомобілів.

Вона може забезпечити не тільки підвищення надійності вузла, але і значне зниження металоємності причепа, а також зниження трудомісткості його виготовлення.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вітчизняна причіпна техніка для легкових автомобілів

Сучасний етап розвитку країни характеризується розвитком приватного підприємництва, відмінною рисою якого є створення і розвиток великих акціонерних товариств, середніх підприємств приватного бізнесу і дрібних індивідуальних підприємств. Значна роль у створенні валового національного продукту належить середньому та малому приватному капіталу. Згідно із промисловими стандартами країни повинна орієнтуватися і на виробництво товарів задовольняють потреби середнього і дрібного бізнесу. Одним з таких напрямків є виробництво причепів для легкових автомобілів, які широко використовуються особливо в малому бізнесі і не тільки для пасажироперевезень, а й для перевезення дрібних партій вантажів. Причепи для легкових автомобілів широко використовуються також для перевезення малогабаритної техніки: катерів, човнів, мотоциклів та інших об'єктів. В цілому застосування причепів для легкових автомобілів істотно підвищує функціональні можливості легкових автомобілів.

В даний час виробництвом причепів до легкових автомобілів зайнято багато підприємств, які випускають причепи різної вантажопідйомності від 200 до 1500 кг. Характеристика причепів до легкових автомобілів приведена в таблиці 1

До переваг причепів вантажопідйомністю до 300 кг слід віднести їх компактність, невелику власну і повну масу, низьку ціну. Зберігання таких причепів навіть в гаражі для автомобіля не викликає великих проблем. При необхідності можна без праці вручну перевернути причіп на бік або встановити вертикально. Для буксирування причепа придатна навіть «ОКА». Невисока ціна забезпечує можливість придбання причепа в будь-який момент, коли виникає необхідність.

Недоліки причепів малої вантажопідйомності - прямий наслідок їх достоїнств: малі вантажопідйомність і обсяг, слабенькі пружинні підвіски, кволі 10-дюймові колеса і ступиці. Конструкції не пристосовані до перевантажень, поганих доріг і високих швидкостей.

До прикладу, модель 8236 виробництва типова для своєї групи. Додаткові переваги надає моделі наявність штатного запасного колеса. Для зберігання дишло

можна відвернути. Відкриваються передній і задній борти дозволяють возити відносно довгі вантажі.

Інша модель - ВМЗ - 8291 майже двійник причепа 8236. Мініатюрні пружини, вузькі і маленькі колеса, мотоциклетна світлотехніка. Відкривається тільки задній борт: брус і дошки вже не опустиш.

Причепи вантажопідйомністю від 300 до 500 кг найбільш затребувані на ринку і тому вони і представлені ширше. Типовими конструктивними особливості цієї групи причепів є місткі, суцільнометалеві, рідше з фанерних підлогою кузова; обов'язкова наявність тенту, невеликі колеса, як правило, винесені за борти вантажної платформи.

Ступиці зазвичай також "жигулівські", з двома конічними підшипниками. Запасне колесо в комплект причепів цієї групи не входить, що створює певні незручності власникам "Волг", "Нив" і "Таврій". Моделі вантажопідйомністю близько 500 кг зазвичай оснащуються гальмами. Зберігання таких причепів в гаражах для автомобілів представляє певні труднощі, тому останнім часом в їх конструкції з'явилося шарнірне дишло, що знижує гостроту проблеми.

У підвісках цих причепів застосовують три типи пружних елементів: пружинні і ресорні пружні елементи сусідять із сучасною, яка прийшла від провідних європейських виробників з резино - джгутової схемою. Її перевага - повністю незалежна підвіска коліс, компактність, зменшення безпружинних мас, можливість відмовитися від амортизаторів. При оснащенні причепа резино- джгутовою підвіскою кузов можна поставити нижче, одночасно опустивши центр ваги, що дуже важливо для керованості автопоїзда. Якщо якість матеріалів підвіски висока, а конструкція прорахована вірно, резино – джгутова підвіска надійна і довговічна. Це доведено вітчизняними виробниками, що застосовують імпорتنі вузли. Правда, причепи з деталями іменитих фірм занадто дорогі. Дехто нарікає на жорсткість резино - джгутових підвісок. На практиці у навантаженого причепа "стрибучість» не більше, ніж у моделей з пружинами або ресорами. Особливо якщо на останніх заради здешевлення конструкції пожертвували амортизаторами.

Сьогодні майже кожен виробник пропонує кілька модифікацій, що розрізняються підвісками, висотою тенту і бортів, іншими елементами. Під загальним індексом ховається ціле сімейство міцних середняків вантажопідйомністю 320-500 кг.

Їх оцинковані кузова в порівнянні зі звичайними фарбованими менше іржавіють, зате коштують дорожче. Покупець може вибрати низький або високий тент; зупинитися на базовому варіанті з єдиним відкидним бортом - заднім - або доплатити 1000 гривень за що відкривається передній; перевагу фарбовану або оцинковану раму. Причіп обійдеться дорожче на 3-5%. Крім версій з резино - джгутовою підвіскою, пропонують більш знайомі нашим автомобілістам - з амортизаторами і ресорами від "Москвича-2140".

У деяких причепів «Трейлер» підлогу кузова виконано з водостійкої 12-міліметрової фанери. Обслуговування маточини зведено до нуля: дворядний передній підшипник від ВАЗ-2108 не вимагає ні мастила, ні регулювання. Дишло складається у модифікацій з резино - джгутової підвіски. "Топ-версії" обладнають німецькими інерційними гальмами "кнотт". Світлотехніка, фаркоп, опорна стійка - цієї ж фірми. На ринку запчастини до таких причепів зустрічаються, хоча і не часто. Добротні, міцні і довговічні "Трейлери"

Пристойні вантажопідйомність і місткість, невисока ціна роблять «Тонар» лідерами у своїй групі. До їх недоліків слід віднести громіздке не складаються дишло і маленькі 10-дюймові колеса.

Оригінальні ліхтарі на ринках, на щастя, зустрічаються. "Тонар-8188" - найдешевша можливість перевозити 450 кг. Однак слід пам'ятати про маленьких маточин, які вимагають обережного поводження

БОМЗ виділяється важливою деталлю - вушками під штатний "жигулівський" або "Нивівський" домкрат. Однак розташування вушка слід передбачити нижче, так як при вивішуванні колеса під домкрат доводиться підкладати дошки або цегла. Причіп оснащений переднім і заднім відкривається бортом і складним дишлом. Ліхтарі закриті скобами, що захищають світлотехніку при неакуратному маневруванні.

Продумана конструкція і невисока ціна - привабливе поєднання в причепі "Сармат-8232". Модель даного типу причіпів - типовий представник своєї групи. Простий фарбований металевий кузов, відкриваються задній і передній борти, інші досить легко знімаються. Із заміною світлотехніки проблем не буде - ліхтарі від УАЗа давно не дефіцит. Простий, з помірною вантажопідйомністю, зате ціна прийнятна.

У дітища електромеханічного заводу "Авангард" непопулярна нині конструкція: незручні колісні ніші вилізли в кузов, зменшивши його корисний об'єм. Підвіска

ресорна з гідравлічними амортизаторами. Дишло не складається. Ліхтарі тролейбусно-автобусні, їх легко знайти на ринках і в магазинах. Чи не занадто ємний, середньої вантажопідйомності, кілька архаїчний причіп купити можна дуже дешево.

КМЗ-8136 високо сидить над дорогою. Крім моделі з пружинною підвіскою, "Курганмашзавод" випускає варіант з ресорами. Маточина у обох модифікацій універсальна: підійде колесо від "Жигулів", "Самар" і задньопривідних "Москвичів". В комплекті - металеві панелі для нарощування бортів. Довгоміри курганців теж по плечу: передня і задня стінки відкидаються, та й дишло подовжується. Кузов може виконувати самоскидувальні функції, без "відстіжки" від тягача. У гаражі КМЗ приживеться: у вертикальному положенні зі складеним дишлом він займає не більше 1 м². Курганець- лідер по універсальності. А просять за нього відносно не дорого.

Поява на ринку безлічі моделей причепів, здатних перевозити більше півтонни, обумовлено не дачно-садовими, а комерційно-торговими потребами. До такого "хвоста" тягач потрібен серйозний, та й управління солідним автопоїздом вимагає навичок. Майже всі важковаговики обладнані інерційними гальмами. Багато моделей з двома осями.

Двовісні причепа сімейства "Трейлер-8298" вантажопідйомністю від 955 до 1010 кг за конструкцією кузова, підвіски і різноманітності модифікацій аналогічні "трейлерам" середньої групи (8294). Значні розміри і вантажопідйомність допоможуть професіоналам окупити дороге придбання.

"Тонар-8310". Старший брат і конструктивний аналог моделі 8188. Причіп двовісний, але колеса 10-дюймові. Всі борту відкидаються. Деякі користувачі, поїздили з цим "Тонар", скаржилися на петлі бортів: важкий вантаж їх поступово розгинає. Для більшості дачників 8310 завеликий, та й в зберіганні незручний (дишло не складається). А для серйозних перевезень швидше підійдуть старші брати на вазівських колесах - 83101 і 83102.

"Тонар-86101" хоч і одновісний, виглядає солідно. Колеса зручні для керованості і навантаження-розвантаження. Відкривається тільки один борт, зате кузов менше "дихає". Версія 86101 м - без гальм. Підійде і приватникам, якщо гараж для автомобіля досить просторий.

1.2 Характеристика причепа для легкових автомобілів виробництва «Сармат»

Загальний вигляд причепа «Сармат-8232» наведено на рисунку 1.1. Одновісний причіп «Сармат-8232» оснащений кузовом і днищем з металу і тентом з тканини «ТЕЗА».

Причіп розрахований на буксирування усіма типами легкових автомобілів, обладнаних тягово-зчіпним пристроєм кульового типу і штепсельною розеткою для підключення вилки електрообладнання причепа. Тент з причепа може бути легко демонтовано. Причіп має передній і задній відкриваються борту. На дишлі змонтовано замковий пристрій і страхувальні троси для з'єднання з буксирним пристроєм автомобіля. Маса обладнання додаткового становить 10 кг. Причіп має винесені за борти колеса.

Дишло - А-подібний важіль, закріплений на передній стороні рами.

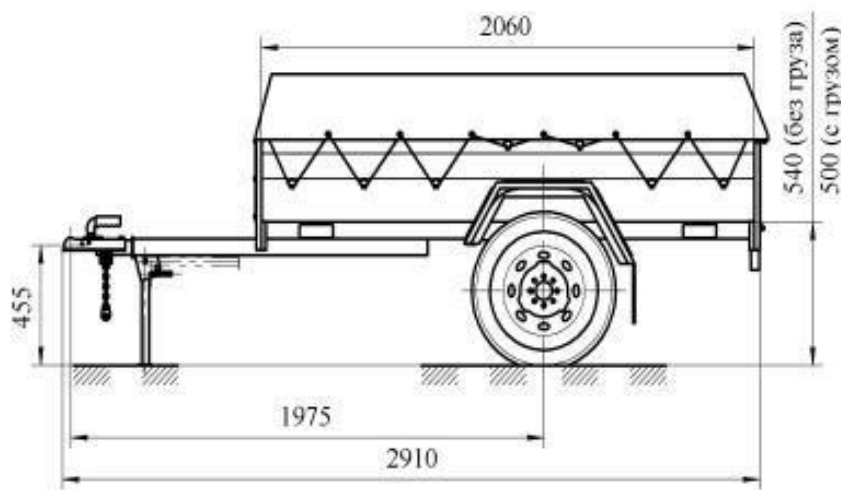


Рисунок 1.1 – Загальний вид причепа «Сармат-8232»

Складна підставка служить для зручності завантаження і розвантаження причепа, дозволяючи утримувати його в горизонтальному положенні. Для полегшення стиковки причепа підставка оснащується невеликим колесом.

Маточини коліс, аналогічні маточини легкового автомобіля. На колеса причепів монтуються камерні шини. Не допускається встановлення на причіпах на одну вісь причепа шин з різним малюнком протектора.

Існують два типи ТЗП:

- скоба-петля з фіксатором;

- безззорний кульовий ТЗП.

Різні моделі ТЗП можуть кріпитися до легкового автомобіля через кронштейни бампера і безпосередньо до елементів кузова і підлозі багажника автомобіля.

Якщо причіп легкового автомобіля ширше тягача і закриває огляд, то на автомобілі з обох сторін встановлюють дзеркала заднього виду. Причіп обов'язково повинен бути укомплектований двома упорами протилежними для установки під колеса.

1.3 Підвіски, застосовувані на причепах для легкових автомобілів

Як уже зазначалося, причепа для легкових автомобілів призначені для перевезення найрізноманітніших вантажів. Збереження вантажу під час перевезення залежить від конструкції підвіски, що згладжує динамічні дії з боку дороги на вантаж і гасить коливання причепа від такого динамічного впливу. Великий вплив підвіски і на автомобіль тягач, так як причіп пов'язаний з автомобілем тягово-зчіпним пристроєм.

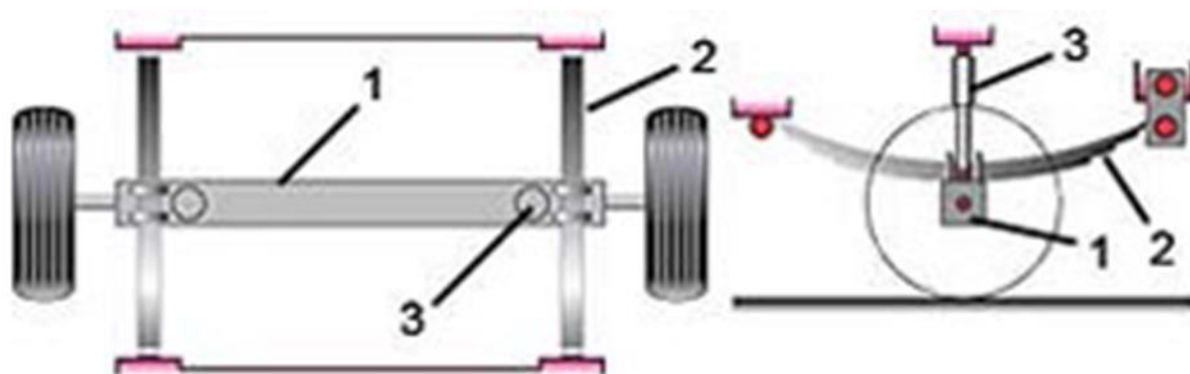
Основна маса причепів для легкових автомобілів оснащена підвісками аналогічними підвісок самих легкових автомобілів. Такий підхід дозволяє при експлуатації використовувати однакові запчастини для ремонту підвіски автомобіля і причепа, а в деяких випадках застосовувати для ремонту підвіски причепа не виробивши ресурсу деталі підвіски автомобіля. Однак конкурентна боротьба за споживача змушує виробників знижувати ціни на свої причепа за рахунок спрощення конструкції окремих вузлів, або підвищувати надійність цих вузлів. Саме тому останнім часом на багатьох причепах з'явилися підвіски, які не застосовуються на автомобілях взагалі і на легкових автомобілях зокрема.

В даний час на одноосьових причепах для легкових автомобілів застосовуються такі види підвісок: ресора залежна, пружинна залежна, важільно-пружинна незалежна, торсіонна незалежна, резино - джгутова незалежна.

Ресорна залежна підвіска з влаштування та обслуговування аналогічна задній підвісці легкових автомобілів ГАЗ і автомобілів класичної компоновки АЗЛК і ІЖ. Схема ресорної залежною підвіски приведена на рисунку 1.2. Підвіска складається з балки і поздовжніх напівеліптичних ресор. Як правило, забезпечується гідравлічними амортизаторами. Ресори в підвісці виконують як функцію пружного елемента, так і

функцію направляючого елемента. Така підвіска відрізняється надійністю, не вимагає частого обслуговування.

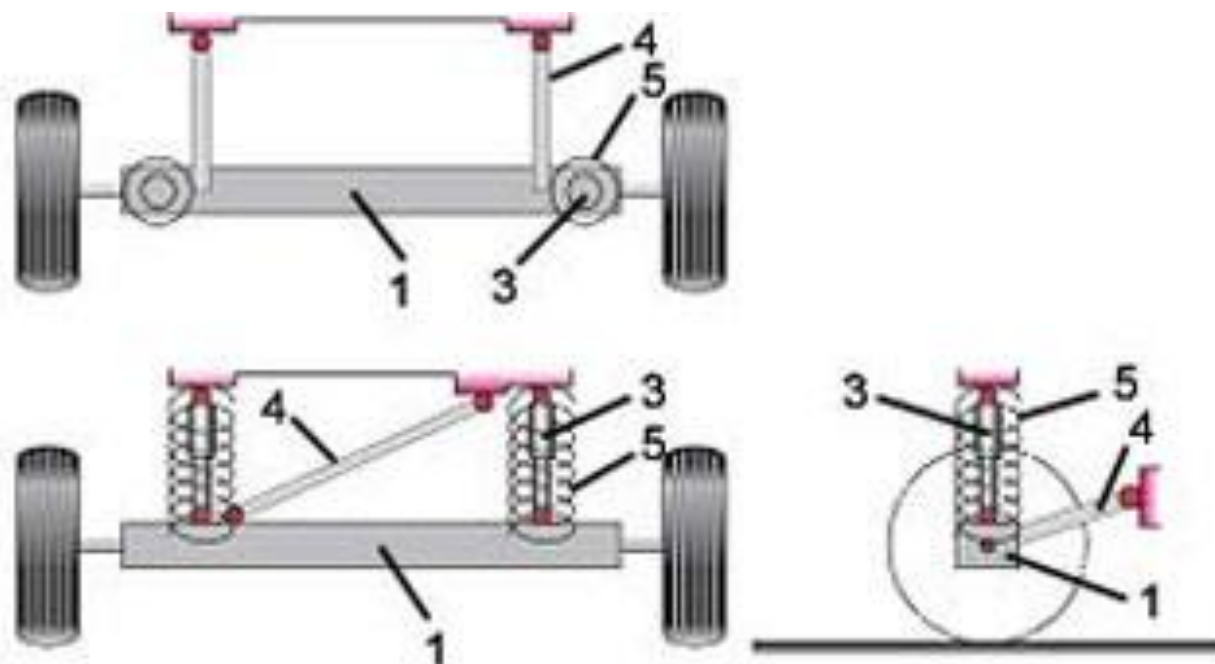
До недоліків ресорної підвіски слід віднести наявність міжлистового тертя, що викликає характерний пищали звук при ходах ресори, передчасний знос листів ресори і нечутливість ресори до дрібних нерівностей дороги, що для причепів з 10 дюймовими колесами особливо актуально.



1 – балка , 2 – ресора , 3 – амортизатор

Рисунок 1.2 – Схема ресорної залежної підвіски

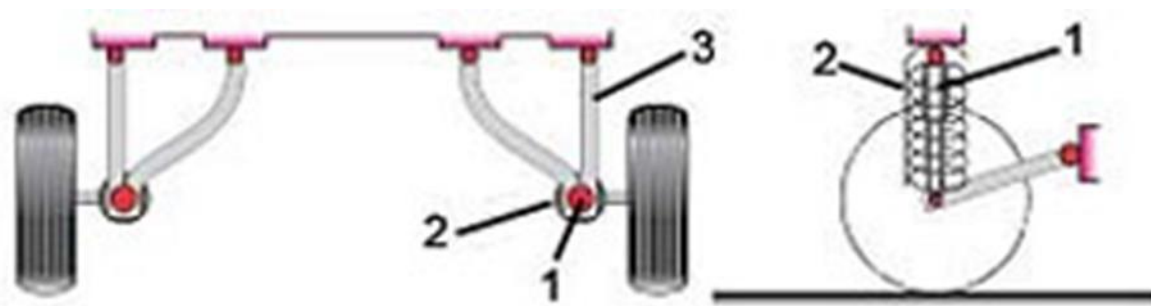
Пружинна залежна підвіска причепів для легкових автомобілів за конструкцією аналогічна підвісці легкових автомобілів ВАЗ класичної компоновки. Схема пружинної підвіски причепа показана на рисунку 1.3.



1- балка, 3 – амортизатор, 4 – реактивні тяги , 5 - пружина

Рисунок 1.3 – Схема пружинної залежної підвіски причепа

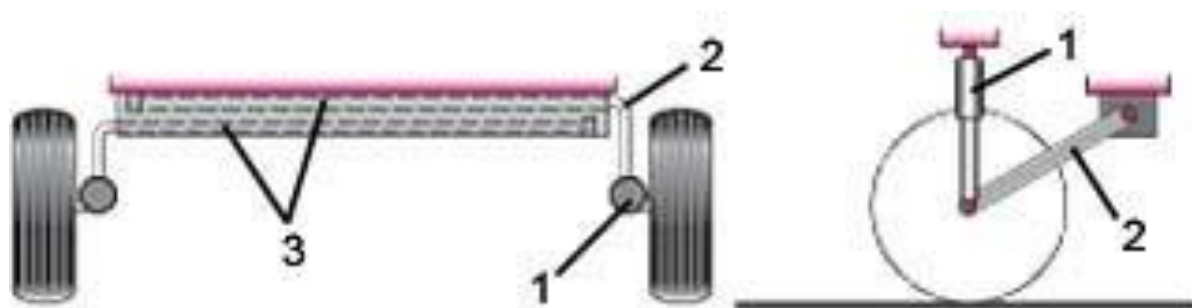
Пружинна залежна підвіска відрізняється від ресорної тим, що в якості пружного елемента в ній виступають пружини, а в якості направляючого елемента - дві (три) поздовжні і одна поперечна реактивні тяги. Пружинна підвіска проста у виготовленні, однак вимагає більшого обслуговування, ніж ресорна через необхідність частої заміни гумових елементів в шарнірах (сайлент блоках) з'єднання тяг з кузовом і з балкою моста. Важелі пружинної незалежної підвіски, схема якої показана на рисунку 1.4, має поздовжні або поперечні важелі, циліндрові пружини і гідравлічні амортизатори.



1 – амортизатор, 2 – пружина, 3 - важіль

Рисунок 1.4 –Схема важільно -пружинної незалежної підвіски причепа

Пружинні пружні елементи підвіски мають великі робочі ходи, ніж ресори і тому забезпечують більш високу плавність ходу. Доцільність їх застосування на легкових автомобілях не викликає сумніву, проте необхідність їх застосування на причепах нехай навіть для легкових автомобілів можна пояснити тільки простотою виготовлення і необхідністю уніфікації з підвіскою автомобіля тягача. Найбільш доцільно на причепах для легкових автомобілів застосування торсіонної підвіски, пружний елемент якої не складніший у виготовленні, ніж пружина. Схема торсіонної незалежної підвіски причепа для легкового автомобіля приведена на рисунку 5.



1- амортизатор, 2 – подовгастий важіль, 3 – торсіони

Рисунок 1.5 – Схема торсіонної підвіски причепа

Торсіонна незалежна підвіска має встановлені поперек кузова пружні металеві елементи, що працюють на кручення (торсіони).

Один кінець торсіона зафіксований на кузові, а до іншого кріпиться маятниковий важіль з маточиною, з'єднаний з кузовом через амортизатор. Забезпечення необхідного робочого ходу підвіски досягається підбором довжини торсіона. Чим більше робітник хід підвіски, тим довше повинні бути торсіони. Однак умовою збереження вантажу, що транспортується на причепі, задовольняють і невеликі ходу підвіски, здатні погасити значні динамічні удари від дороги на вантаж і не відіб'ється серйозно на тягачі. Безперечними перевагами торсіонної підвіски перед розглянутими вище конструкціями є:

- менша величина безпружинних мас, що забезпечує комфортне перевезення вантажів; - менший простір між віссю і рамою причепа; - незначні витрати на технічне обслуговування або повна відсутність таких. Конструктивно така підвіска схожа на передню підвіску автомобіля ЗАЗ-968.

Останнім часом на причепах для легкових автомобілів отримали велике поширення видозміна торсіонної підвіски – резино - джгутова підвіска. Схема резино - джгутової підвіски приведена на рисунку 1.6.



1 – подовгастий важіль, 2 зовнішня труба, 3 –резинові джгути

Рисунок 1.6 – Схема резино – джгутової підвіски причепа

Резино - джгутова підвіска застосовується на причепах, що мають повну масу від 700 до 2500 кг. Як торсіона в таких підвісках використовується резино – металевий пристрій, в якому гумові пружні елементи працюють на стиснення. Воно являє собою дві квадратні або іншого профілю труби, між якими паралельно осях труб розташовані гумові джгути. При взаємному повороті цих труб джгути стискаються, за рахунок чого і відбувається пружна дія підвіски.

До теперішнього часу ця підвіска отримала основне застосування в європейських країнах. Основні елементи цієї підвіски: зовнішня труба, внутрішня труба, три гумові джгути і важіль-балансир. У резино - джгутовій підвісці гумові елементи виконують два завдання: пружинять і направляють колеса. Тому ця підвіска не потребує підшипників і є більш дешевою у виготовленні і в технічному обслуговуванні (не вимагає мастила і догляду).

Однак, така підвіска має і деякі недоліки, в числі яких досить невеликий хід, тобто резино - джгутова підвіска є короткоходова, що і зумовило її поширення в причепах. До недоліків цієї підвіски слід віднести і проблему виготовлення профільованих труб, які можуть бути виготовлені тільки в умовах великих спеціалізованих підприємств. Не випадково, вітчизняні виробники причепів для легкових автомобілів в конструкціях причепів використовують резино – джгутові підвіски, вироблені підприємствами Західної Європи. До переваг резино джгутових підвісок слід віднести:

- високу питому енергоємність, яка потребує застосування амортизаторів;
- високу довговічність, обмежену тільки часом служби гумових джгутів, які протягом дуже тривалого часу не втрачають свої властивості;
- незначні витрати на технічне обслуговування або повна відсутність таких.

1.4 Опис конструкції підвіски причепа для легкових автомобілів

Причіп для легкових автомобілів «Сармат-8232» як і багато його побратимів, оснащений підвіскою, конструкція якої запозичена від сімейства вазівських легкових автомобілів класичної компоновки. Конструктивно вона аналогічна задній підвісці цих автомобілів і відноситься до типу пружинних залежних підвісок. Конструкція підвіски показана на рисунку 1.7.

Пружинним елементом підвіски є дві циліндричні пружини 12, навиті з дроту круглого перетину діаметром 11мм. Матеріал прутка пружин - високовуглецева сталь 60С2А. Більше половини довжини кожного з крайніх витків пружин підігнані до робочих витків, формуючи опорні витки. Опорними витками пружини спираються на опорні чашки, приварені до рами і до балки осі причепа. У кожній опорній чашці виконано кільце висотою рівній висоті опорного витка пружини і діаметром трохи меншим її внутрішнього діаметру. Це кільце служить для центрування кожної

пружини в чашці і забезпечує центральне сприйняття кожної пружиною динамічних дій від дороги.

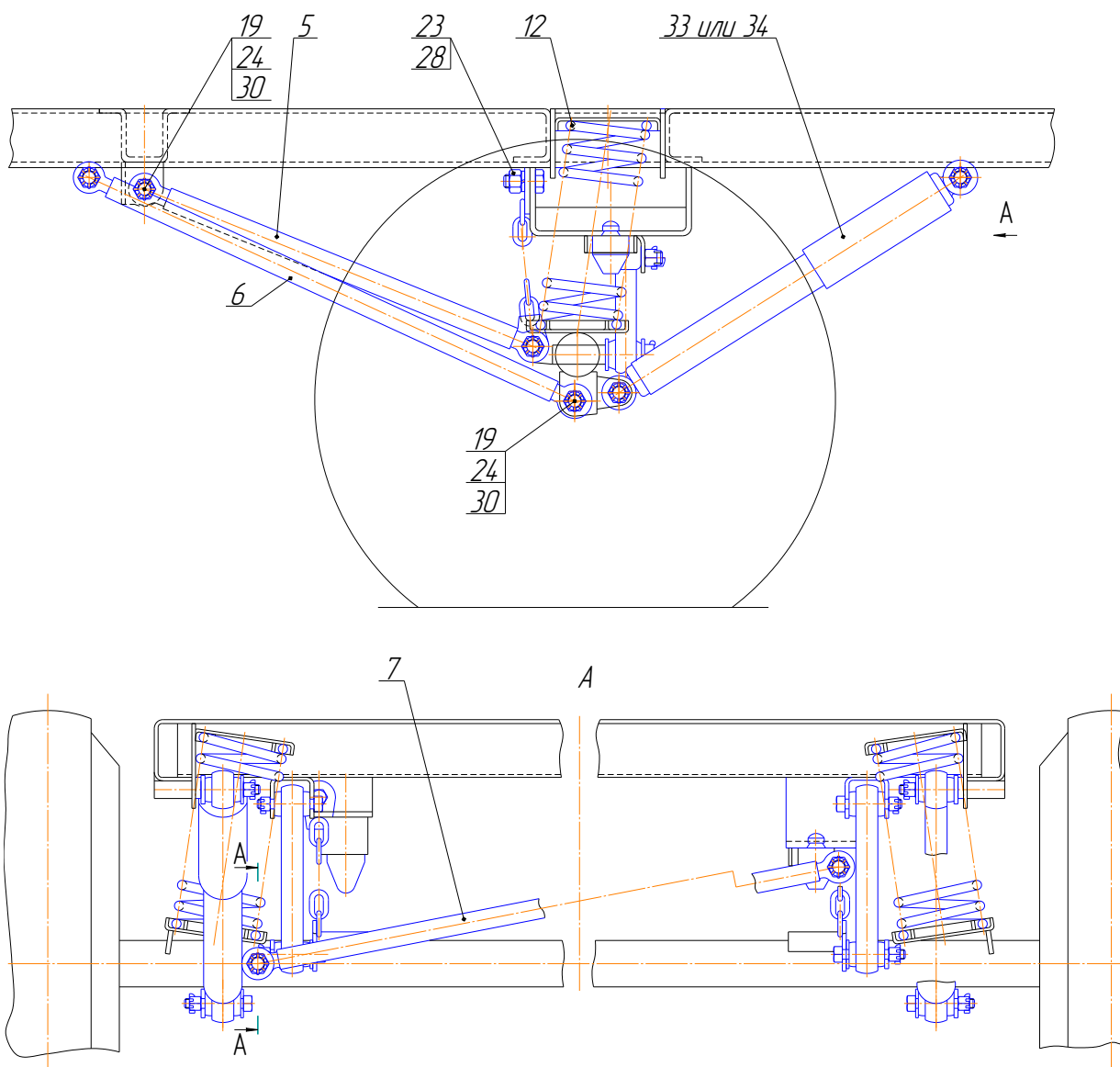


Рисунок 1.7 – Підвіска причепа «Сармат – 8232»

У вертикальному напрямку пружини утримуються між чашками рами і балки осі тільки силовим замиканням. Для запобігання вилітання пружин зі свого місця між чашками при ході відбою підвіски, величина ходу відбою обмежується ланцюжками 4, що зв'язують раму причепа і балку осі. Довжина ланцюжків підібрана таким чином, щоб при натягнутих ланцюжках, пружини підвіски були деформовані і створювали зусилля натягу ланцюжків близько 10 кг. Пружина проста у виготовленні, тому її виробництво налагоджено на підприємстві виробнику причепів ВАТ «ПО Сармат».

Динамічний хід пружин підвіски обмежується гумовим буфером 13, службовцем в якості верхнього обмежувача ходу. Гумовий буфер має спеціальну форму, що забезпечує йому прогресивну пружну характеристику. У міру збільшення деформації

буфера при ударах в нього балки осі причепа, сила його пружний опір зростає не по лінійному закону, як у циліндричних пружин, а за законом геометричної прогресії. Результатом спільної роботи пружин і гумових буферів спеціальної форми є нелінійна пружна характеристика підвіски причепа в цілому, що забезпечує збільшення жорсткості підвіски в зоні її динамічних ходів.

Напрямним елементом залежної пружинної підвіски, що забезпечує передачу зусиль в двох взаємно перпендикулярних напрямках, поздовжньому і поперечному, є реактивні тяги. У підвісці причепа «Сармат 8232» таких тяг чотири: три - поздовжні 5, 6 і одна поперечна 7. Поздовжні тяги призначені для передачі поздовжніх тягових і гальмівних зусиль, створюваних автомобілем-тягачем, від рами на балку осі причепа, поперечна - для передачі бічних зусиль .

По кінцях до кожної тязі приварені наконечники з механічно обробленими отворами. Отвори мають конічну форму і з'єднуються з відповідними пальцями на рамі або на балці осі за допомогою гумових втулок. Такий шарнір прийнято називати сайлент-блоком, призначення якого полягає в гасінні динамічних ударів переданих тягою на кузов причепа. Гумові втулки такого шарніра під впливом навколишнього середовища з часом руйнуються і вимагають заміни. В цьому і полягає один із суттєвих недоліків пружинної незалежної підвіски в порівнянні з іншими типами підвісок. Типова конструкція сайлент-блоку причепа показана на рисунку 8.

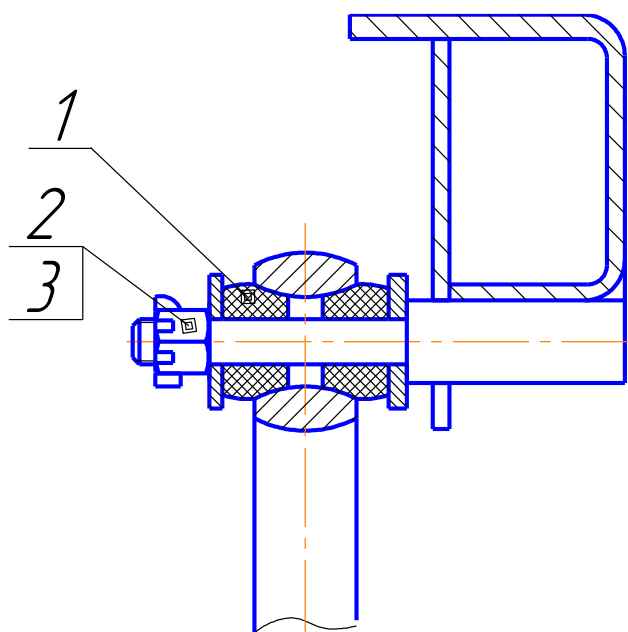


Рисунок 1.8 – Конструкція сайлент-блоку причепа «Сармат-8232»

Характерною особливістю з'єднання поздовжніх тяг з рамою і балкою осі причепа є те, що дві з них 5 кріпляться до балки осі зверху і одна 6 знизу. Розташування

шарнірів тяг підібрано таким чином, щоб при з'єднанні їх осей прямими лініями утворилася трапеція. Таке кріплення реактивних тяг необхідно для того, щоб при ходах балки осі вгору або вниз, вона поверталася навколо своєї осі на такий кут, при якому пружини зберігали б положення, що забезпечує центральну передачу вертикальних зусиль від дороги на раму причепа. В цьому і полягає спрямовуюча функція реактивних тяг.

Пружини розглянутої підвіски, будучи пружними елементами, що згладжують динамічний вплив нерівностей дороги на кузов причепа, а в кінцевому підсумку і на вантаж, в той же час є джерелами коливань кузова під дією їх сил пружності. Для гасіння коливань кузова, викликаного силами пружності пружин, як і в будь-якій пружинній підвісці, в даній підвісці причепа використовуються пристрої, що гасять коливання. Такими є гідравлічні амортизатори 33.

У підвісці причепа «Сармат-8232» використовуються амортизатори автомобілів ВАЗ. Це амортизатори телескопічного типу двостороннього дії. Гасить коливання дію амортизаторів засноване на використанні гідравлічного опору, що виникає при перетіканні рідини з одного обсягу в інший, через отвори, що перекриваються клапанами.

Амортизатори, також як і реактивні тяги, кріпляться до кузова і до балки осі причепа за допомогою сайлент-блоків, які вимагають періодичного огляду і заміни. Крім цього періодичного огляду і заміни вимагають і самі амортизатори. В результаті зносу або старіння гумові ущільнення амортизаторів зношуються, що призводить до витікання амортизаторної рідини. У цьому випадку амортизатор перестає працювати як належить і коливання кузова причепа збільшуються, що позначається на збереженні вантажу, що перевозиться, а також відбивається на самому причепі і автомобілі-тягачі. При виході з ладу амортизатора його слід замінити або відремонтувати.

1.5 Пропозиції щодо зміни конструкції підвіски причепа «Сармат-8232»

Пружинна залежна підвіска причепів «Сармат-8232» відрізняється простотою і досить високою надійністю. Однак наявність таких елементів як сайлент-блоки змушує власників причепів стежити за їх станом і періодично робити заміну гумових елементів цих вузлів. Іншим суттєвим недоліком пружинної підвіски причепа є відносно висока вантажна висота.

Подальше зменшення висоти причепа, що необхідно для зниження його центра ваги і забезпечення високої стійкості причепа під час руху по дорозі з високими швидкостями, практично неможливо. В існуючій конструкції підвіски пружини вже входять в раму і зменшення висоти причепа без зміни висоти пружини неможливо. Таку можливість цілком може забезпечити торсіонна підвіска причепа.

Торсіонні підвіски широко використовувалися і використовуються на транспортних засобах, до плавності ходу яких, не пред'являється серйозних вимог. Вона використовується на військовій техніці (танки, артилерійські знаряддя) і може повністю задовольнити причіпну техніку. В недалекому минулому торсіонні підвіски застосовувалися і на легкових автомобілях: Фольксваген «Жук», деякі моделі «Рено», «Пежо» і «Сітроен». Серед вітчизняних автомобілів торсіонної підвіскою оснащувалися передні колеса автомобіля ЗАЗ-968.

Основною перевагою торсіонної підвіски є їх компактність. Для легкових передньопривідних автомобілів це властивість особливо цінно, так як торсіони не заважають підводити крутний момент до передніх приводним колесам. Для причепів легкових автомобілів це властивість так само цінне, тому що дозволяє знизити їх центр тяжіння і зробити причепа більш стійкими на дорозі.

Торсіонні підвіски відрізняються і більш високою надійністю. Як показує досвід експлуатації військової та цивільної техніки, торсіони ламаються рідше традиційних пружин і ресор, навіть якщо транспортний засіб працює з перевантаженням. Правда, на подібні знуцання стрижні реагують втратою пружності, в результаті чого кузов починає просто просідати, а сама підвіска стає відчутно жорсткою. Для продовження терміну служби торсіона, що просів автомобілі з торсіонною підвіскою оснащуються механізмом регулювання кута закручування торсіона.

У торсіонних підвісках застосовуються різні види тріснун: суцільні круглого, квадратного або шестигранного перетину, а також складальні, що складаються з декількох елементів прямокутного або круглого перетинів. Складальні торсіони відрізняються більшою надійністю ніж, торсіони суцільного перетину, і, крім того, вони забезпечують більш низьку жорсткість, ніж суцільні. Жорсткість набірного торсіона приблизно на 20% нижче жорсткості суцільного. Додатковою перевагою набраних тріснун перед суцільними є їх значно менша довжина.

На користь застосування торсійної підвіски на причепах для легкових автомобілів, говорить і той факт, що останнім часом на причепах набуло широкого поширення видозміна торсійної підвіски – резино - джгутова підвіска. Ця підвіска рекламується виробниками взагалі як вічна. Однак вітчизняні виробники резино - джгутової підвіски поки не готові самостійно розробити і навіть виготовити таку підвіску. Застосовувані на причепах для легкових автомобілів резино - джгутової підвіски, як правило, імпортного виробництва і тому причепа, оснащені ними не по кишені більшості вітчизняних споживачів. Найбільш реальний шлях для вітчизняних виробників, що прагнуть підвищити надійність і якість своїх причепів - це торсійна підвіска зі складальним торсіоном.

Оснащення причепа «Сармат-8232» торсійною підвіскою дозволить знизити вантажну висоту причепа, знизити розташування центру тяжіння причепа і поліпшити його стійкість на дорозі під час руху з високою швидкістю, знизити металоємність причепа і зробити його більш надійним.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розроблена конструкція торсіонної підвіски причепа «Сармат-8532» відрізняється простотою конструкції і може бути виготовлена в умовах підприємства ВАТ «ПО Сармат». Найбільш трудомістким вузлом підвіски є подовжній важіль, який представляє собою Г-подібну зварену конструкцію з двох труб, цапфи осі поздовжнього важеля і приєднувальних пластини. Всі перераховані елементи поздовжнього важеля, крім цапфи, можуть бути виготовлені широко використовуваними на підприємстві технологічними прийомами. Найбільший інтерес, з точки зору виготовлення, являє собою цапфа поздовжнього важеля, технологічний процес виготовлення якої і буде розроблений в проекті.

2.1 Характеристика деталі «Цапфа важеля»

Деталь «Цапфа важеля» є складовим елементом поздовжнього важеля торсіонної підвіски причепа для легкових автомобілів «Сармат-8232». Вона призначена для переходу від основної труби поздовжнього важеля до шарніру кріплення поздовжнього важеля на рамі причепа. Конструкція і основні робочі поверхні деталі наведені на рисунку 2.1.

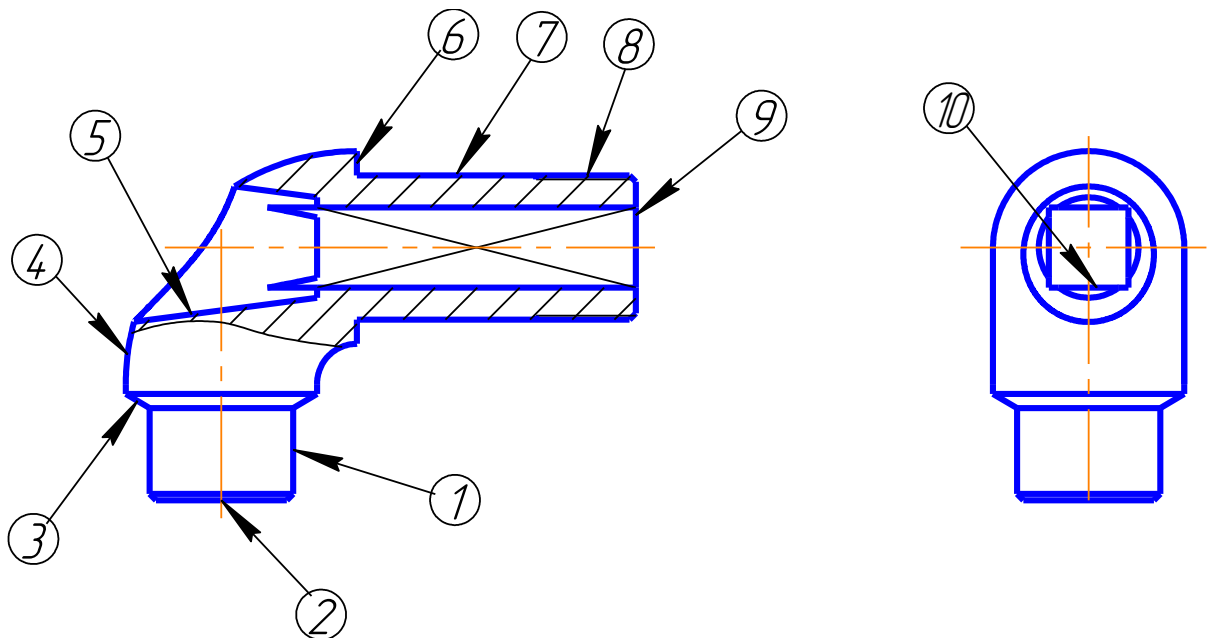


Рисунок 2.1 – Конструкція и основні робочі поверхні деталі «Цапфа важеля»

Поверхня 1 - зовнішня циліндрична поверхня настановної шийки, призначена для центрування деталі в основній трубі поздовжнього важеля. Діаметр поверхні 36 мм

з допуском по 14 квалітету точності, шорсткість не нижче Ra12,5 мкм Може бути оброблена простим гострінням. Ось поверхні повинна бути перпендикулярна осі поверхні 5 в межах невказаних допусків на відхилення взаємного розташування поверхонь.

Поверхня 2 - плоска поверхня торця настановної шийки. Чи не сполучається з тими чи поверхнями в вузлі, але може використовуватися як установча база при обробці поверхні 1. Обробляється подрізкою на токарному або фрезерно-центрувальному верстаті з виконанням центрувальними отвори в настановної шийці. Шорсткість не нижче Ra12,5 мкм.

Поверхня 3 - поверхня конічної фаски, необхідної для накладення зварного шва, при зварюванні до труби поздовжнього важеля. Особливих вимог до точності виконання кута конуса, до форми і чистоті поверхні немає. Може оброблятися гострінням на токарному верстаті. Поверхня 4 - зовнішня, що не піддається механічній обробці, поверхня тора перехідної частини деталі. Чи не сполучається ні з однією поверхнею в вузлі. Утворюється в заготівлі при формоутворенні заготовки деталі.

Поверхня 5 - внутрішня, що не піддається механічній обробці, конічна поверхня, необхідна для скорочення довжини механічно оброблюваної поверхонь 10. Утворюється в заготівлі при формоутворенні заготовки деталі. Поверхня 6 - плоска поверхня торця шийки осі поздовжнього важеля. У вузлі сполучається з поверхнею наполегливої шайби і здійснює обертання відносно поверхні наполегливої шайби. Поверхня повинна бути строго перпендикулярна осі поверхні 7, мати мінімальне торцеве биття. Вимоги до чистоти поверхні високі, не нижче Ra3,2 мкм. Поверхня може оброблятися або тонким точінням, або шліфуванням.

Поверхня 8 - зовнішня різьбова поверхня для прорізний гайки М36. За точністю повинна відповідати полю допуску 7g і по шорсткості не нижче Ra3,2 мкм. Може оброблятися нарізуванням на токарному верстаті не менше ніж за два проходи. Поверхня 9 - плоска торцева поверхня шийки осі важеля. Чи не сполучається ні з однією з поверхонь в вузлі і тому суттєвих вимог до точності, чистоті і розташуванню поверхні немає. Однак може використовуватися як установча база при обробці поверхонь 6.7 і 8. Чи може оброблятися подрізкою на токарному або Фрезерно-центрувальному верстаті з виконанням центрувальними фаски в отворі шийки осі.

Поверхні 10 - плоскі поверхні отвору квадратного перетину в шийці осі важеля. Призначені для утворення отвору круглої форми, що служить для розміщення вільного кінця набірного торсіона. Точність розташування паралельних поверхонь відповідає 11 квалітету точності, відповідно шорсткість поверхонь повинна бути не нижче Ra6,3 мкм. Поверхні повинні оброблятися протяжкою на протяжні верстати.

Аналіз основних поверхонь деталі показує що, деталь може бути оброблена на обладнанні, що є в наявності на підприємстві ВАТ «ПО Сармат». Єдиною проблемою для підприємства може виявитися виробництво заготовок деталі. Як заготовки деталі повинна використовуватися вилівок, так як основні формотворчі поверхні деталі, складно отримати іншими способами, наприклад куванням або гарячим штампуванням.

На користь вилівки говорить і той факт, що деталь не має поверхонь з високою твердістю, що вимагають застосування високовуглецевих якісних сталей. Виготовлення заготовки з ливарної сталі 35Л дозволить отримати поверхні необхідної якості і забезпечити зварене з'єднання деталі з основною трубою поздовжнього важеля. Конструкція заготовки деталі "Цапфа важеля» приведена на рисунку 2.2.

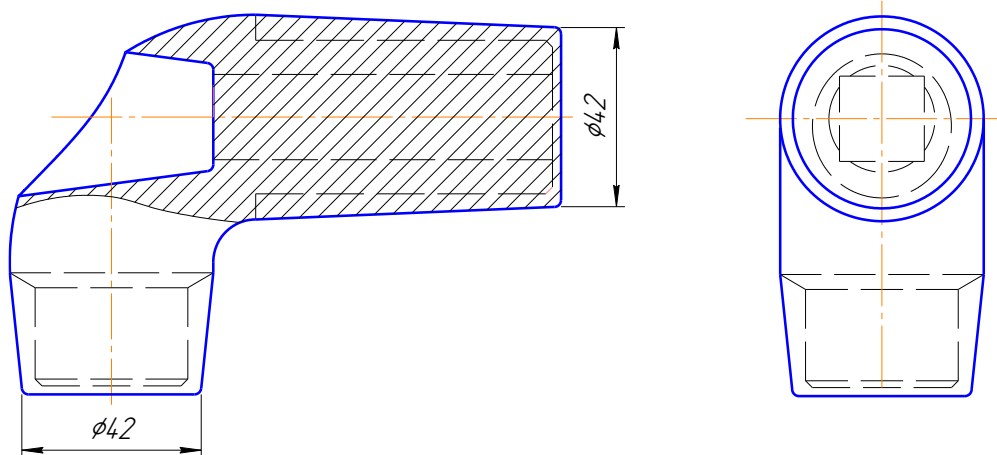


Рисунок 2.2 – Конструкція заготовки деталі «Цапфа важелі»

2.2 Опис технологічного процесу виготовлення деталі «Цапфа важеля»

Механічна обробка заготовки деталі "Цапфа важеля» починається з операцій отримання настановних баз заготівлі. Установочними базами заготовки для обробки поверхонь 1, 3, 6 і 7 будуть торцеві поверхні 2 і 3, а також центрові отвори, виконані в заготівлі. Для виконання операцій підготовки настановних баз використовуємо фрезерно-центрувальний верстат МР-71М і спеціальне пристосування тискового типу. Як ріжучий інструмент застосовуємо фрезу торцеву діаметром 45 мм з вставними

пластинами Т5К10. Операційний ескіз фрезерно-центрувальної операції наведено на рисунку 2.3.

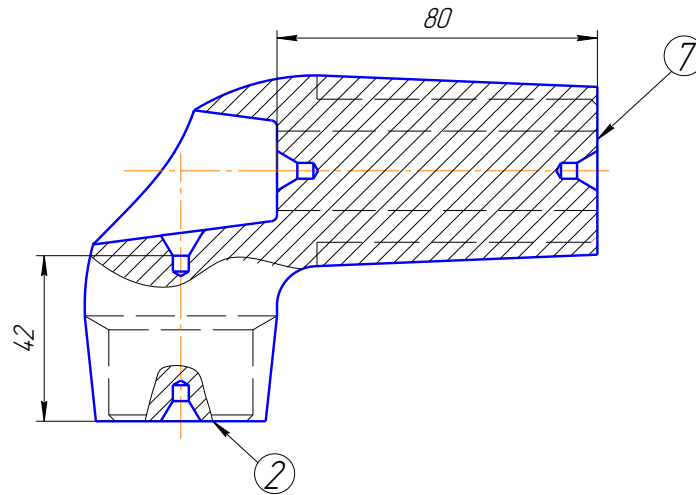


Рисунок 2.3 – Операційний ескіз фрезерно-центрувальної операції

Остаточну обробку робочих поверхонь 1 і 3, а також попередню поверхонь 4 і 6 виконуємо на токарно-гвинторізній верстаті 16К20 при установці заготовки в центрах з повідцем. Як інструмент використовуємо різці прохідний і підрізної з твердосплавними пластинами Т5К10. Операційний ескіз токарної операції наведено на рисунку 2.4.

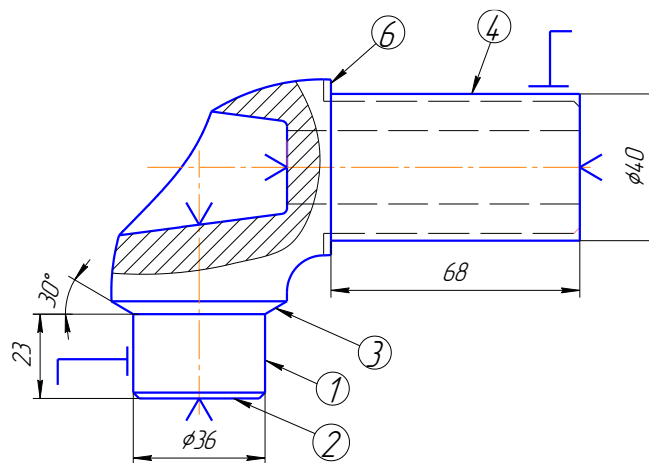


Рисунок 2.4 – Операційний ескіз токарної операції

Попередньо оброблені поверхні 4 і 6 послужать установочними базами для обробки поверхонь 10 отвори квадратного перетину. Але для обробки цих поверхонь слід попередньо виконати внутрішню циліндричну поверхню отвори діаметром 20 мм в цапфі осі важеля з одночасним виконанням центрових фасок у вхідну частину цього отвору. Фаски послужать установочними базами для остаточної обробки поверхонь 4 і 6. Операцію будемо виконувати на радіально-свердлильному верстаті 2Н135 при закріпленні заготовки в спеціальному пристосуванні, свердлом діаметром 20 мм і

конічної зенковкою з кутом 90° для виконання centruючих фасок. Операційний ескіз свердлильної операції наведено на рисунку 2.5.

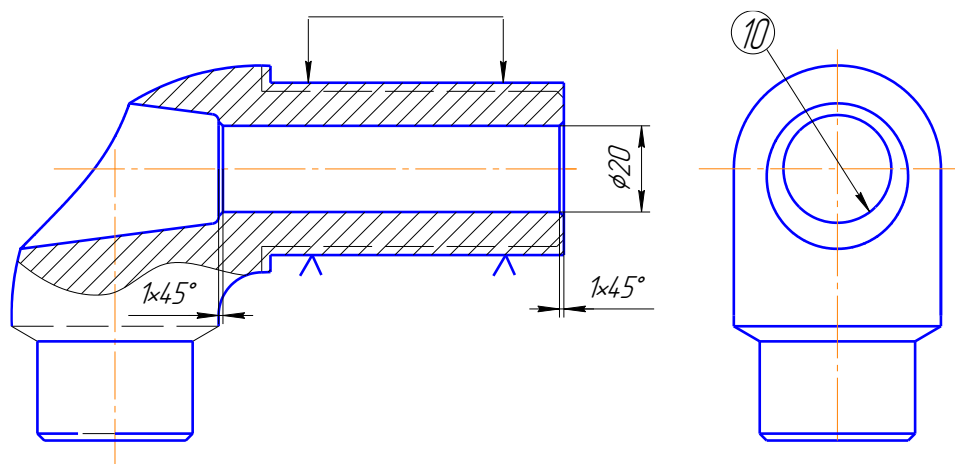


Рисунок 2.5 – Операційний ескіз свердлильної операції

Внутрішня циліндрична поверхня отвору діаметром 20мм послужить заготівлею для обробки поверхонь квадратного отвору з розміром сторони 20 мм. Обробку квадратного отвору виконуємо на вертикальному протяжливому напівавтоматі для внутрішнього протягування 7Б64. Настановної базою для виконання операції послужать попередньо оброблені поверхні 4 і 6. Операційний ескіз протяжної операції представлений на рисунку 2.6.

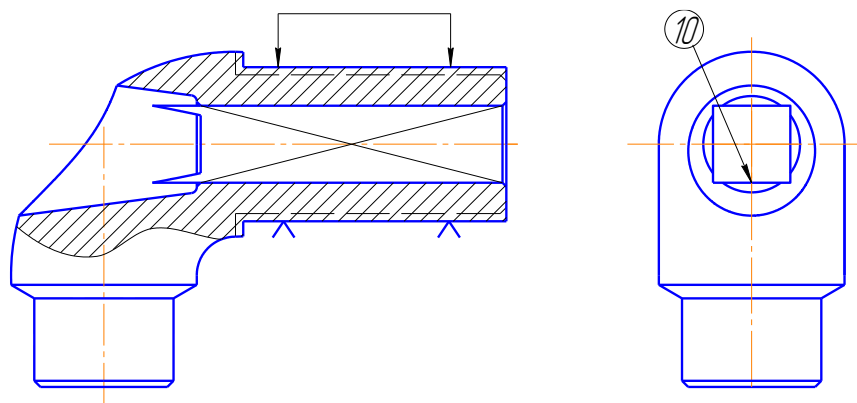


Рисунок 2.6 – Операційний ескіз протяжної операції

Після виконання плоских поверхонь отвору квадратного перетину необхідно виконати остаточну обробку поверхонь 4,5 і 6. Операцію по їх обробці будемо виконувати на токарно-гвинторізній верстаті 16К20 при установці заготовки в центрах з повідцем. Як інструмент використовуємо різці прохідний і відрізний з твердосплавними пластинами Т5К10. Операційний ескіз токарної операції остаточної обробки поверхонь 4,5 і 6 наведено на рисунку 2.7.

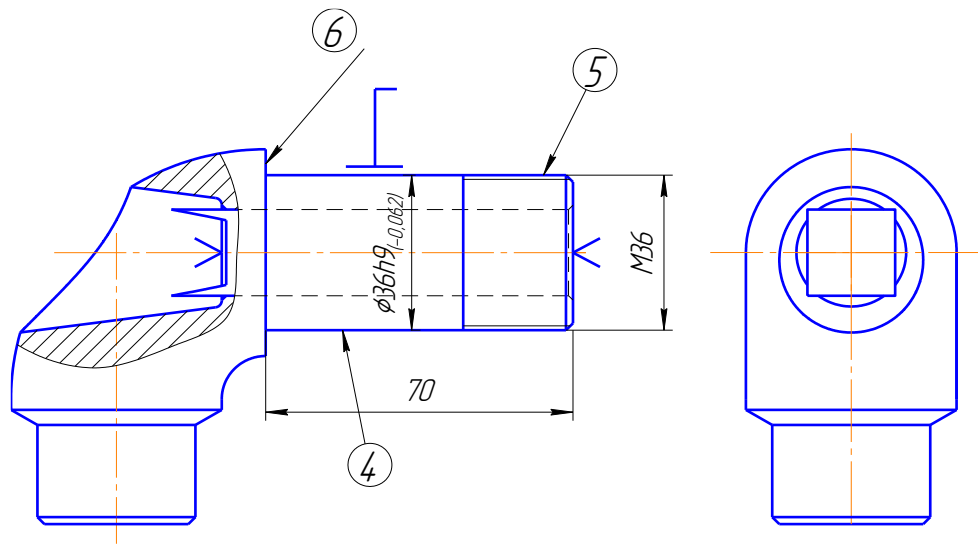


Рисунок 2.7 – Операційний ескіз токарної операції кінцевої обробки поверхонь 4,5 і 6.

Наведений маршрут механічної обробки основних робочих поверхонь деталі «Цапфа важеля» забезпечить необхідну якість деталі. Маршрутна карта технологічного процесу механічної обробки деталі наведена на рисунку 22.

2.3 Складання торсіонної підвіски причепа «Сармат-8232»

Збірка торсіонної підвіски причепа для легкових автомобілів «Сармат-8232» не вимагає застосування спеціального устаткування, так як всі вузли підвіски мають невелику вагу і збираються з використанням звичайного шуруповертного інструменту. При програмою випуску легкових причепів відповідною програмою доцільна організація постової збірки. У цьому випадку на складальному ділянці організуються кілька складальних постів, на кожному з яких здійснюється складання причепа повністю. Збірка торсіонної підвіски в загальній збірці причепа становитиме лише одну, але істотну частину, від якості виконання якої залежатиме надійність підвіск. Збірка причепа, як в іншому і підвіски, повинна здійснюватися із заздалегідь скомплектованих вузлів, підсистем і деталей, які повинні бути подані на складальні пости в необхідній кількості. Загальна збірка причепа повинна починатися з установки елементів підвіски на раму. Найбільш часто збірка підвіски виробляється, коли рама причепа знаходиться в перевернутому положенні.

Такий стан рами дозволяє забезпечити доступ на всі точки збірки. Однак умовою виконання збірки в такому положенні є необхідність у відповідних підйомно-транспортних механізмах, що дозволяють виробляти кантування як самої рами перед складанням, так і зібраного шасі причепа для продовження загальної збірки причепа.

Таким чином для збірки торсіонної підвіски причепа необхідні складальні пости, оснащені підйомно-транспортними пристроями для кантування шасі причепа, і комплект вузлів, підсистемами і деталей поданих на складальний пост.

У комплект для складання однієї торсіонної підвіски входять:

рама причепа - 1 штука

колесо причепа - 2 штуки;

складальний підвузол I (Цапфа колеса в зборі з підшипниками і маточиною) - 2 штуки;

подовжній важіль підвіски лівий - 1 штука;

подовжній важіль підвіски правий - 1 штука

комплект пластин набірною торсіона - 2штуки

амортизатор - 2 штуки

буфер обмеження динамічного ходу - 2штуки

подушка осі важеля - 4 штуки

тонкостінна втулка - 2 штуки

наполегливі шайби - 4 штуки

гайка розрізна - 2 штуки

планка притискна - 4 штуки

Кріпильні деталі підвіски подаються на складання з запасом кожне найменування в окремій тарі.

Процес складання підвіски починається з установки поздовжніх важелів підвіски на раму. Для цього необхідно провести збірку шарнірного вузла поздовжнього важеля. Конструкція шарнірного вузла показана на рисунку 2.8.

Попередньо на циліндричну поверхню цапфи важеля встановлюються тонкостінна втулка 1 і наполеглива шайба 3, а в обойму кронштейна рами подушки важеля 2. вісь цапфи вводиться в обойму кронштейна рами, з встановленими подушками, закривається з протилежного боку другої наполегливою шайбою і затискається розрізний гайкою 4. розрізна гайка 4 затягується спеціальним ключем до упору, після чого стопориться шляхом загортання в отвір для гвинта гайки гвинта 5. Гвинт 5 повинен гальмуватися методом постановки на фарбу.

Таким же чином здійснюється складання шарнірного вузла правого поздовжнього важеля з рамою.

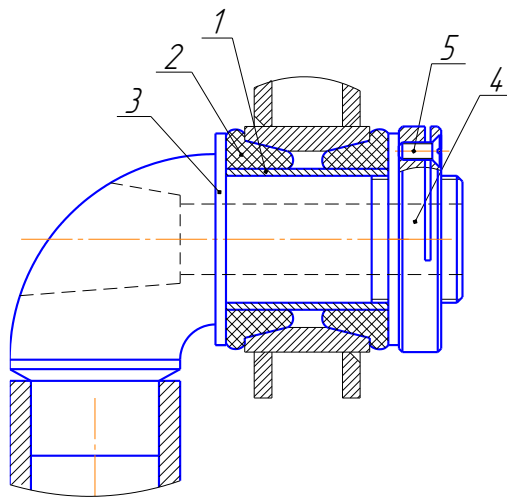


Рисунок 2.8 – Конструкція шарнірного вузла з'єднання подовгастого важеля підвіски з рамою причепа

Після складання шарнірів поздовжніх важелів з рамою проводиться установка і закріплення на рамі набраних тріснуб. Пакет пластин набірного торсіона вводиться в квадратний отвір цапфи поздовжнього важеля на стільки, щоб протилежний кінець пакету виявився «урівень» з краєм кронштейну кріплення торсіона на рамі. Орієнтувати набірний торсіон слід таким чином, щоб пластини розташовувалися в пакеті горизонтально. Після установки тріснуб необхідно провести їх кріплення на рамі за допомогою болтів і гайок М8 і притискних планок. Стопоріння різьбових з'єднань вузла кріплення торсіона здійснюється за допомогою контргайок.

Вузол кріплення торсіона на кронштейні рами показаний на рисунку 2.9.

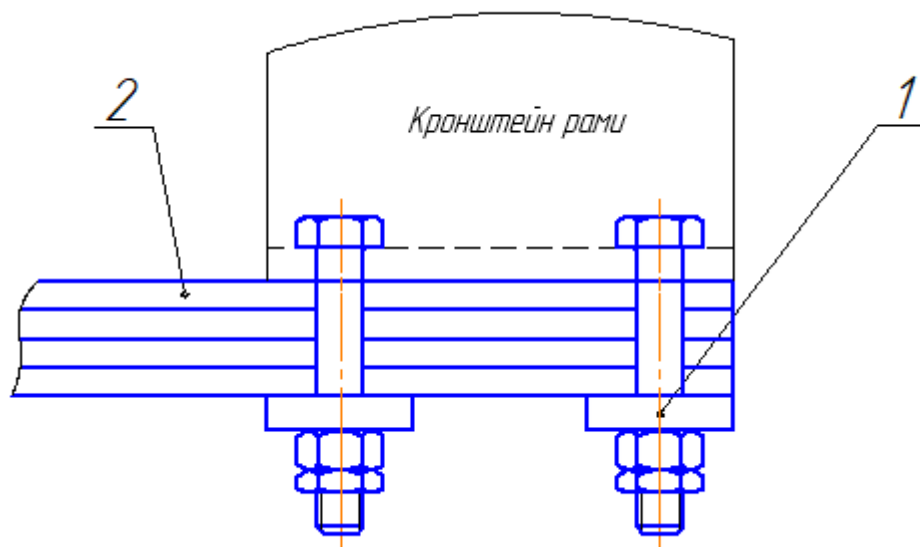


Рисунок 2.9 – Вузол кріплення торсіона до рами причепа

До закріплених на рамі і пов'язаних з торсіонами поздовжнім важелем підвіски кріплять підвузол І, який представляє збірку підшипникового вузла колеса причепа

(цапфа колеса, підшипники маточини колеса і маточина колеса). Підвузол І центрується на приєднувальних пластині поздовжнього важеля шляхом установки бортика цапфи колеса в центруючий отвір приєднувальних пластини і закріплюється на ній за допомогою болтів і гайок М10. Стопоріння нарізного сполучення здійснюється за допомогою граверної шайби. На встановлену з Підвузла І маточину колеса закріплюються колеса причепа.

Установка амортизаторів і буфера обмеження динамічного ходу підвіски у варіанті з торсіонної підвіскою не мають істотних відмінностей від їх установки в пружинної підвісці причепа.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вихідні дані для розробки торсіонної підвіски

Вихідні дані для проектувального розрахунку торсіонної підвіски можуть бути отримані з технічної характеристики причепа «Сармат-8232». До вихідних даних для проектувального розрахунку відносяться:

- навантаження на вісь навантаженого причепа - $2R^{cp}$;;
- навантаження на вісь спорядженого причепа - $2R^{cn}$;
- жорсткість пружинної підвіски причепа - c_n^{np} ;
- максимальний вертикальний хід колеса причепа - $f_{k \max}$
- вертикальний хід колеса при завантаженні причепа максимальним вантажем (деформація підвіски від вантажу) - f_{k0} .

З технічної характеристики причепа встановлюємо, що навантаження на вісь навантаженого причепа становить $2R^{cp} = 460 \text{ кг} = 4512,6 \text{ Н}$, навантаження на кулю тягово-зчіпного пристрою $R_{cu} = 40 \text{ кг} = 392,4 \text{ Н}$.

Використовуючи ці дані, а також знаючи повний M^{cp} і споряджена вага M^{cn} причепа, вага вантажу M можна встановити навантаження на вісь спорядженого причепа.

$$M^{cp} = 460 \text{ кг} = 4512,6 \text{ Н}; M^{cn} = 170 \text{ кг} = 1667,7 \text{ Н}; M = 330 \text{ кг} = 3237,3 \text{ Н}$$

Схема навантаження причепа з розмірами точок докладання зусиль наведена на рисунку 3.1.

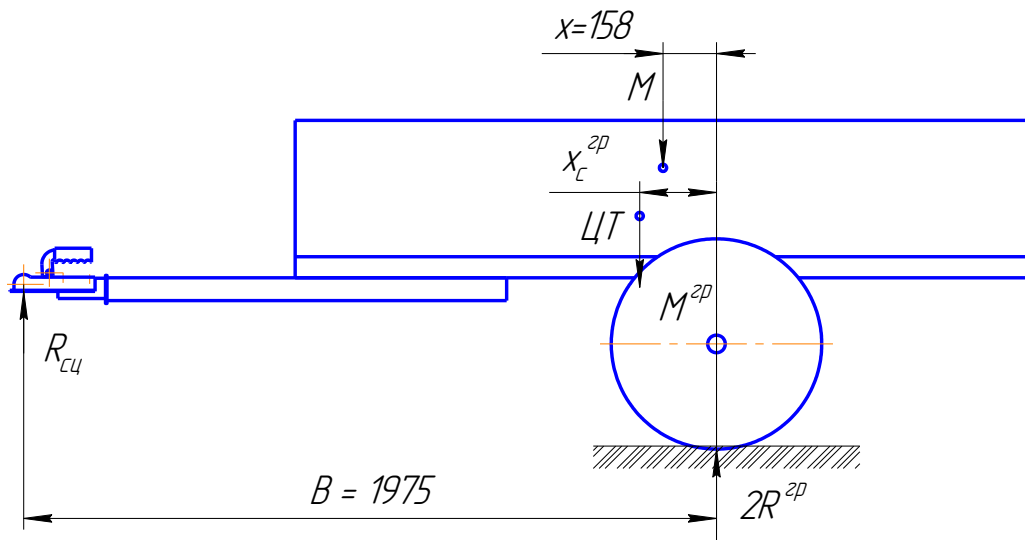


Рисунок 3.1 - Схема навантаження навантаженого причепа

Використовуючи рисунок 3.1, складемо рівняння для визначення координати центру ваги навантаженого причепа

$$\Sigma m_{(ЦТ)} = 0; 2R^{zp} \times x_c^{zp} = R_{цу} \times (B - x_c^{zp}). \quad (3.1)$$

Звідси визначаємо координату центру тяжіння

$$x_c^{zp} = \frac{R_{цу} \times B}{2R^{zp} + R_{цу}} \quad (3.2)$$

$$x_c^{zp} = \frac{392,4 \times 1,975}{4512,6 + 392,4} = 0,158 \text{ м}$$

У відповідності зі схемою отримана координата центра ваги навантаженого причепа збігається з координатою центра ваги вантажу, яка лежить на осі симетрії кузова причепа. Це може означати тільки те, що центр ваги спорядженого причепа також має координату

$$x_c^{CH} = 158 \text{ мм} = 0,158 \text{ м}. \quad (3.3)$$

Використовуючи отриману координату центру тяжіння спорядженого причепа і схему навантаження спорядженого причепа наведену на рисунку 3.2, визначаємо навантаження на вісь причепа в спорядженому стані.

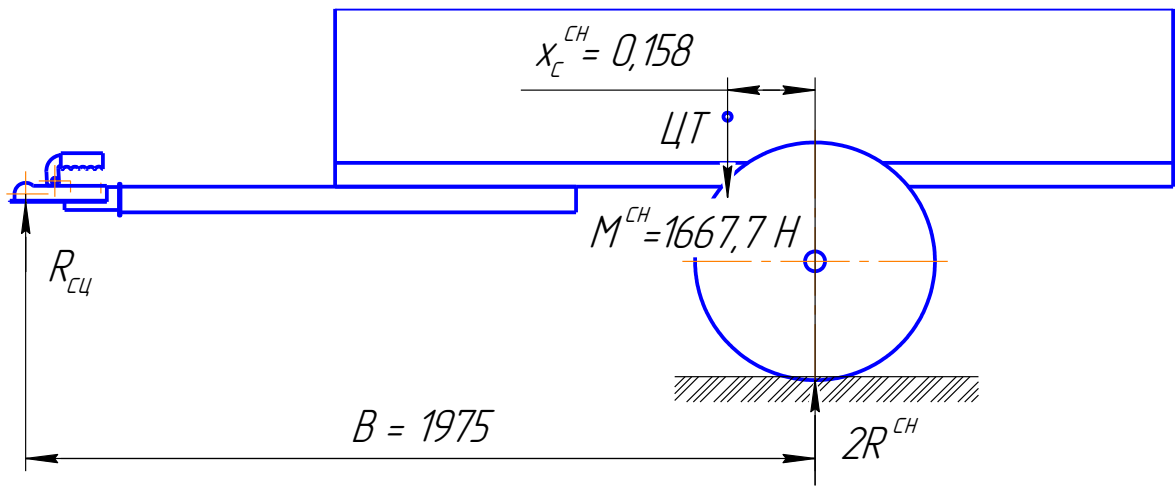


Рисунок 3.2 - Схема навантаження спорядженого причепа

З рисунка 3.2 видно

$$\Sigma m_{(сц)} = 0; \quad 2R^{сн} \times B - M^{сн} \times (B - x_c^{сн}) = 0; \quad (3.4)$$

З отриманого виразу навантаження на вісь спорядженого причепа складе

$$2R^{сн} = \frac{M^{сн} (B - x_c^{сн})}{B} \quad (3.5)$$

$$2R^{сн} = \frac{1667,7(1,975 - 0,158)}{1,975} = 1534,2 \text{ Н.}$$

При розрахунку підвісок враховуються не навантаження на вісь в навантаженому або спорядженому стані, а навантаження від підресорених мас. Величина підресорених мас причепа може бути визначена після вирахування з навантажень на ваги коліс і балки осі причепа.

Вага колеса причепа становить $m_{кол} = 14 \text{ кг} = 137,34$

Вага балки осі причепа $m_{б} = 10 \text{ кг} = 98,1 \text{ Н}$

Загальна вага без пружинних мас причепа складе:

$$m_{нпр} = 2m_{кол} + m_{б}. \quad (3.6)$$

$$m_{нпр} = 2 \times 137,34 + 98,1 = 372,8 \text{ Н.}$$

Підресорена навантаження, яка припадає на пружину підвіски навантаженого причепа

$$R_{\text{подр}}^{2p} = \frac{2R^{2p} - m_{\text{нпр}}}{2}, \quad (3.7)$$

$$R_{\text{подр}}^{2p} = \frac{4512,6 - 372,8}{2} = 2070 \text{ Н.}$$

За величинам підресорених навантажень і деформації підвіски під дією вантажу визначимо жорсткість пружинної підвіски причепа $c_n^{\text{нпр}}$. Жорсткість пружинної підвіски не дорівнює жорсткості пружини, так як пружина в підвісці встановлено під кутом до вертикальної осі.

Деформація підвіски під дією вантажу $f_{\kappa 0}$ може бути визначена на підставі даних креслення загального вигляду причепа і становить 40 мм.

Жорсткість пружинної підвіски причепа може бути визначена з виразу:

$$c_n^{\text{нпр}} = \frac{R_{\text{подр}}^{2p} - R_{\text{подр}}^{\text{сн}}}{f_{\kappa 0}}, \quad (3.8)$$

$$c_n^{\text{нпр}} = \frac{2070 - 581}{40} = 37,2 \text{ Н/мм.}$$

Максимальний вертикальний хід колеса причепа при упорі балки осі в буфер легко визначається по складальному кресленню підвіски і становить $f_{\kappa \text{ max}} = 72$ мм.

На основі певних вихідних даних можна виробляти проектувальний розрахунок торсіонної підвіски причепа.

3.2 Опис конструкції модернізованої торсіонної підвіски причепа «Сармат - 8232»

Модернізована підвіска причепа «Сармат-8232» по пружним характеристика є повним аналогом пружинної підвіски причепа, так як забезпечує такі ж ходи коліс причепа, що і при їх пружинної підвісці. Конструктивно торсіонна підвіска істотно відрізняється від пружинного. При пружинної підвісці коліс на двох циліндричних пружинах колеса причепа встановлювалися на цапфах балки осі, в торсіонної підвісці

кожне колесо встановлено на цапфі свого поздовжнього важеля. Інакше кажучи, пружинна підвіска являє собою залежну підвіску, а торсіонна - незалежну.

При незалежній підвісці коліс кожне колесо пов'язано з рамою причепа за допомогою свого поздовжнього важеля, що коливається щодо своєї осі, і тому хід колеса від дії вертикальних реакцій з боку дороги ніяк не пов'язаний з такими ж ходами іншого колеса. Подовжній важіль сприймає і передає на раму причепа все навантаження, що діють на колесо з боку дороги: і вертикальні, і горизонтальні. Подовжній розріз модернізованої торсіонної підвіски причепа «Сармат -8232» показаний на рисунку 3.3.

Подовжній важіль підвіски 1 являє собою Г-подібну зварену конструкцію двох труб $48,3 \times 6$ і 76×3 , у верхній частині якої приварена цапфа осі поздовжнього важеля, в нижній - для приєднання трубопроводів пластина цапфи колеса причепа. Цапфа колеса кріпиться до приєднувальних пластині за допомогою болтів М10, захищених від дії зсувних зусиль спеціальним замком (за аналогією з з'єднанням цапфи колеса з балкою задньої осі ВАЗ 2108). Труба 76×3 забезпечує просте і міцне зварне з'єднання з основною трубою важеля $48,3 \times 6$ і крім того служить для розміщення на ній скоби упору буфера і кронштейна кріплення нижньої головки амортизатора. Цапфа осі колеса, приварена до труби $48,3 \times 6$ служить для шарнірного кріплення поздовжнього важеля торсіонної підвіски до рами причепа і для установки в ній вільного кінця торсіона. Шарнірний вузол з'єднання поздовжнього важеля з рамою причепа конструктивно аналогічний шарнірним вузлам кріплення важелів підвіски на автомобілях ВАЗ.

На циліндричну поверхню цапфи важеля встановлена тонкостінна втулка 5 з кольорового металу довгою 46 мм. Між тонкостінної втулкою і обоймою кронштейна рами гайкою 15 затиснуті гумові втулки 7. Стислі гумові втулки 7 забезпечують хороше центрування елементів шарнірного з'єднання поздовжнього важеля один з одним, і сприяють гасінню динамічних дій від дороги на раму причепа, переданих поздовжніми важелями торсіонної підвіски. Ступінь стиснення гумових втулок в шарнірі обмежується довжиною тонкостінної втулки 5.

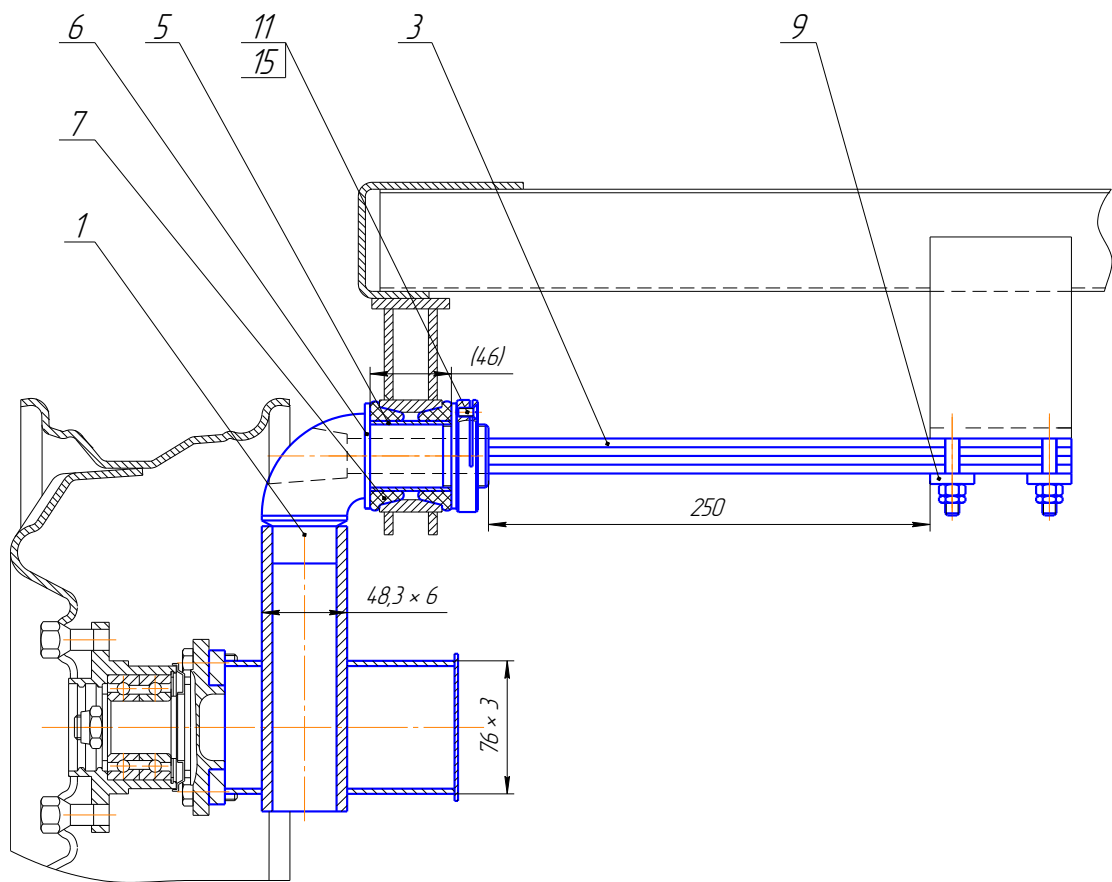


Рисунок 3.3 - Поздовжній розріз торсіонної підвіски

Гайка 15 розрізна, і її стопоріння від самовідкручування здійснюється за допомогою гвинта 11. Стягуючи дві половинки розрізаної різьбової поверхні гайки 15, гвинт 11 порушує крок різьби і тим самим запобігає самовідгвинчуванню гайки 15.

У цапфі осі важеля виконано квадратний отвір зі стороною квадрата 20 мм, призначене для вільного кінця набірного торсіона. Набірний торсіон складається з чотирьох пластин товщиною 5 мм і шириною 20 мм. Зібраний з чотирьох пластин пакет, закріплюється на кронштейнах рами за допомогою пластин 9 і болтів з гайками. Вільний кінець пакета вводиться в квадратний отвір цапфи поздовжнього важеля.

При повороті поздовжнього важеля в шарнірі під дією вертикальних сил реакцій дороги на колесо, торсіон закручується щодо свого зацмлення і створює ту пружну силу, яка і врівноважує сили реакції дороги. Як показав розрахунок, для врівноваження сил реакцій дороги, прикладених до колеса причепа, досить, щоб пакет пластин торсіона мав робочу довжину 250 мм.

Торсіон надійно закріплений на рамі причепа і в цапфі осі поздовжнього важеля. У зв'язку з цим не потрібно штучне обмеження ходу відбою підвіски, подібно до того, як це організовано в підвісці з пружинним пружним елементом. При вивішуванні

колеса причепа, подовжній важіль займе своє початкове положення, повернувшись в зворотному напрямку за все на 6° , що відповідає 15 мм вертикального ходу колеса.

3.3 Розрахунок поздовжнього важеля торсіонної підвіски на міцність

Поздовжні важелі торсіонної підвіски є її напрямними елементами і тому повинні витримувати дію всіх навантажень, переданих на них з боку коліс причепа. Поздовжні важелі проектованої торсіонної підвіски відчують складне навантаження і одночасно можуть піддаватися дії згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площині, а також дії крутного моменту. Схема навантаження поздовжнього важеля торсіонної підвіски приведена на рисунку 3.4.

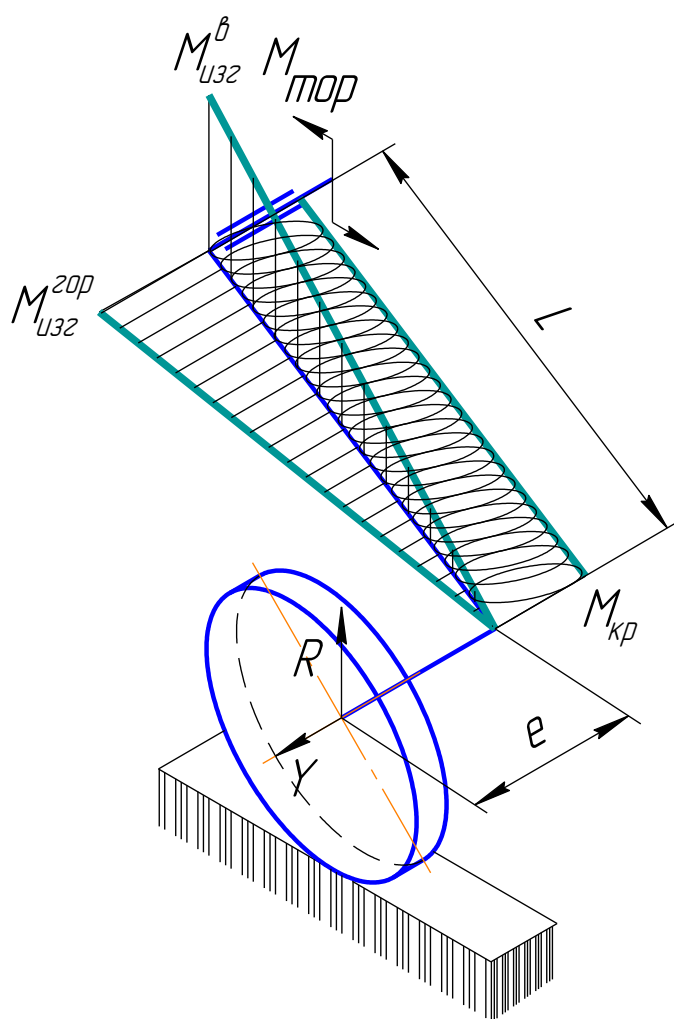


Рисунок 3.4 - Схема навантаження поздовжнього важеля торсіонної підвіски

Максимальне значення згинального моменту в вертикальній площині дорівнюватиме максимальному моменту, що створюється при максимальному куті закручування торсіона (упор важеля в буфер обмеження динамічного ходу підвіски).

Величина цього моменту визначена в попередньому підрозділі і становить $M_{\max} = 503,064$ Нм.

Подовжній важіль виконаний з труби $48,3 \times 6$ геометричні характеристики перерізу якої можуть бути розраховані за формулами 3.9 і 3.10.

Осьові моменти опору перерізу

$$W_{x(y)} = \frac{\pi d^3}{32} (1 - \alpha^4), \text{ см}^3 \quad (3.9)$$

Полярний момент опору перерізу

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} (1 - \alpha^4), \text{ см}^3 \quad (3.10)$$

де - зовнішній діаметр труби, см; у труби $48,3 \times 6$ $d = 4,83$ см;
- коефіцієнт рівний відношенню внутрішнього діаметра труби до зовнішньому діаметру труби d ; для труби $48,3 \times 6$, у якій внутрішній діаметр $d_{\text{вн}} = 36,3$ мм,

$$\text{відношення } \frac{d_{\text{вн}}}{d} = \frac{3,63}{4,83} = 0,75;$$

Осьові моменти опору перерізу важеля з труби $48,3 \times 6$

$$W_{x(y)} = \frac{\pi 4,83^3}{32} (1 - 0,75^4) = 7,562 \text{ см}^3$$

Полярний момент опору перерізу важеля з труби $48,3 \times 6$

$$W_p = \frac{\pi 4,83^3}{16} (1 - 0,75^4) = 15,124 \text{ см}^3$$

Максимальні нормальні напруження в перерізі поздовжнього важеля з труби $48,3 \times 6$ від згинального моменту, що діє у вертикальній площині, визначаються по формулі 3.11

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W_x}, \text{ МПа} \quad (3.11)$$

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{503,064}{7,562} = 66,52 \text{ МПа.}$$

Для розрахунку нормальних напруг вигину в перетині поздовжнього важеля від згинального моменту, що діє в горизонтальній площині необхідно визначити максимальну величину поперечної сили Y . Максимальної величини поперечна сила Y

буде досягати при поперечному заміні повністю навантаженого причепа. При цьому значення сили Y може бути визначено за формулою 3.12

$$Y_{\max} = R^{2p} \times \phi, \text{ Н} \quad (3.12)$$

де R^{2p} - навантаження від навантаженого причепа на колесо, Н; відповідно до вихідних даних, наведених в підрозділі 2.1 $R^{2p} = 2256,3 \text{ Н}$;

ϕ - коефіцієнт зчеплення шин з дорогою; для доріг з асфальтобетонним покриттям $\phi = 0,6$;

$$Y_{\max} = 2256,3 \times 0,6 = 1353,78 \text{ Н}$$

Максимальний момент, що діє на подовжній важіль в горизонтальній площині, може бути визначений за формулою 3.13

$$M_{\text{изг}}^{2op} = Y_{\max} \times L, \text{ Нм} \quad (3.13)$$

де L - довжина подовжнього важеля, м;

$$L = 155 \text{ мм} = 0,155 \text{ м};$$

$$M_{\text{изг}}^{2op} = 1353,78 \times 0,155 = 209,836 \text{ Нм}$$

Максимальні нормальні напруження в перерізі подовжнього важеля з труби 48,3 × 6 від згинального моменту, що діє в горизонтальній площині, визначаються по формулі 3.14:

$$\sigma_{2op} = \frac{M_{\text{изг}}^{2op}}{W_y}, \text{ МПа} \quad (3.14)$$

$$\sigma_{2op} = \frac{209,834}{7,562} = 27,748 \text{ МПа.}$$

Сумарні нормальні напруги вигину, що виникають в перетині подовжнього важеля, розраховуються за формулою 3.15

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{в}}^2 + \sigma_{2op}^2} \quad (3.15)$$

$$\sigma = \sqrt{66,52^2 + 27,748^2} = 72 \text{ МПа.}$$

Дотичні напруження від дії крутного моменту на подовжній важіль торсіонної підвіски визначаються за формулою 3.16

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \text{ МПа} \quad (3.16)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент, що виникає в перетинах поздовжнього важеля, Нм; може бути визначений за формулою 3.17.

$$M_{кр} = R^{2p} \times e, \text{ Нм.} \quad (3.17)$$

де e - зміщення поздовжньої осі поздовжнього важеля від осі симетрії колеса, м; відповідно до виконаних складальних креслень торсіонної підвіски $e = 0,093$ м;

$$M_{кр} = 2256,3 \times 0,093 = 210 \text{ Нм.}$$

$$\tau = \frac{210}{15,124} = 13,9 \text{ МПа.}$$

Розрахункові еквівалентні напруги від усіх видів навантаження поздовжнього важеля можуть бути визначені за формулою 3.18

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma^2 + 0,75 \times \tau^2}, \text{ МПа.} \quad (3.18)$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{72^2 + 0,75 \times 13,9^2} = 73 \text{ МПа.}$$

Отримані еквівалентні напруги не перевищують значення допустимого напруги для сталі 3пс, з якої виготовлена труба $48,3 \times 6$, що становить 160 МПа. Міцність поздовжнього важеля торсіонної підвіски забезпечена.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження зміни жорсткості торсіонної підвіски з поздовжніми важелями

Як уже зазначалося складальні торсіони, зібрані з декількох стрижнів, відрізняється від суцільних високою надійністю, меншою жорсткістю і довгою. Так як проєктований торсіон призначений замінити собою пружинний пружний елемент підвіски, то всі перераховані переваги набірного торсіона в даному випадку, як не можна до речі.

В якості окремого елемента набірного торсіона приймемо пластинчастий елемент прямокутного профілю. Для набірного торсіона, основним видом навантаження якого є кручення, найбільш доцільно перетин квадратної форми, що складається з пластин однакової товщини. У цьому випадку число пластин n , що становлять торсіон, має дорівнювати відношенню сторін однієї пластини

$$n = \frac{b}{h} \quad (4.1)$$

де b та h - товщина і ширина пластини відповідно.

Передбачувана форма перетину проєктованого торсіону приведена на рисунку 4.1.

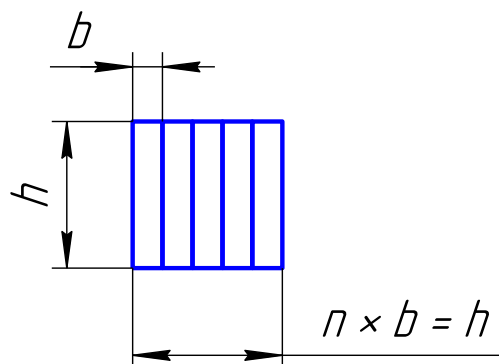


Рисунок 4.1 - Форма перетину проєктованого торсіона

Пластини набірного торсіона повинні виготовлятися з високовуглецевої легованої сталі 50ХГА або 60С2Х по ГОСТ14959-79. Для підвищення сталої міцності пластини торсіона гартують, обробляють дробом, і торсіон в зібраному стані піддають закручуванню в сторону протилежну робочому ходу. Від кількості і якості виконання попередніх заходів, що підвищують міцність від втоми торсіона, залежить величина розрахункових допустимих напружень $[\tau]$. Приймемо в якості матеріалу для

виготовлення окремих пластин торсіона сталь 60С2Х по ГОСТ14959-79, попередньо загартовану без дрібноструменевого обробки.

Товщина пластини набірного торсіона може бути визначена за формулою 1, рекомендованої в літературному джерелі [1]:

$$b = \frac{1,41 f_{\kappa \max}}{[\tau]} \sqrt{\frac{c_n^{np} \times G}{k \times n \times \alpha \times l}}, \text{ мм} \quad (4.1)$$

де G - модуль поперечної пружності матеріалу пластини, МПа; для сталі 60С2Х по ГОСТ14959-79 = $7,8 \times 10^4$ МПа;

$[\tau]$ - допустиме напруження для матеріалу пластини, МПа; для загартованої сталі 60С2Х по ГОСТ 14959-79 без дрібноструменевого обробки $[\tau] = 800$ МПа;

n - число прямокутних пластин в складальному торсіоні, шт.; прийmemo $n = 4$;

α - коефіцієнт, що характеризує раціональність використання матеріалу при деформаціях крутіння некруглих стрижнів; залежить від величини відносини

$$k = \frac{b}{h}, \text{ при } k = \frac{b}{h} = n = 4 \quad \alpha = 0,567;$$

l - довжина робочої частини торсіона, мм; прийmemo = 250 мм;

$$b = \frac{1,41 \times 72}{800} \sqrt{\frac{37,2 \times 7,8 \times 10^4}{4 \times 4 \times 0,567 \times 250}} = 4,53 \text{ мм.}$$

Візьmemo $b = 5$ мм, тоді $h = n \times b = 4 \times 5 = 20$ мм

Тобто, одна пластинка складального торсіона матиме розміри поперечного перерізу 5×20 , квадратний перетин набірного торсіона 20×20 , а робоча довжина торсіона $l = 250$ мм.

Допустимий кут закручування однієї пластини торсіона визначиться за формулою 4.2 [1]:

$$[\Theta] = \frac{[\tau] \times l}{G \times b}, \text{ рад} \quad (4.2)$$

$$[\Theta] = \frac{800 \times 250}{7,8 \times 10^4 \times 5} = 0,641 \text{ рад} = 29,4^\circ$$

Для визначення проектних розмірів елементів торсіонної підвіски необхідно визначити кутову жорсткість набірного торсіона. Кутова жорсткість торсіона розраховується за формулою 4.3:

$$c_{\Theta} = \frac{M}{57300 \times \Theta}, \text{ Нм/град.} \quad (4.3)$$

де M - момент, закручуючий торсіон, Нм;

Θ - кут закручування торсіона; визначається за формулою 4

$$\Theta = \frac{M \times l}{G \times I_{\kappa}} \quad (4.4)$$

де I_{κ} - момент інерції перетину торсіона при крученні, мм⁴; для набірного торсіона, що складається з пластин прямокутної форми, момент інерції визначається за формулою 5, наведеної в літературному джерелі [2]:

$$I_{\kappa} = n\beta h^3 b, \text{ мм.} \quad (4.5)$$

де β - табличний коефіцієнт $\frac{h}{b}$, що залежить від ставлення; при $\frac{h}{b} = 5$ $\beta = 0,291$;

$$I_{\kappa} = 4 \times 0,291 \times 5^3 \times 20 = 2810 \text{ мм}^4$$

Підставивши в формулу 3 замість Θ його вираження у вигляді формули 4, отримаємо формулу 6 по якій і визначимо кутову жорсткість торсіона

$$c_{\Theta} = \frac{G \times I_{\kappa}}{57300 \times l} \quad (4.6)$$

Кутова жорсткість торсіона складе:

$$c_{\Theta} = \frac{7,8 \times 10^4 \times 2810}{57300 \times 250} = 15,3 \text{ Нм/град.}$$

Жорсткість торсіонної підвіски з поздовжніми важелями змінна, в зв'язку з тим, що при роботі підвіски змінюється відстань від осі гойдання поздовжнього важеля до лінії дії навантаження. При чому найбільша жорсткість підвіски відзначається в положенні мінімальних її деформацій і в міру збільшення кута закручування торсіона жорсткість зменшується. Мінімального значення жорсткість торсіонної підвіски

досягає, коли поздовжній важіль колеса розташовується горизонтально. При переході важелем горизонтального положення жорсткість підвіски знову починає зростати. Це положення наочно проілюстровано на рисунку 4.2.

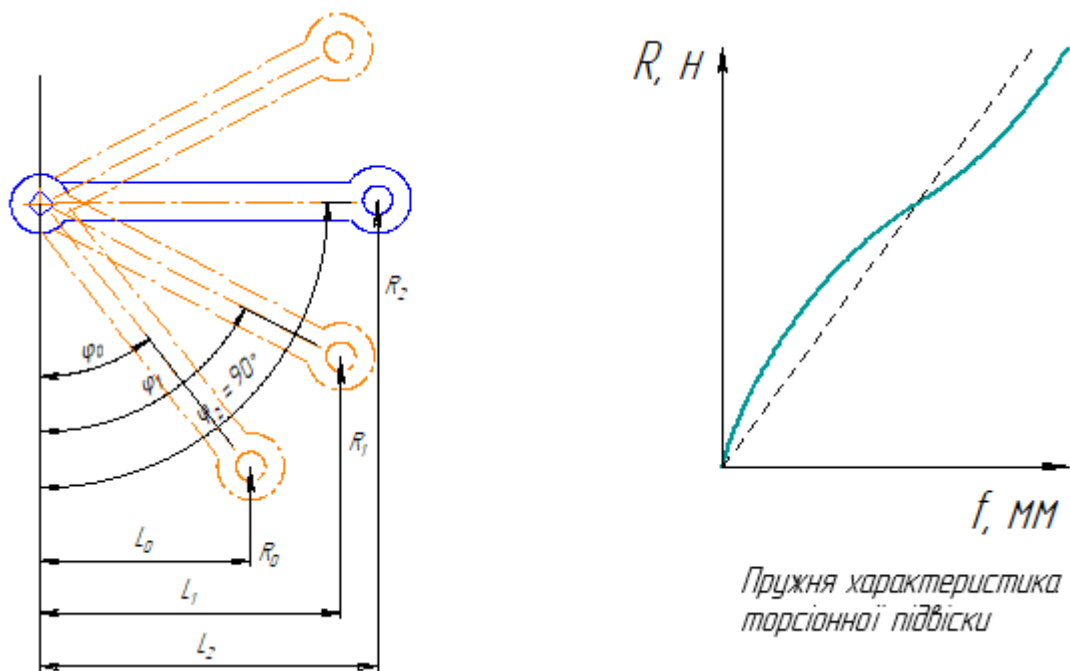


Рисунок 4.2 - Ілюстрація зміни жорсткості торсіонної підвіски з поздовжніми важелями.

У зв'язку з викладеним, найбільш доцільним є вибір довжини поздовжнього важеля підвіски таким, щоб забезпечувалося з одного боку горизонтальне положення важеля при завантаженому причепі і похиле на спорядженому причепі. При упорі підвіски в буфер обмеження динамічного ходу важіль також візьме похиле положення, але з іншого боку від свого горизонтального положення. Це дозволить знизити коливання жорсткості підвіски, і вважати її приблизно постійною.

Горизонтальне положення поздовжнього важеля торсіонної підвіски на завантаженому причепі і похиле на спорядженому при деформації підвіски під вагою вантажу $f_{к0} = 40$ мм, використовуємо для визначення необхідної довжини поздовжнього важеля L .

Кут закручування торсіона Θ_2 при досягненні поздовжнім важелем горизонтального положення на завантаженому причепі може бути визначений за формулою 4.7.

$$\Theta_2 = \frac{M_2}{c_\Theta} = \frac{R_{\text{подр}}^{cp} \times L}{c_\Theta}, \text{ град} \quad (4.7)$$

При довжині важеля $L = 155$ мм кут закручування складе

$$\Theta_2 = \frac{2070 \times 0,155}{15,3} = 20,97^\circ.$$

Деформація пружинної підвіски під дією ваги вантажу причепа становить $f_{\kappa 0} = 40$ мм. Проектована торсіонна підвіска теж повинна забезпечувати цю величину деформації, зберігаючи наступність із пружинним. Кут між горизонтальним важелем підвіски в завантаженому причепі і важелем в спорядженому причепі може бути визначений за формулою

$$\Delta\Theta = \arcsin \frac{f_{\kappa 0}}{L} = \arcsin \frac{40}{155} = 14,9^\circ.$$

Тоді кут закручування торсіона при положенні важеля відповідному спорядженому причеп складе

$$\Theta_1 = \Theta_2 - \Delta\Theta = 20,97 - 14,9 = 6^\circ.$$

Момент, що закручує торсіон при розглянутому положенні важеля:

$$M_1 = \Theta_1 \times c_\Theta = 6 \times 15,3 = 92,9 \text{ Нм.}$$

Навантаження, перпендикулярне осі важеля, яка викликала момент такої величини:

$$R_1 = \frac{M_1}{L} = \frac{92,9}{0,155} = 599,2 \text{ Н.}$$

Вертикальне навантаження $R_{\text{подр}}^{cn}$, що викликало таку деформацію, визначиться за формулою:

$$R_{\text{подр}}^{cn} = R_1 \times \cos \Delta\Theta = 599,2 \times \cos 14,9 = 579 \text{ Н.}$$

Отримане значення $R_{\text{подр}}^{cn} = 579$ Н відрізняється від розрахованого раніше $R_{\text{подр}}^{cn} = 581$ Н (Див підрозділ 2.1) на 2 Н, що незначно.

Максимальний кут закручування торсіона підвіски, відповідний упору важеля в буфер обмеження динамічних ходів можна розрахувати за формулою

$$\Theta_{\max} = \Theta_2 + \arcsin\left(\frac{f_{k\max} - f_{k0}}{L}\right) = 20,97 + \arcsin\left(\frac{72-40}{155}\right) = 32,88^\circ.$$

Отримане значення кута $\Theta_{\max} = 32,88^\circ$ перевищує допустимий кут закручування торсіона $[\Theta] = 29,4^\circ$, розрахований в підрозділі 2.1 по напрузі, що допускається $[\tau] = 800$ МПа також незначно.

Визначимо напруги, що виникають в торсіони при упорі важеля підвіски в буфер обмеження динамічних ходів за формулою 8, наведеної в літературному джерелі [3].

$$\tau = \frac{3M(1+0,6\frac{b}{h})}{nb^2h} \quad (4.8)$$

де M - момент, що викликає закручування торсіона, Нм; при упорі важеля підвіски в буфер закручує момент буде дорівнює

$$M_{\max} = c_{\Theta} \times \Theta_{\max} = 15,3 \times 32,88 = 503,064 \text{ Нм.}$$

Тоді максимальні напруги в елементах торсіона:

$$\tau_{\max} = \frac{3 \times 503,064 \times (1 + 0,6 \times \frac{5}{20})}{4 \times 0,005^2 \times 0,020} \times 10^{-6} = 838,78 \text{ МПа.}$$

Перевантаження торсіона складе

$$\Delta = \frac{\tau_{\max} - [\tau]}{[\tau]} \times 100 = \frac{838,78 - 800}{800} \times 100 = 4,8\%.$$

Перевантаження торсіона не перевищує 5%, що допустимо.

В результаті проектувального розрахунку торсіонної підвіски визначені розміри робочої частини торсіона і довжина поздовжнього важеля підвіски. Решта розміри елементів підвіски можуть бути визначені при її конструюванні. За пружним характеристикам розробляється торсіонна підвіска аналогічна пружинної підвісці причепа «Сармат -8532».

4.2 Економічне обґрунтування

Розроблена в проекті торсіонна підвіска причепів для легкових автомобілів «Сармат-8232» відрізняється від застосовується в даний час пружинної підвіски меншою металоємністю і трудомісткістю виготовлення. Загальна вага деталей розробленої підвіски складає 12 кг, тоді як вага деталей пружинної підвіски 15 кг. Однак слід зауважити, що проектована підвіска не передбачає наявності в конструкції причепа такого металоємність вузла, як балка осі причепа. З урахуванням цієї обставини загальне зниження металоємності причепа може досягти більше 10 кг. Для розрахунку передбачуваного економічного ефекту від впровадження торсіонної підвіски причепа «Сармат-8232» зробимо розрахунок витрат на матеріали і на виготовлення змінюються частин конструкції підвіски причепа.

Будь-яка підвіска транспортних засобів складається з трьох основних елементів: пружного елемента, що направляє пристрою і пристрою, що гасить коливання. З перерахованих трьох елементів підвісок, при впровадженні торсіонної підвіски причепа зміни торкнуться тільки пружного елемента і направляючого пристрою. Виключно з конструкції балки осі причепа, при впровадженні торсіонної підвіски віднесемо до направляючої пристрою.

4.3 Розрахунок капітальних витрат на виробництво торсіонної підвіски

До складу капітальних витрат на виробництво торсіонної підвіски включаються витрати на придбання (виготовлення), доставку, монтаж нового обладнання. Новим обладнанням необхідним для організації виробництва торсіонної підвіски є вертикально-протяжної напівавтоматичний верстат 7Б64. Сума капітальних вкладень визначається за формулою 4.9.

$$K = C^{OB.H} + C_M + C_{TP}, \quad (4.9)$$

де $C^{OB.H}$ - вартість нового обладнання, грн.; вартість верстата 6Б64 становить = 90000 грн.

C_M - витрати на монтаж нового обладнання, руб .; витрати на монтаж нового обладнання складають $5 \div 15\%$ вартості обладнання, прийmemo витрати на монтаж рівними 7% від вартості обладнання;

$$C_M = C^{об.н} \times \frac{7}{100} = 90000 \times \frac{7}{100} = 6300 \text{ грн.}$$

C_{TP} - витрати на транспортування обладнання, руб .; приймаються рівними 5% від вартості нового обладнання;

$$C_{TP} = C^{об.н} \times \frac{5}{100} = 90000 \times \frac{5}{100} = 4500 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на виробництво торсіонної підвіски складуть:

$$K = 90000 + 6300 + 4500 = 100800 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок витрат на матеріали

Ця стаття витрат враховує вартість матеріалів, які матеріально входять до складу конструкції підвісок, а також допоміжних матеріалів, використовуваних при виготовленні підвісок. Витрати на основні матеріали визначаються за формулою 4.10:

$$M_{осн} = \sum \frac{m_i}{k_{умі}} C_{мі} \quad (4.10)$$

де m_i - маса найменування матеріалу, використовуваного для виготовлення елемента підвіски, кг;

$k_{умі}$ - коефіцієнт використання матеріалу даного найменування;

$C_{мі}$ - вартість матеріалу даного найменування, грн / кг.

Розрахунок витрат на основні матеріали, а також значення m_i , $k_{умі}$ та $C_{мі}$ для матеріалів, використовуваних при виготовленні елементів підвісок зведемо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Зведені дані

Пружні елементи підвісок		
	Проектний варіант	Базовий варіант
Найменування і кількість елементі	два набірних торсіона з 4-х пластин;	дві циліндричні пружин зжиму
Матеріал	полоса 5×20	круг 11

	сталь 60С2А				сталь 60С2А			
Маса , кг	2,576				3,36			
Коефіцієнт використання матеріалу	0,9				0,8			
Вартість матеріалу, грн./кг	45				46,7			
Витрати на матеріал, грн.	128,4				186,12			
Направляючі елементи підвісок								
Найменування та кількість	два продовгастих важелі				чотири реактивні тяги			
Матеріал деталей направляючого пристрою	труба 48,3×6	труба 76×3	лист 10	сталь 35Л	труба 20×2	сталь 35	труба 48,3×6	
Маса, кг	2,04	1,404	0,86	2,72	1,98	1,232	7,95	
Коефіцієнт використаного матеріалу	0,9	0,85	0,6	0,78	0,9	0,6	0,85	
Вартість матеріалу, руб./кг	63,2	37,2	32	50	87,2	50	63,2	
Витрати на матеріал, руб.	143,25	61,4	45,87	174,3	191,84	102,66	591,1	
Сума затрат	424,8				885,6			
Шарніри направляючих елементів підвісок								
Найменування і кількість	два, резино-металевий				вісім, резино металевий			
Матеріал елементу шарніра	шайба 36	Гайка 36	Втулка	Резина	Палець 20	Шайба 18	Гайка 12	Резина
Маса , кг	0,164	0,34	0,184	0,112	1,816	0,224	0,110	0,056

Коефіцієнт використання матеріалу	-	-	0,7	-	0,8	-	-	-
Вартість матеріалу, руб/кг	61,2	215	203	482	21,5	61,2	115	482
Витрати на матеріал	10	73,1	53,4	54	39	13,7	12,7	27
Сума затрат, грн.	190,5				92,4			
Всього, грн.	$M_{осн}^{nm} = 743,7$				$M_{осн}^{\delta} = 1164,12$			

До допоміжних матеріалів, що використовуються в процесі виготовлення підвісок, відноситься зварювальний дріт для зварювання вузлів підвісок. Витрати на зварювальний дріт визначаються за формулою 4.11.

$$M_{всп} = m_{пр} \times C_{пр} \quad (4.11)$$

де $m_{пр}$ - маса зварювального дроту, витраченої на зварювання вузлів підвісок, кг; приймається рівній масі наплавленого металу;

$C_{пр}$ - вартість зварювального дроту, грн. / кг; для дроту діаметром 1,2 мм - 71,3 грн. / кг; для дроту діаметром 1,6 мм - 64,5 грн. / кг Потрібне кількість зварювального дроту визначається за формулою 4.12.

$$m_{пр} = 7,85 \frac{Lk^2}{2000}, \text{ кг} \quad (4.12)$$

де L - довжина зварного шва у вузлі, см;

k - катет зварного шва, см;

Розрахунок витрат на зварювальний дріт при виготовленні вузлів проектного і базового варіантів підвісок наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок витрат на зварювальний дріт

Показники		Проектний варіант	Базовий варіант
Довжина	2	-	55,2
зварювальних швів с катетом: L , см,	4	209,7	87,6

Маса проволоки діаметром: тпр , кг	1,2	-	0,009
	1,6	0,131	0,055
Вартість проволоки діаметром: грн./кг	1,2	71,3	
	1,6	65,5	
Витрати на зварювальну проволоку	$M_{ec}^{nm} = 8,5$		$M_{ec}^{\bar{b}} = 4,2$

Загальні витрати за статтею матеріали складуть:

по проектуваному варіанту - $M^{nm} = M_{ocn}^{nm} + M_{ec}^{nm} = 734,7 + 8,5 = 743,2$ грн. за

базовим варіантом - $M^{\bar{b}} = M_{ocn}^{\bar{b}} + M_{ec}^{\bar{b}} = 1164,12 + 4,2 = 1168,2$ грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Техніка безпеки при виготовленні деталей торсіонної підвіски

У цеху 3-х фазна 4-х провідна електрична мережа з глухо заземленою нейтраллю TN-C напругою 380 / 220В і потужність 1200кВА.

Електропостачання здійснюється по кабельних лініях під підлогою (в люках) або по повітрю не нижче 3,5 м над проходами і 6м над проїздами. Проводка ізольована і для захисту від механічних пошкоджень покладена в металорукава. Електроапаратура змонтована в спеціальних електрошафах з захисними дверима, які забезпечені знаком безпеки. Рубильник захищений кожухами. Для захисту працюючих від ураження електричним струмом у разі непрямого дотику передбачено захисне автоматичне відключення харчування від надструмів (ПУЕ гл.17) із застосуванням автоматичних вимикачів АЗ100.

При виконанні ремонтних робіт передбачені ЗІЗ, електричні штани-ги, рукавички, боти і килимки.

Мікроклімат виробничих приміщень визначається температурою повітря робочої зони, відносною вологістю і швидкістю руху повітря в робочій зоні.

Так як розглянутий цех відноситься до приміщень без надлишку явного тепла (менше 23,2Вт / м³), то проектом рекомендується забезпечити оптимальні параметра мікроклімату. Роботи, що виконуються на ділянці відносяться до робіт середньої тяжкості Пб (пов'язані з ходьбою і перенесенням тягарів до 10кг, енерговитрати 233-290Вт).

Робочі місця у виробничих приміщеннях повинні бути забезпечені освітленням відповідно до СНиП 23-05-95.

Для ділянки діагностики проектом рекомендується природне і штучне освітлення. Виходячи з характеру зорової роботи - зчитування показань з приладів та екранів - відносимо її до III розряду (мінімальний об'єкт відмінності-ня 0,15 ÷ 0,3 мм), підрозряд В (фон середній, контраст середній). Рекомендуємо-травня система штучного освітлення - комбінована, що складається з про-ного і місцевого. Природне освітлення - бічне.

У процесі виконання робіт з технічного обслуговування можливий вплив на працюючих наступних небезпечних і шкідливих виробничих чинників:

1. рухомі машини і механізми;
2. незахищені рухомі частини стаціонарно обладнання та рухомих машин і механізмів;
3. недостатньо захищене обладнання, що працює під тиском;
4. підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може статися через тіло людини;
5. недоліки освітленості робочої зони.

У зв'язку з цим встановлюються загальні вимоги безпеки до виробничих процесів, виробничих приміщень, станом техніки відповідно до ГОСТ 12.3.002-95.

Безпека виробничих процесів повинна бути забезпечена:

1. застосуванням передової технології виробництва, а також по-рядком обслуговування виробничого обладнання;
2. раціональної організацією робочих місць;
3. розміщенням виробничого обладнання;
4. професійним відбором і навчанням працюючих;
5. застосуванням засобів захисту працюючих;
6. включенням вимог безпеки в технологічній документації;
7. контролем за виконанням вимог безпеки.

Основне завдання техніки безпеки на будь-якому виробництві за-лягає у створенні таких умов праці, які попереджали б і виключали причини, що викликають нещасні випадки.

До роботи з обладнанням, яке використовується на підприємстві допускають осіб, які вивчили інструкцію, знають правила безпеки і гігієни праці. Необхідно оглядати і очищати електрообладнання один раз в три місяці і проводити випробування ізоляції корпусу один раз на рік; при оглядах перевіряти ізоляцію проводів і т.д. Якщо при огляді електрообладнання виявляють несправності, то негайно усувають їх. Забороняється працювати на струмопровідних частинах електрообладнання і в місцях рухомих механізмів не відключивши і не знявши напругу з щита управління.

Категорично забороняється працювати при несправному обладнанні д-ванні і відсутності огорожень, регулювати, змащувати, очищати обладнання за числом працюючих механізмах. Виконуючи регульовальні і ремонтні роботи, відключають

загальний рубильник на силовому щиті і вивішують плакат " Не вмикати - працюють люди ".

Миючі і дезінфікуючі речовини постачають сертифікатом із зазначенням способу застосування, зберігають в закритій тарі на складі. Обслуговуючий персонал повинен мати допуск для роботи з миючими та дезінфікуючими речовинами і спецодяг. Не допускається застосовувати розчини без належного сертифіката і вказівок за способом застосований-ня, залучати для їх виготовлення осіб, які не мають допуску та медичного дозволу.

Шум, що виникає в процесі роботи обладнання повинен бути на більш 60дБ в зоні постійного перебування працюючих. Для запобігання-обертання аварій і травм обслуговуючого персоналу необхідно щомісячно перевіряти затяжку гайок, болтів, гвинтів, заземлення. Велика увага на підприємстві приділяється заходам протипожежної безпеки. Відповідно до ГОСТу 12.1.004-76 ССБТ пожежна безпека забезпечуватись системою запобігання пожеж і організаційними міроприємствами. Цехи обладнані протипожежними щитами. Відстань між корпусами відповідає протипожежним вимогам.

5.2 Розрахунок штучного освітлення

Загальна потужність освітлення може бути визначена за питомою потужністю або по потужності світлового потоку.

Визначимо загальну потужність освітлення за питомою потужністю для виробничого корпусу АТП:

$$P_o = P_y \cdot S_n, \quad (5.1)$$

де P_o – загальна потужність освітлення, Вт;

P_y – питома потужність освітлення, = 24 Вт/м².

S_n – площа підлоги.

$$P_o = 24 \cdot 216 = 5184 \text{ Вт.}$$

Визначимо кількість ламп розжарювання:

$$n = 5184 / 200 = 25,92 \text{ шт.} \quad (5.2)$$

Приймаємо – 26 шт.

5.3 Безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях

Підприємство займається перевезеннями різноманітних вантажів використовуючи наявний рухомий склад, виробляє його технічне обслуговування і ремонт.

Під'їзні шляхи до виробничим підрозділам підприємства асфальтовані.

Електропостачання здійснюється від електромереж.

Водопостачання забезпечується з центрального водопроводу.

Газопостачання здійснюється по повітряному трубопроводу.

З стихійних лих спостережуваних на території розташування підприємства, можуть мати місце: пожежі, урагани, сильні морози.

Від швидкості ліквідації та попередження наслідків надзвичайних ситуацій може залежати не тільки виробничо матеріальні аспекти але і здоров'я працюючого персоналу. Тому підприємство працює відповідно до програми Державної системи попередження надзвичайних ситуацій, яка включає в себе:

1. забезпечення надійного контролю за станом потенційно небезпечних об'єктів;
2. створення резервних матеріально-технічних засобів, медичних засобів та інших матеріалів;
3. забезпечення високої готовності органів управління, сил і засобів до дії в надзвичайних ситуаціях;
4. проведення аварійно-відновлювальних та інших робіт по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВОК

Причепи для легкових автомобілів істотно підвищують функціональні можливості легкових автомобілів, а тому широко використовуються як приватними громадянами, так і дрібними та середніми підприємцями. В даний час виробництвом причепів для легкових автомобілів лише в Україні зайнято понад 10 підприємств. Причіп «Сармат-8232» користується заслуженим попитом через наявність цілого ряду позитивних якостей і помірної ціни. Для підвищення конкурентоспроможності причепа необхідно удосконалювати його конструкцію і знижувати собівартість його виготовлення.

Істотно знизити трудомісткість і металоємність причепа можна за рахунок зміни конструкції його підвіски, замінивши застосовується в даний час пружинну залежну підвіску на торсійну незалежну. Цей шлях зниження трудомісткості і металоємності причепа в даний час обраний багатьма виробниками, широко застосовують в конструкції видозміна торсійної підвіски – резино - джгутової підвіску. Основні елементи резино джгутової підвіски купуються у європейських виробників, що істотно позначається на ціні причепа.

Торсійна підвіска, широко застосовується на військових транспортних засобах і відрізняється простотою і високою надійністю, дозволить істотно підвищити конкурентоспроможність причепа «Сармат-8232». В даному проекті розроблена конструкція торсійної підвіски для причепа «Сармат - 8232» по пружним характеристикам повністю відповідає пружинної підвіски причепа. Розроблена підвіска може бути виготовлена на будь-якому промисловому підприємстві. Як показав економічний розрахунок собівартості причепа «Сармат-8232» в результаті впровадження підвіски може бути знижена на 763, 13 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Амелин Д.М., Рымов Е.В. Новые способы восстановления и упрочнения деталей машин. – М.: Агропромиздат, 1987. –150с.
2. Панкратов Г.П. Двигатели внутреннего сгорания, автомобили, тракторы и их эксплуатация. - М.: Высшая школа, 1989.– 230 с.
3. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и на-плавкой. – М.: Машиностроение, 1987. – 189 с.
4. Суденков Е.Г., Румянцев С.И. Восстановление деталей плазменной металлизацией. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 39 с.
5. Хасуи А., Мorigаки М. “Техника напыления”. М.: Машиностроение, 1975. –56 с.
6. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1983. –416 с.
7. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1998. – 351 с.
8. Канарчук В.Е. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 1. Теоретичні основи. Технологія: Підручник. - К.: Вища шк., 1994.– 342 с.
9. Канарчук В.Е. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація і планування й управління: Підручник. - К.: Вища шк., 1994.- 383 с.
10. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.-М.: Машиностроение, 1980.
11. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение.- М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.
12. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
13. Греник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. –К.: Урожай, 1994. – 272 с.
14. Річні звіти ДП "Автосвіт" за 2006, 2005Ю 2004 рр.
15. Автомобиль: Основы конструкции: Учебник для вузов / Н. Н. Вишняков,

В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 304 с.

16. Волгин В. В. Автомобильный дилер: Практическое пособие по маркетингу и менеджменту сервиса и запасных частей. – М.: Ось-89, 1997. – 224 с.

17. Грибенко С. М. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. пособие для вузов. – Одесса: Изд-во ОПИ, 1972. – 300 с.

1 Кузнецов В.А., Дьяков І.Ф. Конструювання і розрахунок автомобіля. Підвіска автомобіля: Навчальний посібник. - Ульяновськ: УлГТУ, 2003. - 64 с

2 Рампель Й. Шасі автомобіля: Елементи підвіски / Пер. з нім.

А.Л. Карпухіна під ред. Г.Г. Гридасова. - М.: Машинобудування, 1987. - 288с

3 Осепчугов В.В., Фрумкін А.К. Автомобіль. Аналіз конструкцій, елементи розрахунку: Підручник для студентів вузів за фахом «Автомобілі та автомобільне господарство». - М.: Машинобудування, 1989. - 304с

5 Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3-х т. Т.1 - 6-е изд., Перераб. і доп. - М.: Машинобудування, 1982. - 576 с.

7 Салов А. І. Охорона праці на підприємствах автомобільного транспорту. М., Транспорт, 1970, 392с.

28. Лямцев О. В. Організаційно-економічний інструментарій забезпечення еколого збалансованого розвитку автотранспортного комплексу / О. В. Лямцев // Механізм регулювання економіки. - 2012. - № 1. - С. 218-222.

29. Інтернет ресурси

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%9C%D0%97-236/238>

<http://budbud.in.ua/dvyguny-yamz-modeli-harakterystyky-prystrij.html>

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%90%D0%97-740>