

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства


## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт  
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський  
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

на тему: «Вдосконалення конструкції, методики розрахунку  
та розробка стенду для випробування ресор  
автомобіля ГАЗ - 3221»

Шифр: ДРАТТАМ 23.20110.000. ПЗ

Виконав студент 3 курсу, група АТс -20-2  Богдан МИХАЙЛОВ

Керівник роботи к.т.н., доц.  Олег БАБАК

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри ТАМ  Олександр ДИХА  
9 06 2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

## РЕФЕРАТ

На тему «Вдосконалення конструкції, методики розрахунку та розробка стенду для випробування ресор автомобіля ГАЗ - 3221»

Пояснювальна записка розроблена на підставі технічного завдання на проектування бакалаврської роботи і у відповідність із календарним планом. У процесі роботи над представленим проектом використовувалися нормативні документи по проектуванню ПАТ, переліки виконуваних послуг.

Відповідно до завдання на розробку, у пояснювальній записці до бакалаврської роботи спроектовано та розраховано елементи підвіски автомобіля ГАЗ-3221

Виконаний огляд існуючих конструкцій стендів для перевірки ресор. Визначене найбільше оптимально підходяще устаткування.

У конструкторській частині спроектована конструкція стенда для перевірки ресор, складена технологічна карта випробування ресори.

Перелік ключових слів: ЕЛЕМЕНТИ ПІДВІСКИ , РЕСОРА, СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ, ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Навузь знань 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завітувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Духа О.В.

1 березня 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Михайлову Богдану Миколайовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Вдосконалення конструкції, методики розрахунку та розробка  
стенду для випробування ресор автомобіля ГАЗ - 3221.

Рівень проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 7 березня 2023р. № 26(6)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 10 червня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення  
вироблених деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню,  
дефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки  
роботи при виконанні ремонтних робіт; техніка – економічні показники роботи  
підприємства

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

1 Патентно-інформаційний огляд існуючих конструкцій підвісок; 2 Опис конструкції  
на регулювань підвіски; 3 Розрахунок підвіски автомобіля газ – 3221; 4 Розробка  
конструкції стенда для перевірки ресор; 5 Технологічний процес ремонту ресори ГАЗ  
3221

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на  
зайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>15.05.2023</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.05.2023</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.05.2023</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>2.06.2023</i>	
5	<i>Оформлення презентації бакалаврської роботи</i>	<i>5.06.2023</i>	
6	<i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>	<i>9.06.2023</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.06.2023</i>	

Студент

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

Керівник проекту (роботи)

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

*Богдан МИХАЙЛЮК*  
Ініціали, прізвище

*Олег БАБАК*  
Ініціали, прізвище

Змін  
Розр  
Перв  
Розр  
Н. К  
Зарт

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК.....	
1.1 Конструкція еластичного шарніра.....	9
1.2 Опис винаходу конструкції ресорної підвіски.....	9
1.3 Опис винаходу підвісок вантажних автомобілів підвищеної прохідності.....	12
1.4 Опис винаходу листових ресор автотранспортних засобів.....	19
2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ.....	
2.1 Підбір ресорної підвіски.....	22
2.2 Підбір гідравлічних амортизаторів.....	33
3 РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ – 3221.....	
3.1 Побудова пружної характеристики і визначення основних параметрів підвіски.....	36
3.2 Розрахунок ресори.....	36
3.3 Розрахунок амортизатора.....	43
3.4 Міцнісні розрахунки.....	47
4 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РЕСОР.....	
4.1 Технічне завдання на розробку стенда для перевірки ресор.....	49
4.1.1 Найменування й область застосування продукції.....	49

**ДРАТТАМ 23.20110.000 ПЗ**

Змін	Арж.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Михайлов			Вдосконалення конструкції, методики розрахунку та розробка стенду для випробування ресор автомобіля ГАЗ - 3221	Літ.	Арж.	Актуальн
Перевір.		Бабак					4	72
Реценз.						<b>ХНУ група АТс 20-2</b>		
Н. Контр.		Рудик						
Затверд.		Духа						

4.1.2 Підстава для розробки.....	49
4.1.3 Джерела розробки.....	50
4.1.4 Технічні вимоги.....	50
4.1.5 Ергономічні показники.....	53
4.1.6 Економічні показники.....	54
4.1.7 Стадії і етапи розробки .....	54
4.1.8 Порядок контролю і приймання.....	55
4.2 Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки ресор.....	55
4.2.1 Аналіз завдання.....	55
5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ РЕСОРИ ГАЗ – 3221.....	64
5.1 Характеристика об'єкта, можливі несправності й методи їх усунення.....	64
5.2 Особливості технологічного процесу ремонту ресори.....	66
5.3 Технологічна карта випробувань ресори ГАЗ – 3221.....	66
ВИСНОВКИ.....	67
ЛІТЕРАТУРА.....	69
ДОДАТКИ.....	72



Оцінні параметри плавності ходу автомобіля повинні характеризувати вплив коливань на водія та на перевезений вантаж. Припустимий рівень коливань для організму людини обмежений. Це значить, що якщо немає спеціальних обмежень по припустимій інтенсивності коливань для перевезеного вантажу, то оцінні критерії плавності ходу повинні ґрунтуватися на сприйнятті коливань людиною. У результаті проведених досліджень було встановлено, що людина сприймає коливання вестибулярним апаратом, очами, суглобами та м'язами, шкірою. Людський організм сприймає коливання по-різному залежно від їхньої частоти. У зоні низьких частот сприйняття коливань пропорційно прискоренням, у зоні середніх частот – швидкостям, а в зоні високих частот – переміщенням. Людський організм найбільш чутливий до вертикальних коливань у діапазоні частот 4...8 Гц і горизонтальним – 1...2 Гц.

Підвіска розділяє всі маси автомобіля на дві частини – підресорені та непідресорені. Підресорені - частини, що опираються на підвіску: кузов, рама й закріплені на них механізми. Непідресорені – частини, що опираються на дорогу: мости, колеса, гальмівні механізми.

Підвіска автомобіля складається із чотирьох основних пристроїв – напрямного, пружин, що гасить і стабілізуючого.

Напрямний пристрій підвіски направляє рух колеса і визначає характер його переміщення щодо кузова та дороги. Напрямний пристрій передає поздовжні та поперечні сили і їх моменти між колесом і кузовом автомобіля.

Пружний пристрій зм'якшує поштовхи і удари, передані від коліс на кузов автомобіля, при наїзді на дорожні нерівності. Пружний пристрій виключає копіювання кузовом нерівностей дороги і поліпшує плавність ходу.

Пристрій, що гасить, підвіски зменшує коливання кузова і коліс автомобіля дороги, що виникають при русі по нерівностях, і приводить їх до загасання. пристрій, що гасить, перетворює механічну енергію коливань у теплову з наступним розсіюванням у навколишнє середовище.

											Арк.
											7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Стабілізуючий пристрій зменшує бічний крен і поперечні кутові коливання кузова автомобіля.

У деяких випадках той самий елемент підвіски може виконувати різні функції.

Підвіска може бути залежною, незалежною та напівзалежною. При залежній підвісці положення коліс, посаджених на одну вісь, взаємозалежні. При незалежній такий зв'язок відсутня. Напівнезалежна – колеса зв'язані тільки пружним елементом. По типу пружного елемента підвіска може бути ресорною, пружинною, торсіонною, пневматичною, пневмогідравлічною, пластмасовою та гумовою. У якості пружного елемента використовуються ресори, пружини, торсіони, пневматичні та пневмогідравлічні елементи, що використовують пружні властивості повітря і рідини, гумові і пластмасові елементи. Також підвіски можна розділити на регульовані й нерегульовані; зі стабілізатором і без стабілізатора.

Темою даного проекту є проектування ресорної малолистової задньої підвіски автомобіля повною масою 10-11 тонн. Оскільки продуктивність автомобіля безпосередньо зв'язана зі швидкістю руху, завдання полягає в розробці підвіски, що забезпечує можливість тривалого руху автомобіля по дорогах з нерівною поверхнею в інтервалі експлуатаційних швидкостей, без швидкої стомлюваності водія та ушкодження вантажу.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1 ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК

## 1.1 Конструкція еластичного шарніра

Винахід ставиться до області транспортного машинобудування та експлуатації транспортних засобів, а більш конкретно - до з'єднання листової ресори з рамою автомобіля і тролейбуса.

Відомий шарнір ковзання в з'єднанні листової ресори з рамою автомобіля, який містить накладне вушко ресори із втулкою і ресорний палець, що з'єднує вушко ресори із кронштейном на рамі. У такому шарнірі високі динамічні навантаження приводять до швидкого зношування деталей шарніра - пальця і втулки вушка, внаслідок чого шарнір вимагає регулярного змащення та частої заміни пальця і втулки.

Відомий шарнір у вигляді еластичної опори вушка листової ресори автомобіля по патенту металевий палець, що містить, втулку пальця, еластичну втулку, проміжну втулку і втулку вушка, при цьому втулка пальця, еластична та проміжна втулки за допомогою шайби та гайки щільно закріплені в кронштейні ресори. Відомий також шарнір, найбільш близький до запропонованого, у вигляді еластичної гумової опори (П.П.Лукин, Г.А.Гаспарянц, В.Ф.Родіонов "Конструювання і розрахунок автомобіля", М. "Машинобудування", 1984 р., стор. 164), що має палець і гумові втулки, які при складанні в осьовому напрямку стискаються зусиллям, що забезпечують поворот вушка ресори щодо пальця. Зазначені шарніри у вигляді еластичних опор знижують або повністю виключають необхідність у змащуванні, зменшують динамічні навантаження, вібрацію та скручування ресори. Однак еластичні гумові елементи при такій конструкції шарніра мають обмежену твердість з'єднання, що може викликати додаткове коливання, внаслідок чого зазначені еластичні опори не застосовуються при значних величинах

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

навантажень, характерних для транспортних засобів підвищеної вантажопідйомності.

У той же час відомий гумометалевий шарнір гусеничного ланцюга сполучний палець, що містить у вушках, з кільцевими гумовими елементами і обмежниками радіального переміщення.

Запропонованим винаходом вирішується завдання підвищення навантажувальної здатності еластичної опори вушка листової ресори транспортного засобу.

Для досягнення цього технічного результату в шарнірі, що містить вушка кронштейна ресори, вушко вушка ресори з металевою втулкою та металевий палець, палець виконаний з ділянками різного діаметра, і на ділянках меншого діаметра палець має пов'язані з ним еластичні кільця, а ділянки більшого діаметра є обмежниками радіального переміщення еластичних кілець.

Відмітною ознакою запропонованого шарніра від зазначеного вище відомого, найбільш близького до нього, є наявність у пальця ділянок, що чергуються, з різною твердістю.

Завдяки наявності цієї ознаки шарнір при невеликих навантаженнях має необхідні амортизаційні властивості, а при збільшенні навантаження твердість шарніра також збільшується, що дозволяє застосувати шарнір у великовантажних транспортних засобах.

Запропонований шарнір показаний на кресленні з розрізом по осі пальця.

Еластичний шарнір ресори містить два вушка 1 (рис. 1.1) кронштейна ресори, вушко 2 з металевою втулкою накладного вушка ресори, палець 3 ресори з еластичними кільцями 4 і обмежниками 5 радіального переміщення еластичних кілець. Еластичні кільця виконані між обмежниками радіального переміщення і мають із ними клинчастий (в осьовому перерізі) зазор і можуть виконуватися з поздовжніми по зовнішньому діаметру вилученнями для забезпечення кращої працездатності на скручування. Для забезпечення достатньої первісної твердості шарніра після запресовування пальця еластичні

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

кільця виконані із зовнішнім діаметром більше діаметра отворів вушок шарніра, а для забезпечення еластичності шарніра в широких межах зміни навантаження діаметр обмежувачів радіального переміщення виконаний менше діаметра вушок шарніра. Необхідну міцність пальцю надає розміщення в місцях з'єднання вушок обмежувачів радіального переміщення, причому кожний із цих обмежувачів частково розміщений у вушку кронштейна ресори і частково у вушку накладного вушка ресори.

Робота шарніра здійснюється в такий спосіб.

При циклічних поворотах вушка 2 накладного вушка ресори щодо вушок 1 кронштейна ресори еластичні кільця 4 пальця 3 працюють на скручування й деформуються в окружному напрямку. Одночасно внаслідок вертикальних і поздовжніх сил ( від ваги транспортного засобу, від тягових або гальмових зусиль) еластичні кільця деформуються в радіальному напрямку. При невеликих навантаженнях деформація еластичних кілець невелика, кільця мають невелику радіальну твердість і внаслідок цього гарні амортизаційні властивості. При збільшенні радіального навантаження і відповідно до подальшої деформації еластичних кілець поступово зменшується аж до повного змикання осьовий зазор між еластичними кільцями та обмежувачами радіального переміщення і відбувається плавне наростання радіальної твердості шарніра. При подальшому збільшенні тягового навантаження починають працювати обмежувачі радіального переміщення і шарнір стає повністю твердим.

Таким чином, шарнір забезпечує високі амортизаційні властивості в широкому діапазоні зміни навантажень, витримує підвищені тягові навантаження, не втрачаючи при цьому здатності відновлювати амортизаційні властивості після зняття підвищених навантажень, і внаслідок цього без технічного обслуговування протягом тривалого часу зберігає свою працездатність.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Це досягається тим, що в ходовій частині, що містить раму, підвіски, листові ресори, передні та задні колеса, при цьому на передніх колесах встановлені маятникові важелі, закріплені за допомогою двох серг із маятниковим важелем, середня частина жорстко закріплена на рамі, а задня частина із заднім колесом через важіль і сергу.

На кресленні представлена ходова частина транспортного засобу.

Ходова частина транспортного засобу містить ресору 1 (рис. 2.2), яка своєю середньою частиною закріплена жорстко на рамі 2 кронштейном 3. Місце кріплення ресори на рамі розташоване близько до центру ваги транспортного засобу. Передній кінець ресори пов'язаний з маятниковим важелем 4 переднього колеса 5 за допомогою проміжного важеля 6 і серг 7 і 8, задній кінець ресори із заднім колесом 9 за допомогою важеля 10 і серги 11. Для гасіння коливань коліс є амортизатори 12 і 13, закріплені одним кінцем на транспортному засобі, а іншим кінцем з'єднані з маятниковим важелем 4 і важелем 10.

При наїзді переднього колеса на перешкоду маятниковий важіль 4 повертається щодо осі 14 і через серги 7 і 8 взаємодіє з передньою половиною ресори 1, що гасить удар. При наїзді на перешкоду заднього колеса 9 важіль 10 повертається навколо осі 15 і удар гаситься задньою половиною ресори 1.

Запропонована ресора дозволяє добитися незалежної роботи кожного колеса.

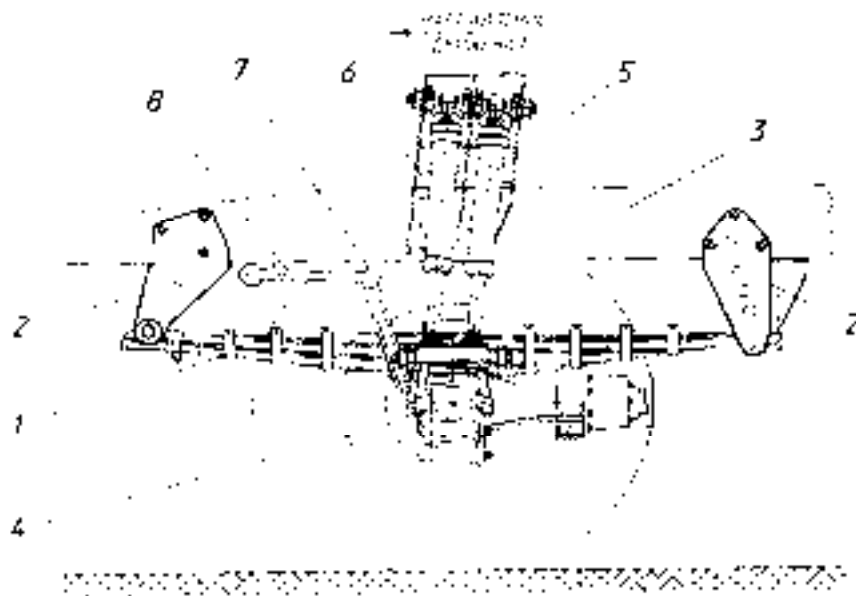
					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



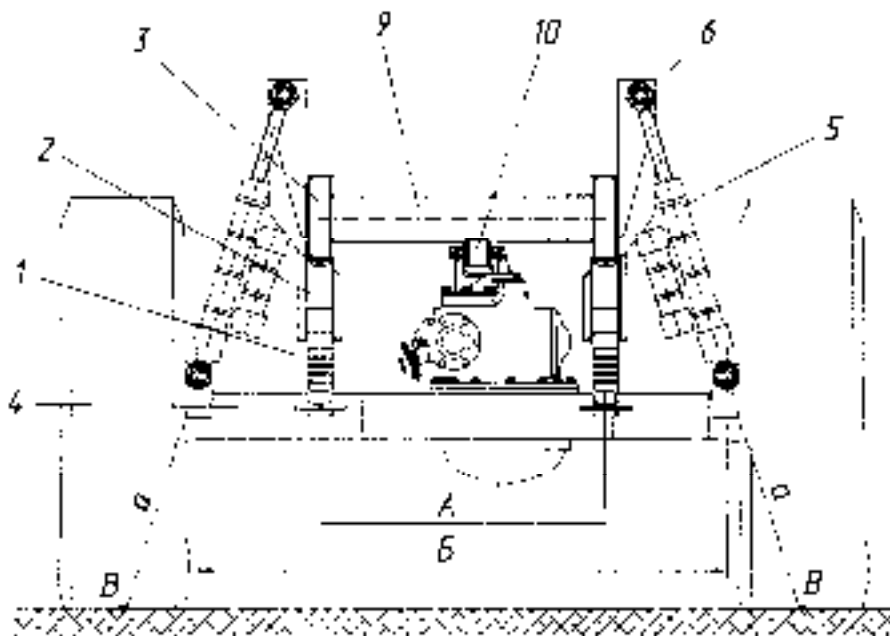








б - те ж, вид збоку;



в - підвіска автомобіля (варіант 2), вид позаду;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ

Арк.

18





Перша з них має підвищену в 1,5-2 рази довговічність при тій же вантажопідйомності автотранспортного засобу або підвищеної на 10-20% вантажопідйомністю автотранспортного засобу при тій же довговічності. При цьому запропонована ресора має однакову з відомою ресорою масу.

Друга - має однакову з відомою ресорою довговічність і вантажопідйомністю автотранспортного засобу. При цьому має масу на 20-30% нижче маси відомої ресори.

Крім того, було досягнуто значне зниження вартості виготовлення запропонованих листових ресор.

Для проведення експериментальних стендових порівняльних випробувань відомої та запропонованої листових ресор були виготовлені задні листові ресори автомобіля

Запропонована листова ресора має традиційну конструкцію, яка не вимагає додаткових графічних пояснень.

Експлуатація запропонованої листової ресори автотранспортного засобу є стандартною та не відрізняється від існуючої в цей час.

Слід зазначити, що виготовлення запропонованої листової ресори автотранспортного засобу з вуглецевої конструкційної сталі зниженою прогартовуванності доцільніше виготовлення відомої листової ресори із традиційних матеріалів і за традиційною технологією через низьку вартість сталі зниженою прогартовуванності, значно низьких працезатрат при термічній обробці ресорних листів, а також за рахунок підвищення якості її виготовлення.

Зміст хімічних елементів у сталі зниженою прогартовуванності, а також технологія виготовлення запропонованої листової ресори автотранспортного засобу з неї є предметом "НОУ-ХАУ", але при цьому не вимагає для свого втілення створення складного технологічного устаткування та залучення більших матеріальних витрат.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## 2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ

### 2.1 Підбір ресорної підвіски

На вантажних автомобілях найбільше поширення одержали залежні підвіски з листовими ресорами в якості пружних елементів.

Ресора складається із зібраних разом окремих листів вигнутої форми. Застосовуються багатолістові, маллистові та однолистові ресорні підвіски. Якщо зона кріплення балки моста ділить ресору на нерівні частини - несиметрична ресора, а якщо ні, то – симетрична.



Рисунок 2.1 – Схема ресорної підвіски

Кривизна листів неоднакова і залежить від їхньої довжини. Вона збільшується зі зменшенням довжини листів. Взаємне положення листів у зібраній ресорі звичайно забезпечується стяжним центровим болтом 2 (рис. 2.1). Крім того, листи скріплені хомутиками 3, які виключають бічне зрушення одного листа щодо іншого й передають навантаження від корінного листа 1 (розвантажують його) на інші листи при зворотному прогині ресори. Корінний лист має найбільшу довжину. Форма його кінців залежить від способу кріплення ресори.

Основною перевагою листових ресор є їхня здатність виконувати одночасно функції пружин, що направляє, гасить і стабілізуючого пристроїв підвіски. Крім того, листові ресори прості у виготовленні і легко доступні для

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ремонту в експлуатації. У порівнянні із пружними пристроями інших типів листові ресори мають підвищену масу, менш довговічні, мають сухий (міжлистовим) тертям.

Кінці ресори з'єднують із рамою або кузовом автомобіля. Передній кінець закріплюють за допомогою пальця, а задній – найчастіше рухливою сергою. При такому з'єднанні кінців ресори її довжина може змінюватися під час руху автомобіля.

Найбільше поширення для виробництва багатолистових ресор одержали кремєністі та хромомарганцеві сталі типу 60С2 і 50ХГ із твердістю після термообробки 363...444 НВ.

Останнім часом у вантажному автомобілебудуванні починають знаходити застосування малолистові (два – чотири листа) ресори із прокату змінного перетину, максимально наближеного до перетину балки рівного опору. Із усіх можливих варіантів утворення балки рівного опору застосовують в основному варіант із листами постійної ширини та змінної товщини (параболічні ресори). Малолистові ресори дозволяють полегшити підвіску, крім того, знижують вібрації, передані на раму автомобіля, внаслідок зменшення сили тертя між листами.

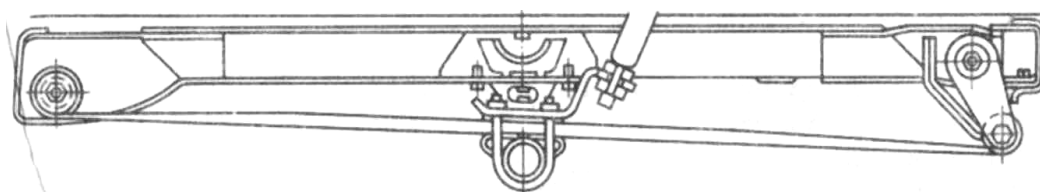


Рисунок 2.2 – Однолистова ресора автомобілів фірми “Рено”

Самим вигідним рішенням з погляду економії маси є однолистова ресора. Однак, на вантажних автомобілях однолистові ресори не застосовують через труднощі розміщення ресори великої довжини, а також з міркувань безпеки. Пломка однолистової ресори означала б негайну втрату керованості. Цим

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

пояснюється те, найбільше поширення мають двох- і трьох листові малолістові ресори.

У результаті досліджень ресор з несиметричним профілем листів на ряді підприємств стали застосовувати прокат несиметричного профілю: Т-подібний (ДСТУ 74196-78), трапецивидно-східчастий (ДСТУ 74195-78).

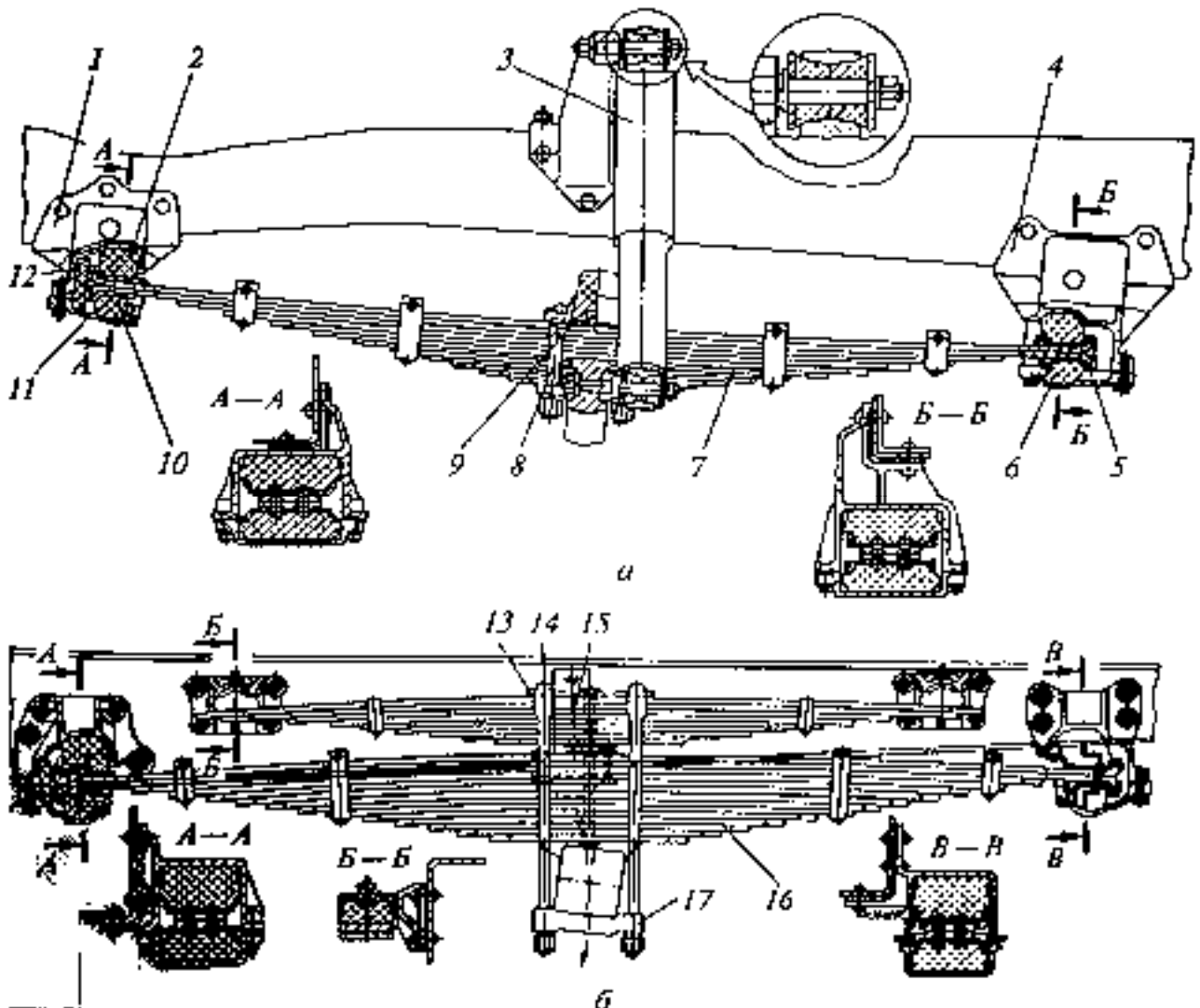


Рисунок 2.3 – Передня (а) і задня (б) підвіски вантажних автомобілів ГАЗ

На рис. 2.3(а) показана передня підвіска вантажних автомобілів ГАЗ. Підвіска залежна, ресорна з амортизаторами. Листова ресора 7 прикріплена до балки моста двома драбинами 8, а до рами - через гумові опори. Гумові опори закріплено в кронштейнах 1 і 4, приклепаних до рами. Ці кронштейни мають кришки 6, які дозволяють монтувати і демонтувати ресори, а також замінити



Він вільно встановлено в кронштейні 9, прикріпленому до рами, і впирається на сухар 16. До заднього кінця ресори прикріплена накладка, що захищає від зношування корінний лист. Для запобігання від зношування стінок кронштейна на пальці 17 сухаря встановлені вкладиші 18. Взаємне положення листів у ресорі забезпечується за допомогою спеціальних вставок, виконаних у середній частині листів. Хід переднього моста нагору обмежується гумовими буферами – основним 5 і додатковим 8, які встановлені на ресорах і рамі відповідно. Телескопічні гідравлічні амортизатори 7 кріпляться до рами та балці переднього моста за допомогою гумометалевих шарнірів 15 і забезпечують гасіння коливань у передній підвісці автомобіля.

Задня підвіска автомобілів ЗІЛ залежна, ресорна, без амортизаторів, з підресорниками. Підресорник розташований зверху основної ресори і разом з нею прикріплений до балки заднього моста за допомогою ресорних драбин 20 і накладок 21, 25. Між основною ресорою 24 і підресорником 22 установлений проміжний лист 23. Для передачі на підресорник рамі приклепані кронштейни 19. У ці кронштейни впираються кінці самого довгого листа підресорника, які виконані плоскими.

На рис. 2.5 зображена балансирна підвіска вантажних автомобілів ЗІЛ високої прохідності. Звичайно балансирна підвіска застосовується в тривісних автомобілях, тому що середній (проміжний) і задній привідні мости розташовуються близько один до іншого.

Балансирна підвіска виконана на двох поздовжніх напівеліптичних ресорах із шістьма поздовжніми поперечними штангами. Ресора 1 середньою частиною прикріплена до маточини 9 за допомогою накладки 3 і драбин 4. Кінці ресори вільно встановлено в опорах 2, приварених до балок мостів.

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ

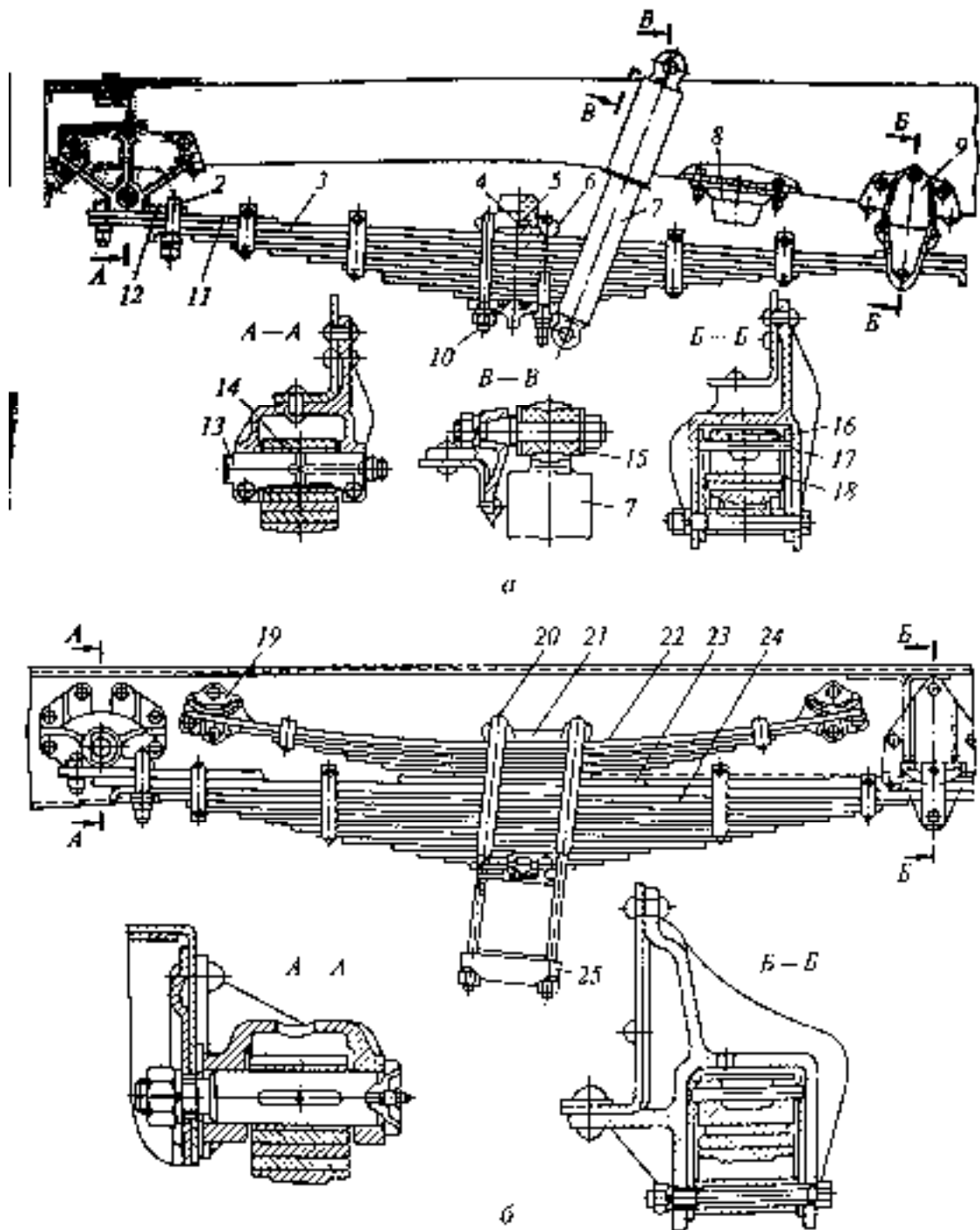


Рисунок 2.4 – Передня (а) і задня (б) підвіски автомобілів ЗІЛ

Маточина розміщена на кінцях осі 8 на втулці, яка виготовлена з антифрикційного матеріалу і запресована в маточину. Маточина закріплена на осі гайкою 7 і зовні закрита кришкою 6. У кришці є отвір із пробкою 5 для заливання масла, а в маточині – отвір із пробкою для його зливу. Для

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



поглибленнями, виконаними в середній частині листів, а зібраної ресори щодо балки моста – штифтом 7. Передній кінець ресори має знімне вушко 15 із втулкою 14, прикріплене до корінного листа ресори болтом 11 і накладкою 9. Кінець ресори кріпиться до рами в кронштейні 12 шарнірно на гладкому пальці 13, який фіксується двома стяжними болтами 10. Задній кінець ресори – ковзний. Він вільно встановлено в кронштейні 17 рами і опирається на сухар 19. До заднього кінця ресори прикріплена накладка, що захищає корінний лист від зношування. Для запобігання від зношування кронштейна 17 на пальці 18 сухаря встановлені вкладиші 16.

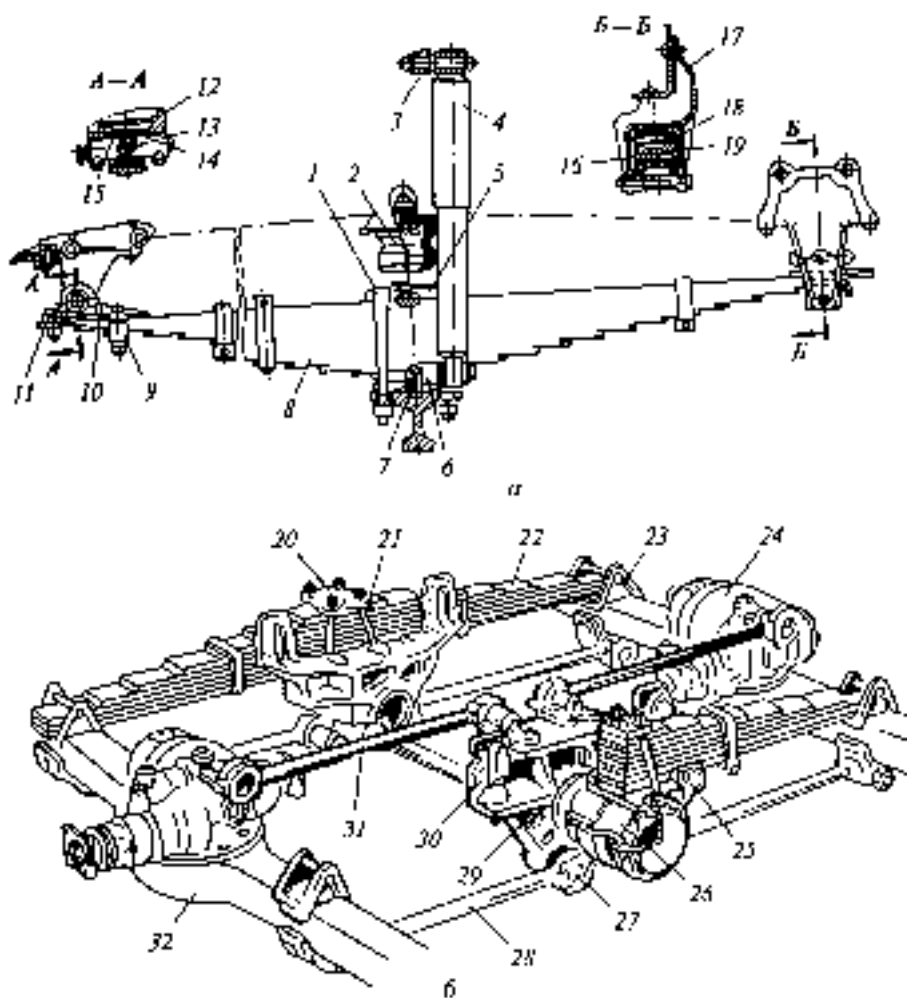


Рисунок 2.6 – Підвіска автомобілів Камаз

Хід переднього моста нагору обмежують порожні гумові буфери 2 стиску, встановлені на лонжеронах рами. Амортизатори 4 нижніми кінцями

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

приєднані до кронштейнів підбивок 6, а верхніми – до кронштейнів 3 рами. Для кріплення амортизаторів застосовуються гумометалеві шарніри.

Задня підвіска балансна, залежна. Кожна ресора 22 прикріплена середньою частиною до маточини 25 накладкою 20 і двома драбинами 21. Кінці ресори вільно встановлено в опорах 23, прикріплених до балок середнього 32 і заднього 24 привідних мостів. Маточина 25 установлена на виготовленій з антифрикційного матеріалу втулці на осі 26, закріпленої в кронштейні 29, який пов'язаний із кронштейном 30 підвіски, прикріпленим до лонжерона рами.

Середній 32 і задній 24 привідні мости з'єднані кожний з рамою трьома реактивними штангами – двома нижніми 28 і верхньої 31. Кінці реактивних штанг закріплені в кронштейнах на рамі і мостах самопідтискними шарнірами 27. Ці шарніри складаються з кульових пальців, внутрішніх і зовнішніх вкладишів, що й підтискають їхніх пружин. Шарніри закриті кришками, ущільнені манжетами і змазуються через маслянки.

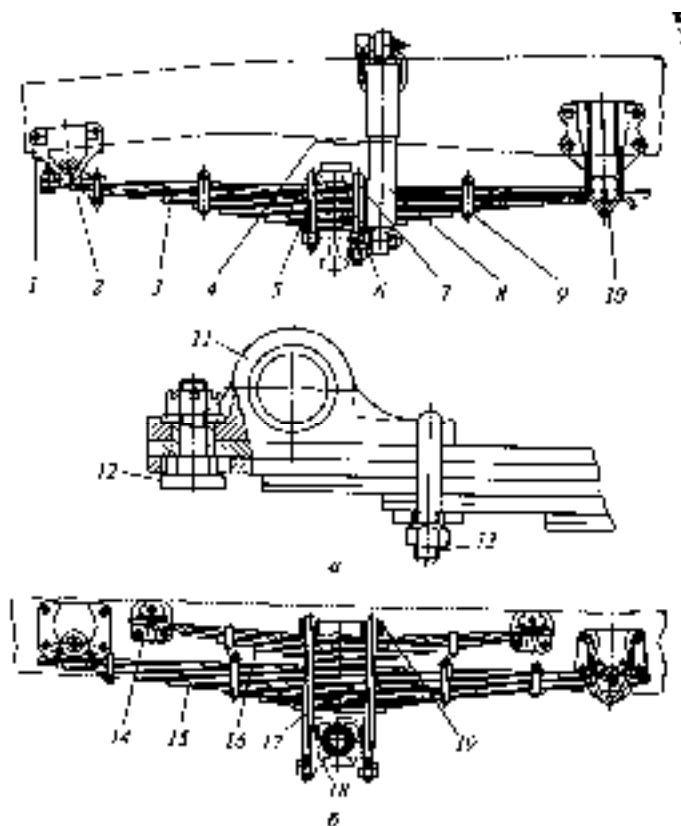


Рисунок 2.7 – Підвіска автомобілів МАЗ

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ	

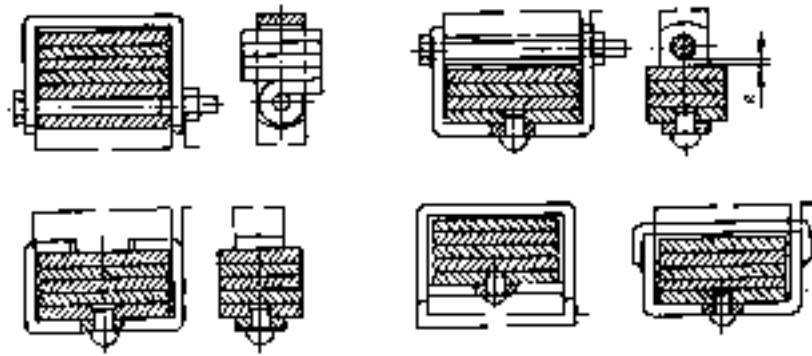


Рисунок 2.8 – Хомути ресор

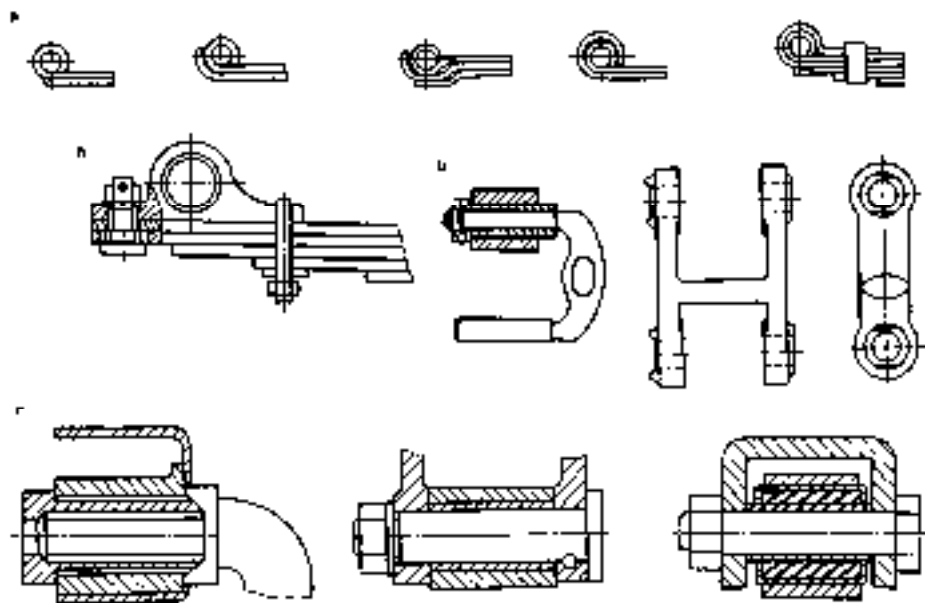


Рисунок 2.9 – Вузли кріплення ресори до рами

Найпоширеніша конструкція фіксованого кінця ресори являє собою верхнє кручене вушко (рис. 2.9 а). Другий лист може повністю або частково охоплювати вушко для підвищення його надійності. Для важко навантажених ресор застосовуються окремі вушка (рис. 2.9 в). Другий кінець ресори робиться з вушком, з'єднується із кронштейном на рамі або виконується ковзним (рис. 2.4). Для запобігання випадання ковзного кінця ресори із кронштейна при

відбої щоки його стягнуті болтом з розпірною втулкою, а кінець останнього корінного листа відігнуть.

У вушках ресор і сережок застосовуються втулки. На легкових автомобілях широко застосовуються різьбові або гумові втулки, на вантажних – гладкі. Вони зручні у виробництві і мають високу довговічність за умови регулярного змазування. Іноді застосовуються металокерамічні втулки, які завдяки своїй пористій структурі краще втримують мастильний матеріал. На деяких автомобілях обоє кінця ресори кріпляться в гумових подушках (рис. 2.3), що поліпшує віброізоляцію підресореної маси.

Кінці листів можуть виконуватися прямокутної форми (рис. 2.9 а), одержуваної безпосередньо при обрубці смуги на листі. Виробництво листів з такою формою найменш трудомістко, однак при цьому виходить найбільші відхилення форми реальної ресори від ідеальної балки рівного опору. Більше наближення до форми ідеальної ресори дають листі з кінцями, утвореними по трапеції (рис. 3.10 б). Форма реальної ресори наближається до ідеальної при розкатаних кінцях листів, тому що при цьому зменшується як маса ресори, так і вихідного матеріалу. Для зменшення міжлистового тертя та фретинг-корозії листі змазують перед складанням графітним мастильним матеріалом або застосовують міжлистові прокладки. Іноді ресора вкладається в спеціальні чохла для запобігання від влучення пилу та бруду.

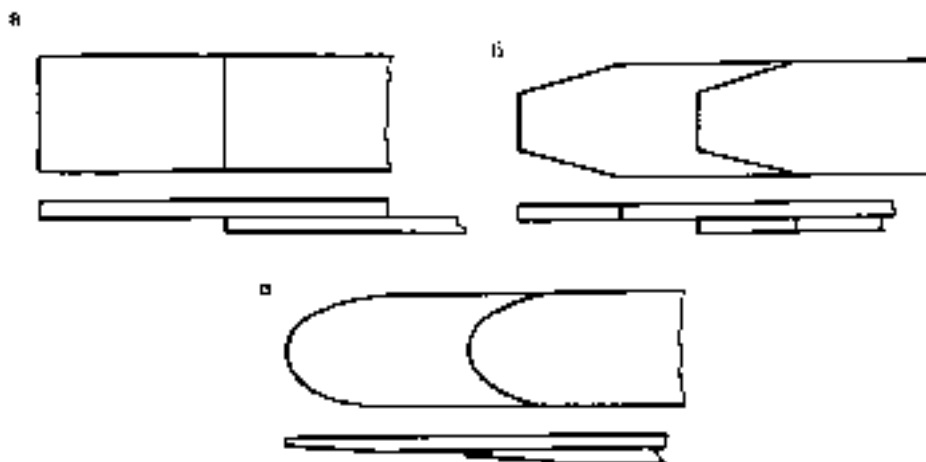


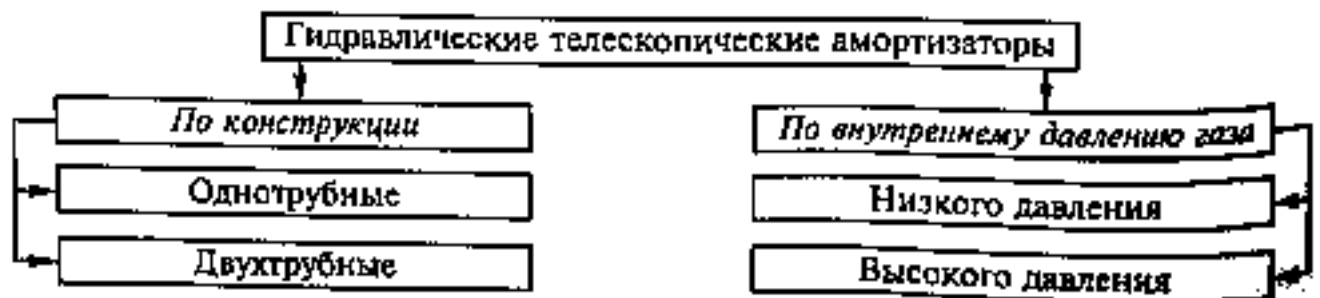
Рисунок 2.10 – Кінці листів ресори

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 2.2 Підбір гідравлічних амортизаторів

Як було показано вище, часто при застосуванні ресорної підвіски встановлюються амортизатори. Амортизаторами називають пристрої, що перетворюють механічну енергію в теплову з наступним її розсіюванням у навколишнє середовище.

Амортизатори служать для гасіння коливань кузова та коліс автомобіля і підвищення безпеки руху автомобіля. У передніх і задніх підвісках автомобіля застосовують амортизатори телескопічного типу.



Гідравлічні амортизатори по конструкції аналогічні поршневым насосам. Відмінність полягає в тому, що амортизаторна рідина (масло) перекачується тільки усередині амортизаторів з однієї камери в іншу по замкненому колу циркуляції. При цьому амортизатори працюють при тиску 3,0...7,5 МПа і при роботі можуть нагріватися до 160° С та більше.

Гідравлічні амортизатори гасять коливання кузова та коліс автомобіля в результаті створюваного ними опору (рідинного тертя) перетіканню рідини через клапани і калібровані отвори.

Амортизатори підвищують безпека руху автомобіля, тому що запобігають відриву коліс від поверхні дороги й забезпечують їхній постійний контакт із дорогою.

Двотрубні амортизатори мають робочий циліндр і резервуар, а однотрубні – тільки робітник циліндр. У двотрубних амортизаторах амортизаторна рідина та повітря стикаються між собою, внутрішній тиск



впливом слабкої пластинчастої пружини 23. Отвору внутрішнього ряду знизу закриті клапаном віддачі 29 з дисками 25, 28, гайкою 8, шайбою 26 і сильною пружиною 9. У днище циліндра розташований клапан стиску з дисками 3, 4 і пружиною 5, обойма 6 і тарілка якого мають ряд наскрізних отворів. Циліндр 12 заповнений амортизаторною рідиною, витіканню якої перешкоджає ущільнювач 18 з обоймою 19, що підтискається гайкою 15, яку вкручено в резервуар 11 з вушком 1. Порожина амортизатора, укладена між циліндром 12 і резервуаром 11, служить для компенсації зміни обсягу рідини в циліндрі по обидві сторони поршня, що виникає через переміщення штока 13 амортизатора, який захищений кожухом 14.

Проаналізувавши конструкції підвісок застосовуваних на вантажних автомобілях і автобусах вибрали схему проектованої підвіски вантажного автомобіля. Оскільки автомобіль не вимагає регулювання рівня підлоги і не призначений для руху в поганих дорожніх умовах, зупинили свій вибір на ресорній підвісці з поздовжнім розташуванням ресор. Оскільки автомобіль має залежну задню підвіску, то застосовані пружні елементи. Крім того при застосуванні ресорної підвіски відпадає необхідність у напрямному апараті, що дозволяє зменшити номенклатуру деталей, що входять у підвіску проектованого автомобіля і спростити конструкцію.

Ресорна підвіска має достатню енергоємність, при відносно невеликій масі і складності виготовлення. Такі ресори дозволяють забезпечити високу плавність ходу і при цьому не пред'являють істотних вимог до компонування автомобіля.

До недоліків ресорних підвісок відносяться : більші габарити в поздовжньому напрямку що не так суттєво на вантажних автомобілях, листі малолистових ресор при деформації переміщуються друг щодо друга і на їхніх поверхнях з'являються задири, особливо при недоліку графітового змащення.

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

### 3 РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ - 3221

#### 3.1 Побудова пружної характеристики і визначення основних параметрів підвіски

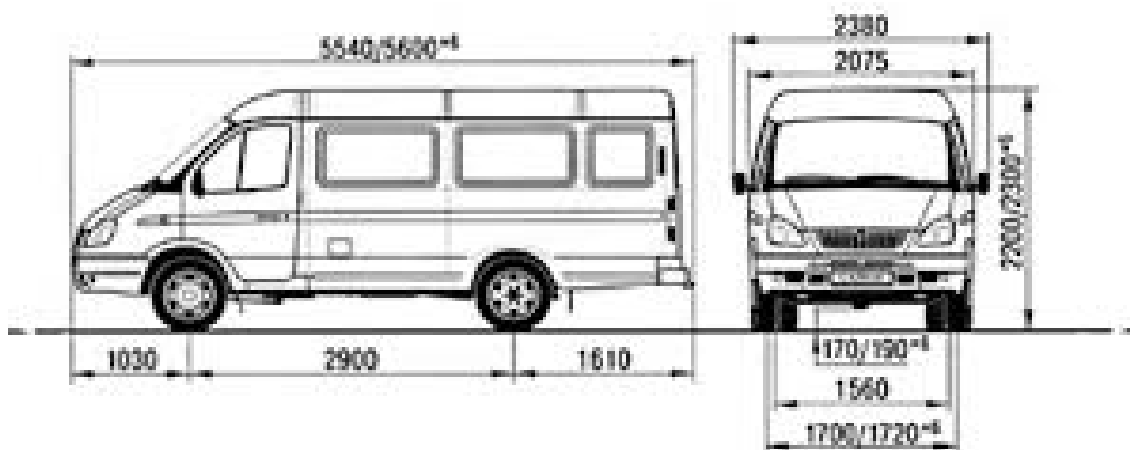


Рисунок 3.1 – Габаритні розміри прототипу автомобіля ГАЗ - 3221

Навантаження на задню вісь:

- у спорядженому стані – 2950 кг
- у навантаженому стані – 6350 кг

Грунтуючись на проведеному огляді існуючих підвісок і технічній характеристиці прототипу, пропонуємо застосувати на проектуваному автомобілі підвіску, що складається з малолистової ресори з підресорником.

Задаємося частотою власних коливань підресореної маси автомобіля  
 $\omega_0 = 2,0 \text{ Гц} = 12,56 \text{ рад/с}$ .

Визначаємо статичний прогин ресори в спорядженому стані:

$$\Delta_{\text{ст}}^0 = \frac{g}{\omega_0^2} = \frac{9,81}{12,56^2} = 0,062 \text{ м.}$$

Визначимо навантаження, що приводиться на підвіску від підресореної

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

маси в спорядженому стані:

$$F_{\text{ст}}^0 = \frac{M_{\text{сн}} \cdot g}{2} = \frac{2950 \cdot 9,81}{2} = 14469,75 \text{ Н.}$$

Відкладаємо на пружній характеристиці (рис. 3.1) значення  $F_{\text{ст}}^0$  і  $\Delta_{\text{ст}}^0$  -  
крапка А. Крапка О – початок координат. Проводимо лінію ОА. На продовженні  
лінії ОА відзначаємо крапку включення підресорника В. Ордината цієї крапки

визначається:

$$F_{\text{вкл.под.}} = F_{\text{ст}}^0 + \alpha \cdot F_{\text{гр}},$$

де  $\alpha=0,3\dots0,5$  – коефіцієнт, що показує частку навантаження при якій  
включається підресорник, ухвалюємо  $\alpha=0,4$ ;

$$F_{\text{гр}} = \frac{M_{\text{г}} - M_{\text{сн}}}{2} \cdot g,$$

де  $M_{\text{г}}=6350$  кг – навантаження на вісь у навантаженому стані;

$M_{\text{сн}}=2950$  кг – навантаження на вісь у спорядженому стані;

$$F_{\text{гр}} = \frac{6350 - 2950}{2} \cdot 9,81 = 16677 \text{ Н;}$$

$$F_{\text{вкл.под.}} = 14469,75 + 0,4 \cdot 16677 = 21140,55 \text{ Н.}$$

Жорсткість основних ресор визначається:

$$c_{\text{ор}} = \frac{F_{\text{ст}}^0}{\Delta_{\text{ст}}^0} = \frac{14469}{0,062} = 233370,98 \text{ Н/м.}$$

Прогин ресори до включення підресорника (абсциса крапки В):

$$\Delta_{\text{вкл.под.}} = \frac{F_{\text{вкл.под.}}}{c_{\text{ор}}} = \frac{21140,55}{233370,98} = 0,091 \text{ м.}$$

Задаємося частотою власних коливань після включення підресорника  
 $\omega_0 = 1,8 \text{ Гц} = 11,304 \text{ рад/с.}$

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{M}}$$

Тоді жорсткість ресори:

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$c = \omega^2 \cdot M = 11,304^2 \cdot 3175 = 405702,82 \text{ Н/м.}$$

$$\delta F = c \cdot \delta \Delta$$

Статичне навантаження навантаженого автомобіля на підвіску  
(ордината точки С):

$$F_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{гр}} \cdot g}{2} = \frac{6350 \cdot 9,81}{2} = 31146,75 \text{ Н;}$$

$$\delta F = F_{\text{ст}} - F_{\text{вкл.под.}} = 31146,75 - 21140,55 = 10006,2 \text{ Н;}$$

$$\delta \Delta = \frac{\delta F}{c} = \frac{10006,2}{405702,82} = 0,025 \text{ м.}$$

Тоді статичний хід підвіски (абсциса точки С):

$$\Delta_{\text{ст}} = \Delta_{\text{вкл.под.}} + \delta \Delta = 0,091 + 0,025 = 0,116 \text{ м.}$$

Задамося коефіцієнтом динамічності  $k_d=1,8$ . Визначимо максимальне навантаження на підвіску (крапка D):

$$F_{\text{max}} = k_d \cdot F_{\text{ст}} = 1,8 \cdot 31146,75 = 56064,15 \text{ Н.}$$

Визначимо повний прогин підвіски:

$$\delta \Delta = \frac{\delta F}{c} = \frac{56064 - 31146,75}{405702,82} = 0,0614 \text{ м;}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{ст}} + \delta \Delta = 0,116 + 0,064 = 0,18 \text{ м.}$$

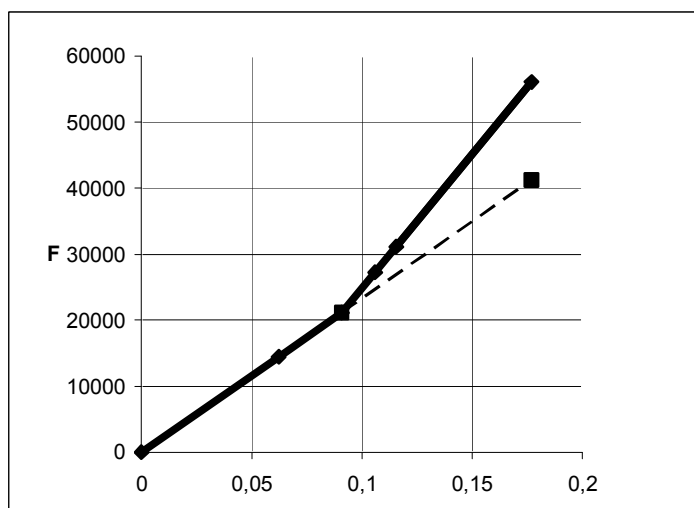


Рисунок 3.2 – Пружна характеристика ресорної підвіски

### 3.2 Розрахунок ресори

По конструктивних параметрах задаємося відстанню між драбинами:

$$l_{ст}=95 \text{ мм.}$$

Довжина ресори визначається:

$$L_p = L_a + l_{ст},$$

де  $L_a$  – активна довжина ресори, обчислюється з формули:

$$L_a^3 \cdot n = \left(\frac{3}{\sigma}\right)^3 \cdot \left(\frac{E \cdot \Delta}{\delta}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot F}{b};$$

$$L_a = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \cdot \left(\frac{3}{\sigma}\right)^3 \cdot \left(\frac{E \cdot \Delta}{\delta}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot F}{b}},$$

де  $n$  – кількість листів ресори, ухвалюємо  $n=4$ ;

$\sigma=950$  МПа – допустиме напруження в ресорі при повному прогині;

$E=2 \cdot 10^5$  МПа – модуль Юнга;

$\Delta=0,18$  м – максимальний прогин ресори ( із пружної характеристики підвіски);

$\delta=1,5$  – коефіцієнт, що враховує відмінність ресори від ідеальної;

$F=41170,6$  Н – максимальне навантаження на ресору ( із пружної характеристики);

$b$  – ширина листа ресори, з конструктивних міркувань ухвалюємо  $b=0,12$  м.

Одержуємо:

$$L_a = \sqrt[3]{\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{3}{950 \cdot 10^6}\right)^3 \cdot \left(\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,18}{1,5}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot 41170,6}{0,12}} = 1,433 \text{ м.}$$

Ухвалюємо мінімальну товщину кінця листа ресори  $h=10$  мм.

Визначимо максимальну товщину листа ресори:

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$h_{\max} = \sqrt{\frac{3 \cdot F \cdot L_a}{2 \cdot \sigma \cdot b \cdot n}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 41170,6 \cdot 1,433}{2 \cdot 950 \cdot 10^6 \cdot 0,12 \cdot 4}} = 0,0139 \text{ м.}$$

Далі за допомогою спеціальної програми на ЕОМ робимо оптимізацію отриманих параметрів ресори.

Таблиця 3.1 – Результати оптимізації ресори

Вихідні дані		Результати	
Статичне навантаження	26879,5 Н	Маса активної частини листів	53,137 кг
Статична напруга	612,2 МПа	Максимальна товщина листа	15,324 мм
Статичний прогин	116 мм	Уточнений статичний прогин	115,324 мм
Товщина кінця листа	10 мм	Кількість листів	4
Діапазон ширини листа	100...120 мм	Ширина листа	100 мм
Діапазон довжини листа	1200...1600 мм	Активна довжина листа	1440 мм
Діапазон кількості листів	3...5		

Далі здійснимо розрахунок параметрів підресорника.

Активна довжина підресорника:

$$L_{a_{\text{под}}} = \sqrt[3]{\frac{1}{n_{\text{под}}} \cdot \left(\frac{3}{\sigma}\right)^3 \cdot \left(\frac{E \cdot \Delta_{\text{под}}}{\delta}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot F_{\text{под}}}{b_{\text{под}}}}$$

де  $n_{\text{под}}$  – кількість листів ресори, ухвалюємо  $n_{\text{под}}=1$ ;

$\Delta_{\text{под}}=0,09$  м – максимальний прогин підресорника ( із пружної характеристики підвіски);

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

$F_{\text{под}}=14893,54 \text{ Н}$  – максимальне навантаження на підресорник ( із пружної характеристики);

$b_{\text{под}}$  – ширина листа підресорника, з конструктивних міркувань ухвалюємо  $b=0,12 \text{ м}$ .

Одержуємо:

$$L_{a_{\text{под}}} = \sqrt[3]{\frac{1}{1} \cdot \left(\frac{3}{950 \cdot 10^6}\right)^3 \cdot \left(\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,09}{1,5}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot 14893,54}{0,12}} = 1,04 \text{ м.}$$

Ухвалюємо мінімальну товщину кінця листа ресори  $h=10 \text{ мм}$ .

Визначимо максимальну товщину листа підресорника:

$$h_{\text{max}_{\text{под}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot F_{\text{под}} \cdot L_{a_{\text{под}}}}{2 \cdot \sigma \cdot b_{\text{под}} \cdot n_{\text{под}}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 14893,54 \cdot 1,04}{2 \cdot 950 \cdot 10^6 \cdot 0,12 \cdot 1}} = 0,012 \text{ м.}$$

Далі за допомогою спеціальної програми на ЕОМ робимо оптимізацію отриманих параметрів підресорника.

Таблиця 3.2 – Результати оптимізації підресорника

Вихідні дані		Результати	
Статичне навантаження	4267,25 Н	Маса активної частини листів	6,522 кг
Статична напруга	274,4 МПа	Максимальна товщина листа	13,7 мм
Статичний прогин	26 мм	Уточнений статичний прогин	26 мм
Товщина кінця листа	10 мм	Кількість листів	1
Діапазон ширини листа	100...100 мм	Ширина листа	100 мм
Діапазон довжини листа	700...1200 мм	Активна довжина листа	873 мм
Діапазон кількості листів	1...1		

Ухвалюємо параметри ресори та підресорника, отримані в результаті оптимізації.

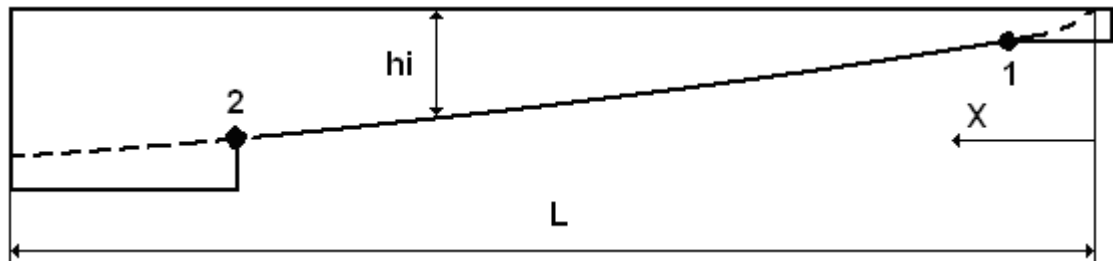


Рисунок 3.3 - Розрахункова схема для профілювання листів ресори і підресорника

Робимо профілювання листів ресори і підресорника.

$$L = \frac{L_p}{2} = \frac{95 + 1440}{2} = 767,5 \text{ мм};$$

$$L_{\text{підресорника}} = \frac{L_{\text{підресорника}}}{2} = \frac{95 + 873}{2} = 484 \text{ мм};$$

$$h_i = h_{\text{max}} \cdot \sqrt{\frac{X_i}{L}}$$

Таблиця 3.3 – Результати профілювання листів ресори і підресорника

Профілювання листа ресори											
$X_i$ , мм	0	76,75	153,5	230,25	307	383,75	460,5	537,25	614	690,75	767,5
$h_i$ , мм	0	4,85	6,85	8,39	9,69	10,84	11,87	12,82	13,71	14,54	15,324
Профілювання листа підресорника											
$X_i$ , мм	0	48,4	96,8	145,2	193,6	242	290,4	338,8	387,2	435,6	484
$h_i$ , мм	0	4,33	6,13	7,50	8,66	9,69	10,61	11,46	12,25	13,0	13,7

### 3.3 Розрахунок амортизатора

#### 1 Розрахунок характеристики і параметрів амортизатора

Для розрахунку амортизатора необхідно вибрати коефіцієнт аперіодичності  $\psi=0,15\dots 0,30$ . Ухвалюємо  $\psi=0,25$ .

$$\psi = \frac{k}{2 \cdot \sqrt{M \cdot c}}$$

Коефіцієнт опору амортизатора:

$$k = 2 \cdot \psi \cdot \sqrt{M \cdot c},$$

де  $M=3175$  кг – маса, що доводиться на підвіску, наведена до центру колеса;

$c=405702,82$  Н/м – жорсткість підвіски, наведена до центру колеса.

$$k = 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{3175 \cdot 405702,82} = 17945,1 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Відношення коефіцієнтів опору амортизатора на ході відбою і стиску:

$$\gamma = \frac{k_{\text{отб}}}{k_{\text{сж}}};$$

$\gamma=2\dots 4$ . Ухвалюємо  $\gamma=3$ .

$$k = \frac{k_{\text{отб}} + k_{\text{сж}}}{2} = \frac{\gamma \cdot k_{\text{сж}} + k_{\text{сж}}}{2};$$

$$k_{\text{сж}} = \frac{2 \cdot k}{1 + \gamma} = \frac{2 \cdot 17945}{1 + 3} = 8972,5 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}};$$

$$k_{\text{отб}} = \gamma \cdot k_{\text{сж}} = 3 \cdot 8972,5 = 26917,5 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Характеристика амортизатора будується в координатах  $F - \dot{\Delta}$ .

Ухвалюємо  $\dot{\Delta}_{\text{max}} = 0,5$  м/с. Тоді

$$F_{\text{max}_{\text{отб}}} = k_{\text{отб}} \cdot \dot{\Delta}_{\text{max}} = 26917,5 \cdot 0,5 = 13458,75 \text{ Н};$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					







### 3.4 Міцнісні розрахунки

Зробимо перевірку на напругу в аркушах ресори при максимальному навантаженні:

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot L_a}{4 \cdot W} \leq [\sigma_{\max}],$$

де  $F_{\max}=41170,61$  Н – максимальне навантаження, що діє на ресору ( із пружної характеристики);

$L_a=1440$  мм - робоча довжина листів ресори;

$W$  – момент опору вигину поперечного переріза ресори;

$[\sigma_{\max}]=1000\dots1100$  МПа – максимально допустиме напруження в аркушах ресори.

$$W = \frac{n \cdot b \cdot h^2}{6},$$

де  $n=4$  – кількість листів ресори;

$h=15,324$  мм – товщина листів ресори;

$b=100$  мм – ширина листів ресори.

$$W = \frac{4 \cdot 100 \cdot 15,324^2}{6} = 15655 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{41170,61 \cdot 1440}{4 \cdot 15655} = 946,753 \text{ МПа} < [1000] \text{ МПа}.$$

Необхідна умова виконується.

Аналогічно зробимо перевірку на напругу в підресорнику при максимальнім навантаженні:

$$\sigma_{\max_{\text{под}}} = \frac{F_{\max_{\text{под}}} \cdot L_{a_{\text{под}}}}{4 \cdot W_{\text{под}}} \leq [\sigma_{\max}],$$

де  $F_{\max_{\text{под}}}=14893,54$  Н – максимальне навантаження, що діє на підресорник ( із пружної характеристики);

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$L_{a_{\text{под}}} = 873$  мм - робоча довжина листів ресори;

$n_{\text{под}} = 1$  – кількість листів підресорника;

$h_{\text{под}} = 13,7$  мм – товщина листа підресорника;

$b_{\text{под}} = 100$  мм – ширина листа підресорника.

$$W_{\text{под}} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 13,7^2}{6} = 3128,17 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_{\text{max}_{\text{под}}} = \frac{14893,54 \cdot 873}{4 \cdot 3128,17} = 1039,11 \text{ МПа.}$$

Необхідна умова виконується.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

## 4 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РЕСОР

### 4.1 Технічне завдання на розробку стенда для перевірки ресор

#### 4.1.1 Найменування й область застосування продукції

Розробити стенд для розбирання, складання і перевірки пружних характеристик ресор автомобіля ГАЗ - 3221 і його модифікацій.

Даний виріб використовувати для виконання складальних і розбірних робіт, а так само перевірки на твердість листових ресор. Установку використовувати для ремонту ресор розміром не більш 1500 мм. Застосовується на підприємствах автомобільного транспорту. АТП у своєму складі містить ділянки технічного обслуговування, поточного ремонту, агрегатний, слюсарно-механічний, ділянка ремонту електроустаткування, мідницько-ковальський, зварювально-жестяницький і кувало - ресорне відділення. Проектоване устаткування передбачається встановити в кувало – ресорному відділенні. Відділення являє собою приміщення закритого типу. Є природне та штучне освітлення в межах норми. Система вентиляції природня. Температура повітря в приміщенні коливається від +5 до 25 С<sup>0</sup>. У відділенні полове покриття – бетонне. У відділенні є пневмосистема. Приєднувальні елементи відділення розташовані на стандартній висоті. Можливість експорту в закордонні країни не передбачена.

#### 4.1.2 Підстава для розробки

Підставою для розробки конструкції стенда служить завдання на Випуск кваліфікаційну роботу, видане кафедрою «Трибології, автомобілів та матеріалознавства».

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ

#### 4.1.3 Джерела розробки

При розробці конструкції стенда для розбирання – складання і перевірки пружних характеристик ресор автомобілів ГАЗ - 3221 необхідно провести науково-дослідні заходи щодо виявлення раніше випущених і запатентованих аналогів, а також аналогічного наявного в продажі підйомно-транспортного встаткування.

#### 4.1.4 Технічні вимоги

Конструкція стенда для розбирання – складання і перевірки пружних характеристик ресор автомобілів ГАЗ - 3221 повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) Складання – розбирання і перевірка пружних характеристик ресор повинна проводитися за допомогою пневмоциліндра. Установити звичайний пневмоциліндр із серійної партії по стандартизації;
- 2) Стенд повинен мати манометр для контролю тиску повітря в пневмосистемі.
- 3) Максимальне зусилля циліндра повинне бути достатнім для проведення разбирально – складальних і перевірочних робіт;
- 4) На шток циліндра виготовити упор;
- 5) Передбачити в конструкції стенда можливість виміру стріли прогину ресори;
- 6) Рама стенда повинна розташовуватися на зручній для роботи висоті;
- 7) Для керування пневмоциліндром повинен бути пневматичний розподільник;

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



19) Витрати на виготовлення і експлуатацію розроблювального виробу повинні бути не більш 50 000 грн;

20) У конструкції виробу необхідно використовувати міцні та екологічно безпечні матеріали і сировина, що не виділяють токсичних і інших шкідливих викидів;

21) Значення зусиль, що прикладаються робітником при роботі зі стандом повинні перебувати в припустимих відповідними стандартами межах.

Характеристики станда:

робочий тиск повітря 0,6 МПа;

рама повинна бути виконана із сортового прокату;

габаритні розміри, не більш 1170x1700x1175 мм;

маєа станда, не більш 60 кг;

сила, що штовхає, не менш 10000 Н.

У розроблювальній конструкції повинні застосуються стандартні комплектуючі вироби, передбачені умови взаємозамінності й можливість подальшого вдосконалення конструкції.

Допускається забезпечення ремонтом у невстановлений термін у нормі 1/10 від енергоємності повного ремонту. Технічне обслуговування проводиться 2 рази в рік. Справність пневмообладнання, її цілісність і стан зварених швів перевіряється безпосередньо перед роботою зі стандом. Установка повинна мати номінальне число можливих з'єднань, у більшості з'єднання - зварені. Виконується пристрій повністю з метала, лише з використанням гуми в приєднання повітряного крана на конструкцію. Передбачити застосування куточків і швелерів зі сталі однакового перетину.

Пристрій виконати придатним для транспортування, тобто швидко і легко зняття пневмоциліндра та відсутність утруднень при складанні. Захистити циліндр від можливих ударів при транспортуванні.

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ

#### 4.1.5 Ергономічні показники:

Стенд слід розміщати в зручному для роботи місці.

Ресора повинна розташовуватися на висоті 800-900 мм від рівня підлоги. Зовнішні обриси стенда повинні відповідати вимогам технічної естетики і передавати характер виробу, гострі кути рекомендується притупити, рекомендується офарбити раму стенда у світле – зелений або кавовий колір, на виступаючі частини нанести чорні смуги.

У пристрої не задіяні розробки чужих патентів.

Робоче місце повинне завжди втримуватися в чистоті, добре висвітлюватися та не захаращуватися.

Усе експлуатоване устаткування повинне перебувати під постійним наглядом з боку керівника виробничої ділянки. На місці робіт не повинне бути сторонніх осіб.

Робітники при роботі повинні користуватися спецодягом, спецвзуттям і іншими засобами індивідуального захисту, передбаченої нормами.

Влучення пили передбачений і повинне усунутися при технічному обслуговуванні.

Для безвідмовної і ефективної роботи даного виробу ТО повинне проводитися не рідше одного разу в 6 місяців, складові частини конструкції повинні легко зазнати складанню – розбиранню при заміні деталей. Для захисту від корозії всі основні металеві поверхні повинні бути пофарбовані волого – маслостійкими фарбами.

Зберігати стенд у зібраному або розібраному положенні в сухому приміщенні. Установлювати при зберіганні в кілька ярусів установку забороняється.

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



#### 4.1.8 Порядок контролю і приймання

Ескізний проект виробу розробляється на підставі ТЗ, у якому проробляється два варіанти компоновання пристрою. Кожний оригінальний вузол повинен бути пророблений не менш чим у двох варіантах з письмовим обґрунтування кращого варіанта, що включається в ескізний проект.

Виконання технічного проекту обмежується кінематичними, міцністними і іншими необхідними розрахунками, що підтверджують працездатність спроектованого устаткування. Виготовлення дослідного зразка не передбачається. На експертизу керівника проекту представляється в письмовій формі ТЗ, технічний проект (ТП), ескізний проект, розрахунки і креслення загального виду, після твердження яких проводиться розробка робочої інструкції і технологічного розділу проекту.

#### 4.2 Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки ресор

##### 4.2.1 Аналіз завдання

Відповідно до технічного завдання необхідно розробити стенд для розбирання – складання і перевірки пружних характеристик ресор автомобіля ГАЗ – 3221.

Стенд для розбирання – складання і перевірки пружних характеристик ресор представляє із себе тверду раму, що полягає із труби квадратного перетину і швелера для установки ресори. На рамі встановлюється пневмоциліндр для здійснення робіт з розбирання – складання і перевірки на жорсткість ресор. Так само встановлюється манометр для контролю тиску повітря в пневмосистемі. Стенд має розподільник для управління роботи циліндром.

										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ					



мати різких необґрунтованих переходів і перепадів за формою і профілю. Зовнішні поверхні деталей стенда повинні бути пофарбовані в ясно-зелений або кавовий колір, внутрішні порожнини і елементи, що представляють небезпеку повинні бути пофарбовані в червоний і жовтий кольори, а також мати відповідні розпізнавальні та попереджувальні знаки і символи відповідно до ДСТУ 14192-96;

10) конструкція виробу і його складових частин буде мати необхідною патентною чистотою. Розроблені авторські і новаторські рішення (у випадку наявності таких) повинні бути запатентовані;

11) витрати на виготовлення, обслуговування і експлуатацію стенда можуть бути мінімальними. При цьому в конструкції виробу повинні використовуватися міцні і екологічно безпечні матеріали сировина, що не виділяють токсичних і інших шкідливих викидів.

Розробка проводиться на підставі проведеного патентного пошуку, виходячи з обраного технічного рішення для даного стенда.

Прототипом розроблювальної конструкції будуть пневматичні лещата для складання ресор (рис. 4.1).

При складанні технічної пропозиції на даний пристрій, враховуючи, що для розробки прийнята маловивчена конструкція, зроблений патентний пошук і огляд технічної літератури для виявлення існуючих зразків, аналогічних або близьких по призначенню. Був знайдений прототип даного стенда: Пневматичні лещата для складання ресор.

Лещата складаються зі звареної станини 1, пневматичного силового циліндра 3 з рухливий 4 і упорної 5 губками, нерухливої губки 6, і трубопроводів 2 для подачі повітря. Пневматичний циліндр 3 кріпиться болтами до швелерів станини. Рухлива та упорна губки з'єднані зі штоком поршня пневмоциліндра і переміщуються своїми вставками 9 по чавуну, що направляють 10, які прикріплені болтами відповідно до губки і полицям швелерних балок. Керування лещатами здійснюється повітряним краном 8.

										Арк.
										57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ

Листи ресори укладають на стіл, який перебуває на рівні верхніх полиць швелерів станини і після їхнього стискання збирають ресору. Поршень пневматичного циліндра вертається: у вихідне положення зусиллям пружини, яка стискується при робочому ході поршня (стиску листів ресор). Гумовий буфер 7 амортизує удар рухливий і нерухливої губок при робочому ході без наявності між ними ресорних листів.

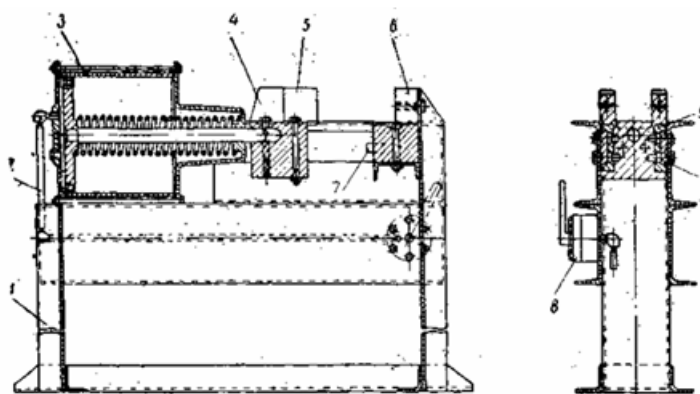


Рисунок 4.1 - Пневматичні лещата для складання ресор

Аналіз конструктивних особливостей прототипу показав, що він не відповідає повною мірою встановленим у ТЗ вимогам таким як наявність манометра, можливість виміру стріли прогину, що обумовлює необхідність розробки нової конструкції.

Пропонуються наступні варіанти виконання елементів станда. Рама - це базова деталь станда, яка повинна забезпечити необхідну координацію всіх елементів конструкції і надійне їхнє кріплення, дозволяти легко монтувати та демонтувати агрегати станда. З обліком висунутих у ТЗ вимог до технологічності конструкції, рама може бути виготовлена з гарячекатаних кутників 50x50x3 (рис. 4.2,а) або труб із прямокутним профілем 50x50x3 (рис. 4.2,б).

					ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



пневмоциліндр. У пластині зробити чотири отвори діаметром 20 мм для болтів і одне діаметром 90 мм.

Пластину виготовити з листового металу розміром 403x300x3 мм.

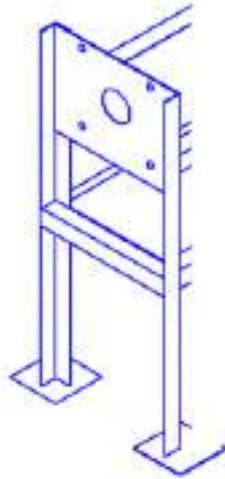


Рисунок 4.3 - Пластина для кріплення пневмоциліндра до рами стенда.

Пропонується два варіанти кріплення пневмоциліндра до рами стенда (рис. 4.4).

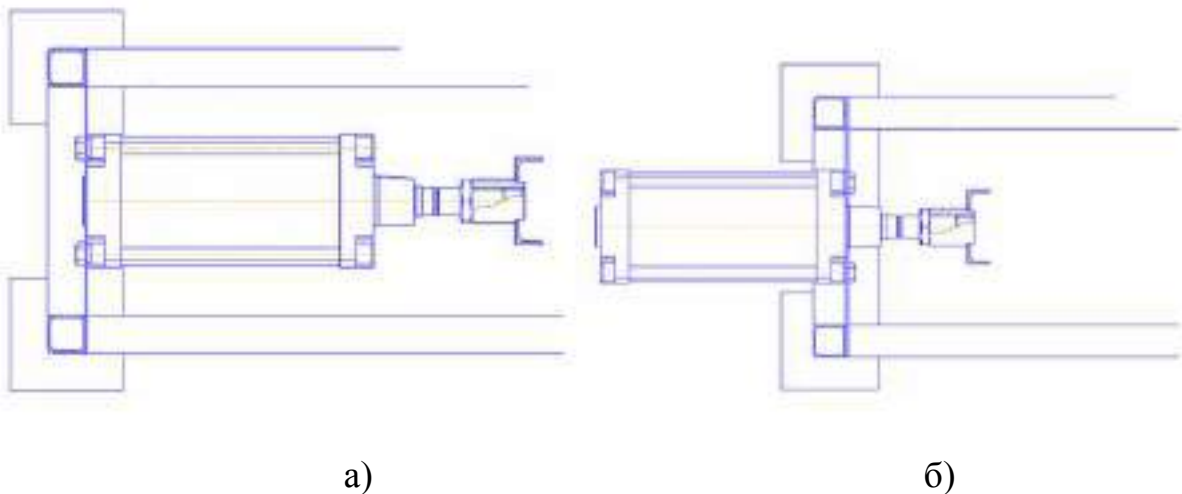


Рисунок 4.4 - Варіанти кріплення циліндра до рами стенда.

При дії статичного навантаження на болтове з'єднання, робота на зрушення і розтягання у варіанті показаним на рис. 4.4 а буде менше, чим у другому варіанті, отже переважніше вибрати для подальшого проектування перший варіант.

На раму стенда болтовим з'єднанням установлюється кронштейн у який монтується манометр (рис. 4.5).

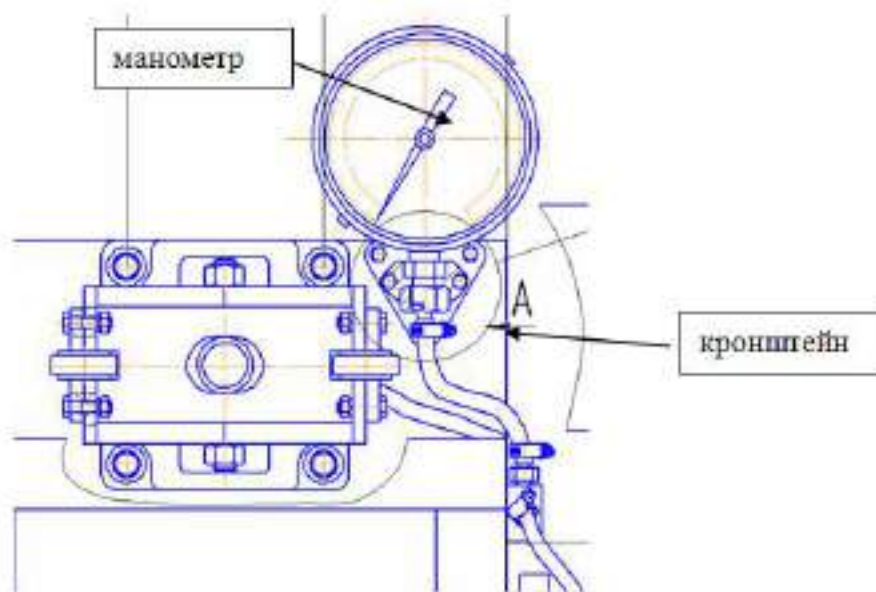


Рисунок 4.5 - Кріплення манометра

Вимірювальним приладом пропонується підібрати глибиномір тому що він в більшій мірі підходить , ввести до ладу конструкції стенда. Кріплення його до рами пропонується двома кронштейнами П образної форми за допомогою болтового з'єднання.

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

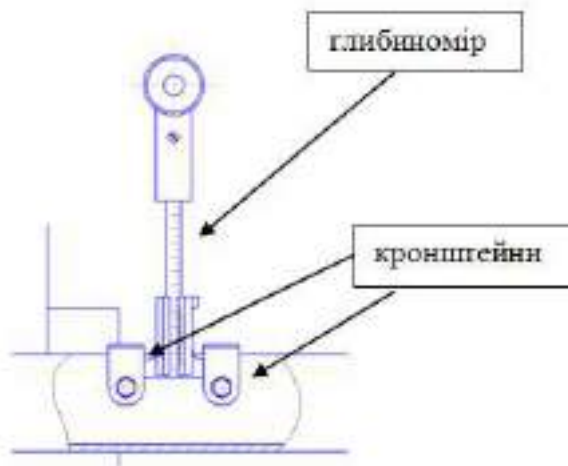


Рисунок - 4.6. Кріплення глибиноміра

Виходячи із проведеного аналізу конструкції, можна зробити остаточні висновки про стенд. Виріб буде мати пневмоциліндр. Для спрощення конструкції передбачається підібрати пневмоциліндр двосторонньої дії. Стиск ресор буде проводитися за допомогою сили, що штовхає, циліндра. Стенд буде мати манометр для контролю тиску в пневмосистемі. Також конструкція буде оснащена глибиноміром для контролю пружних характеристик ресор. Рама стенда розрахована на передню та задню ресору автомобіля ГАЗ – 3221.

Конструкційна форма стенда в основному представлена прямими лініями і площинами. Зовнішній вигляд установки повністю відповідає характеру виконуваних на ньому робіт.

Рама, виконана на висоті 1000 мм над рівнем підлоги зі звареної труби прямокутного профілю, забезпечує доступ до ресори як зверху так і знизу рами. Дизайн стенда характеризується площинами, розташовані без нахилу, що полегшує виготовлення. Зовнішні поверхні офарблюються порошковою фарбою в яскраво жовтий колір.

Силовий агрегат фарбується фарбою червоного кольору.

На підставі пророблених конструкторських рішень вибираємо оптимальні варіанти, що найбільше повно задовольняють вимогам конструкції стенда складання – розбирання ресор. Зокрема, у багатьох варіантах вибір зупинявся

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ					

на тих вузлах, які відповідали вимогам складання-розбирання, зручності при монтажі устаткування, а також відповідали естетичності, міцності, довговічності. За економічними показниками враховувалося енергія і трудомісткість монтажу.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63





– гайка; 12 – втулка; 13 – гумові втулки; 14 – палець; 15 – гайка; 16 – хомут; 17 – корінний лист ресори; 18 – нижній лист; 19 – гумовий буфер; 20 – амортизатор; 21 – балка переднього моста; 22 – драбина; 23 – накладка; 24 – лонжерон

Рисунок 5.1 - Конструкція передньої підвіски ГАЗ – 3221

## 5.2 Особливості технологічного процесу ремонту ресори

Таблиця 5.1 - Перелік можливих несправностей і рекомендації з дій при їхньому виникненні

Опис наслідків відмов і ушкоджень	Можливі причини	Вказівки по усуненню наслідків відмов і ушкоджень
Часті "пробої" підвіски	Перевантажений автомобіль	Не допускати перевантаження
	Поломка листів ресори	Замінити лист, або всі листи ресори
Автомобіль веде в сторону	Зсув заднього моста	Послабити драбини або стягти драбини
	Зсув корінного листа або руйнування центрального болта.	Замінити центровий болт

## 5.3 Технологічна карта випробувань ресори ГАЗ – 3221

На підставі існуючої технологічної послідовності випробування ресори розробляємо технологічну карту випробування ресори. Виконавець 1 людей, спеціальність і розряд робітника: автослюсар 4-розряду.

						ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			66

## ВИСНОВКИ

У даному проекті була спроектована задня ресорна підвіска вантажного автомобіля ГАЗ – 3221з навантаженням на вісь:

- у спорядженому стані 2950 кг;
- у навантаженому стані 6350 кг.

Проведений огляд існуючих конструкцій ресорних підвісок, зроблений патентний пошук по темі проекту, здійснений вибір схеми проектованого вузла – малолистова ресора з підресорником.

Була побудована пружна характеристика та визначені основні параметри підвіски і її елементів:

- частота власних коливань підресореної маси автомобіля  $\omega_0=2$  Гц;
- частота власних коливань після включення підресорника  $\omega_0=1,8$  Гц;
- максимальне навантаження на підвіску  $F_{\max}=56064,15$  Н;
- статичний прогин підвіски  $\Delta_{\text{ст}}=0,116$  м;
- повний хід підвіски  $\Delta\Sigma=0,18$  м;
- кількість листів ресори  $n=4$ ;
- максимальна товщина листа ресори  $h_{\max}=0,0153$  м;
- активна довжина листа ресори  $L_a=1,440$  м;
- ширина листів ресори й підресорника  $b=0,1$  м;
- кількість листів підресорника  $n_{\text{под}}=1$ ;
- максимальна товщина листа підресорника  $h_{\max\text{под}}=0,0137$  м;
- активна довжина листа підресорника  $L_{\text{апод}}=0,873$  м.

Потім були зроблені перевірочні розрахунки:

- амортизатора на нагрівання  $\Delta t=116,48$  °С;
- міцнісний розрахунок ресори  $\sigma_{\max}=946,75$  МПа  $< [1000]$  МПа  
і підресорника  $\sigma_{\max\text{под}}=1039,11$  МПа.

Проведений конструктивно-технологічний аналіз представлених на вітчизняному та закордонному ринках стендів для перевірки ресор.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ				

На основі аналізу більш прогресивного аналога розроблений модернізований стенд – стенд для перевірки ресор, підготовлені складальні креслення конструкції.

Розроблена технологічна карта випробування ресори на спроектованому устаткуванні.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68





18. Высоцкий М. С. Грузовые автомобили. – М.: ”Машиностроение”, 1995
19. Гришкевич А. И., Ломако Д. М. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. – Мн.: “Вышэйшая школа”, 1987.
20. Гришкевич А. И. Автомобили: Теория – Учебник для вузов. – Мн.: ”Вышэйшая школа”, 1986.

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		71

ДОДАТКИ

					ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## ВСТУП

### 1 ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК

- 1.1 Конструкція еластичного шарніра
- 1.2 Опис винаходу конструкції ресорної підвіски
- 1.3 Опис винаходу підвісок вантажних автомобілів підвищеної прохідності
- 1.4 Опис винаходу листових ресор автотранспортних засобів

### 2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ

- 2.1 Підбір ресорної підвіски
- 2.2 Підбір гідравлічних амортизаторів

### 3 РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ - 3221

- 3.1 Побудова пружної характеристики і визначення основних параметрів підвіски
- 3.2 Розрахунок ресори
- 3.3 Розрахунок амортизатора
- 3.4 Міцнісні розрахунки

### 4 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РЕСОР

- 4.1 Технічне завдання на розробку стенда для перевірки ресор
  - 4.1.1 Найменування й область застосування продукції
  - 4.1.2 Підстава для розробки
  - 4.1.3 Джерела розробки
  - 4.1.4 Технічні вимоги
  - 4.1.5 Ергономічні показники
  - 4.1.6 Економічні показники
  - 4.1.7 Стадії і етапи розробки

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4.1.8 Порядок контролю і приймання

4.2 Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки ресор

4.2.1 Аналіз завдання

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ РЕСОРИ ГАЗ – 3221

5.1 Характеристика об'єкта, можливі несправності й методи їх усунення.

5.2 Особливості технологічного процесу ремонту ресори

5.3 Технологічна карта випробувань ресори ГАЗ – 3221

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

ДОДАТКИ

					<i>ДРАТТАМ 23.20110. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та  
матеріалознавства

# Вдосконалення конструкції, методики розрахунку та розробка стенду для випробування ресор автомобіля ГАЗ - 3221



Галузь знань 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт  
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський  
Освітньо-професійна програма –  
Автомобільний транспорт

Виконав студент 3 курсу, група АТс -20-2  
Богдан МИХАЙЛОВ

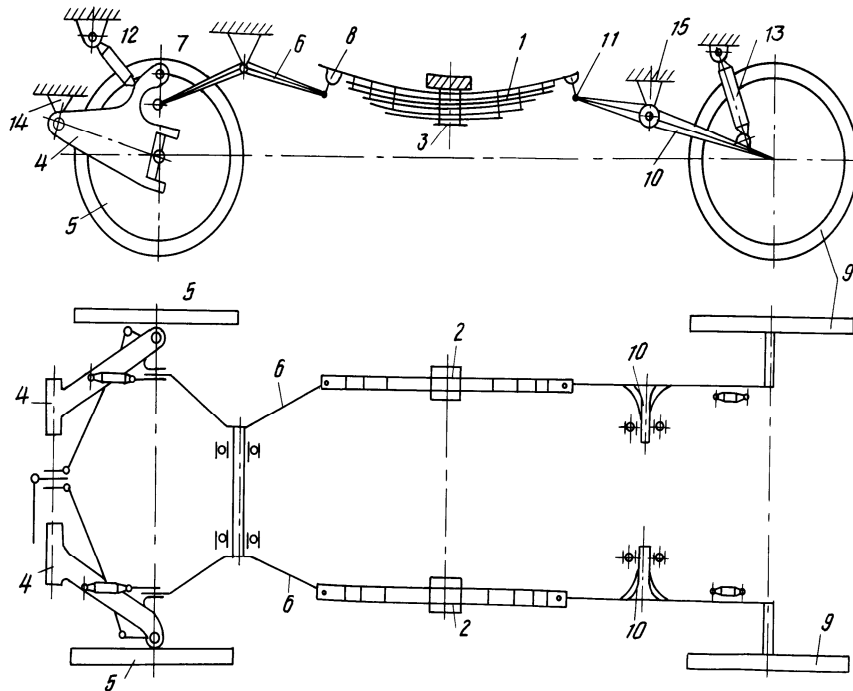
Хмельницький, 2023 р.

# Вимоги до об'єкта досліджень

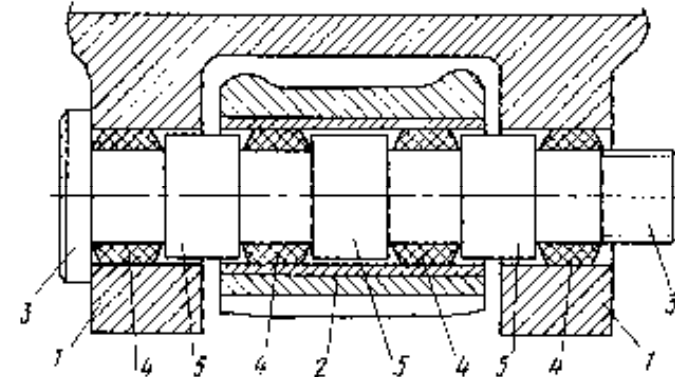
Для передачі сил, що діють на колеса, раму та кузов автомобіля, і додання їх кінематичному та динамічному впливам бажаної форми служить підвіска сукупність, що представляє собою, деталей, що зв'язують колеса з рамою або кузовом автомобіля. Підвіска повинна задовольняти наступним основним вимогам:

- мати належні пружні та амортизаційні характеристики, що забезпечують плавність ходу, поперечні крени, обмеження ходу, що виключає пробої підвіски, стійкість руху;
- надійно передавати поздовжні сили і їх моменти від коліс до рами автомобіля;
- мати належну кінематичну характеристику, зокрема кінематика підвіски повинна бути добре погоджена з кінематикою кермового привода, карданної передачі, виключати можливість коливання керованих коліс щодо шворнів;
- мати високі міцність і довговічність при мінімальних вартості та експлуатаційних витратах;
- мати мінімальну масу.

# ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК

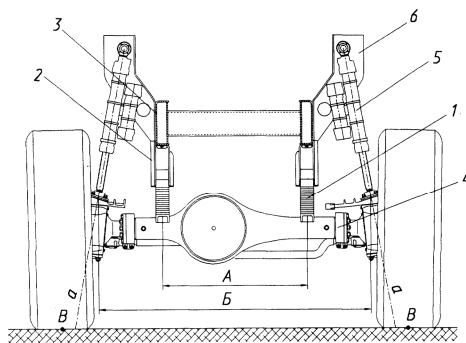


Ходова частина транспортного засобу

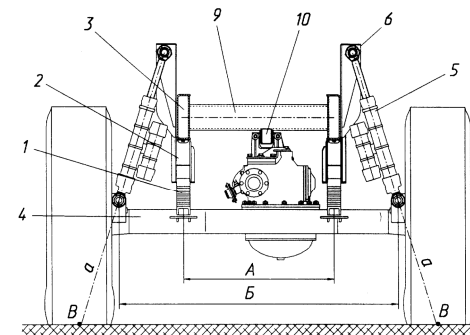


Конструкція еластичного шарніра

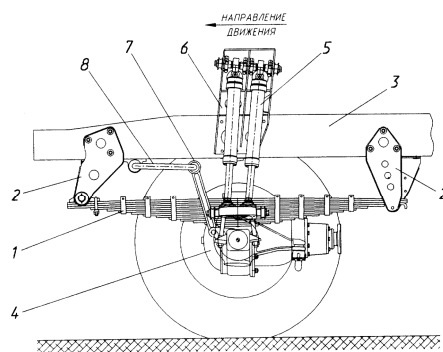
# Опис винаходу підвісок вантажних автомобілів підвищеної прохідності



а - підвіска автомобіля (варіант 1), вид попереду;

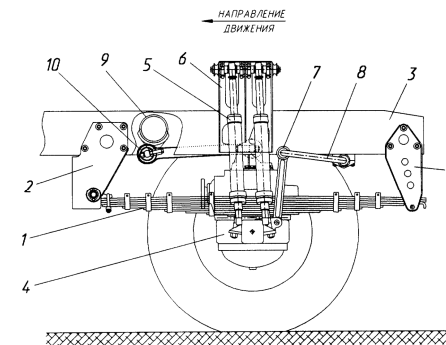


в - підвіска автомобіля (варіант 2), вид позаду;



Фиг. 2

б - те ж, вид збоку;

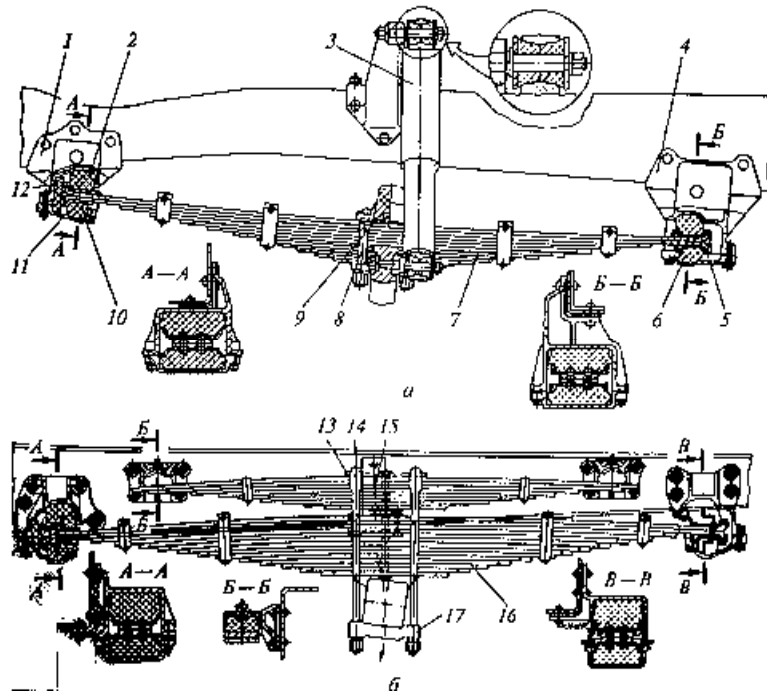


Фиг. 4

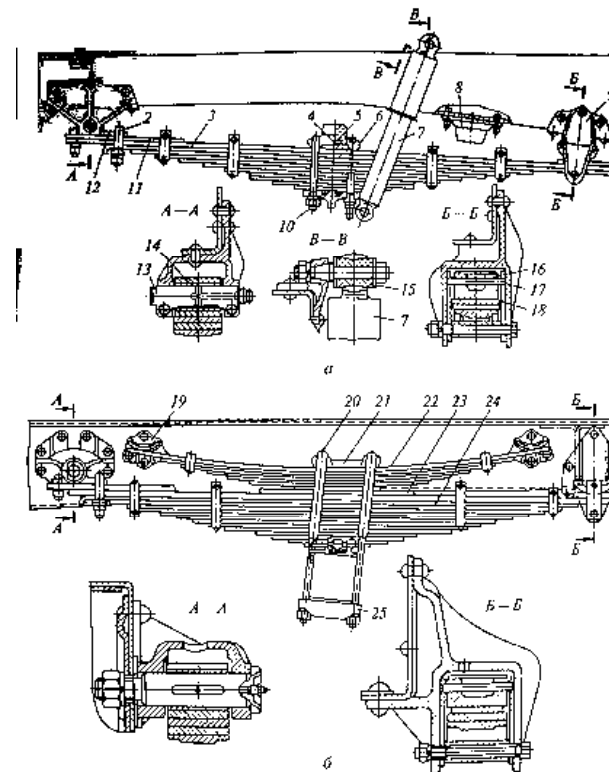
г - те ж, вид збоку.

## Конструкція підвіски автомобіля

# ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ

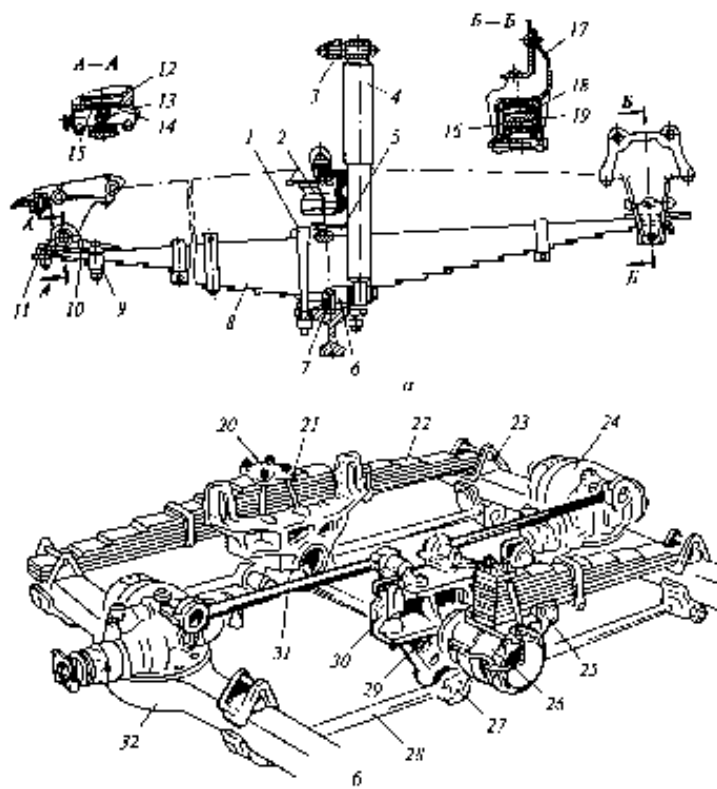


Передня (а) і задня (б) підвіски вантажних автомобілів ГАЗ

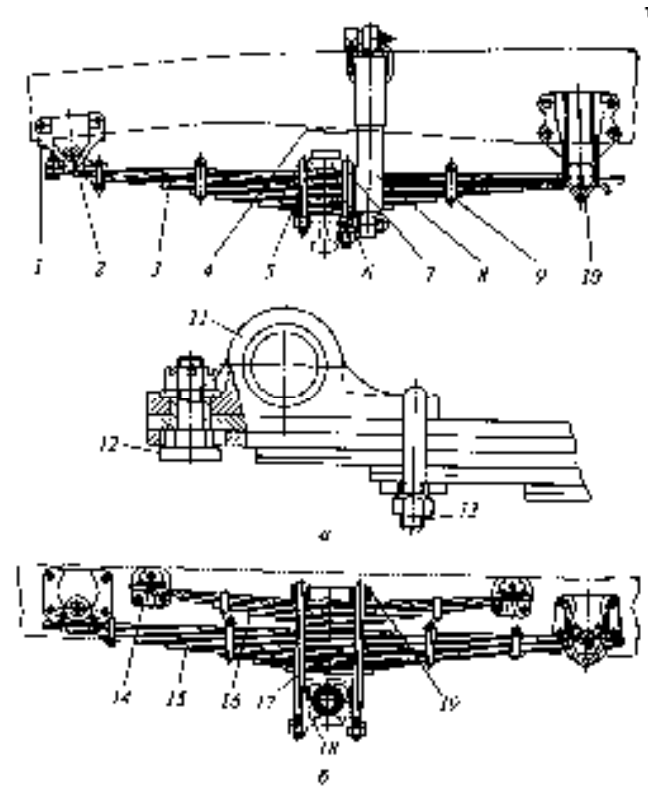


Передня (а) і задня (б) підвіски автомобілів ЗІЛ

# ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ

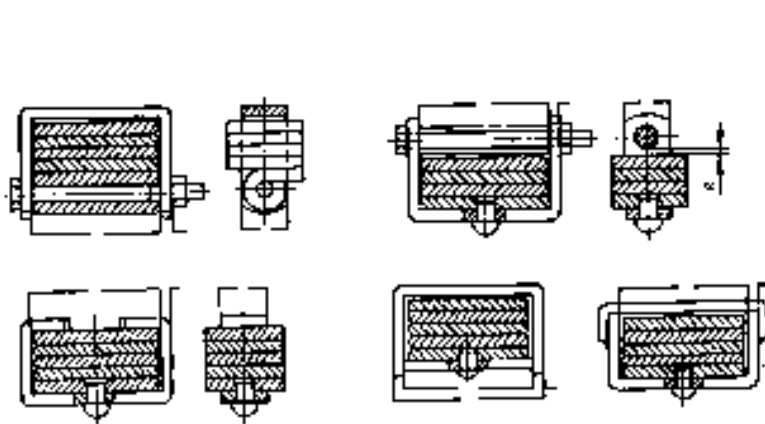


Підвіска автомобілів Камаз

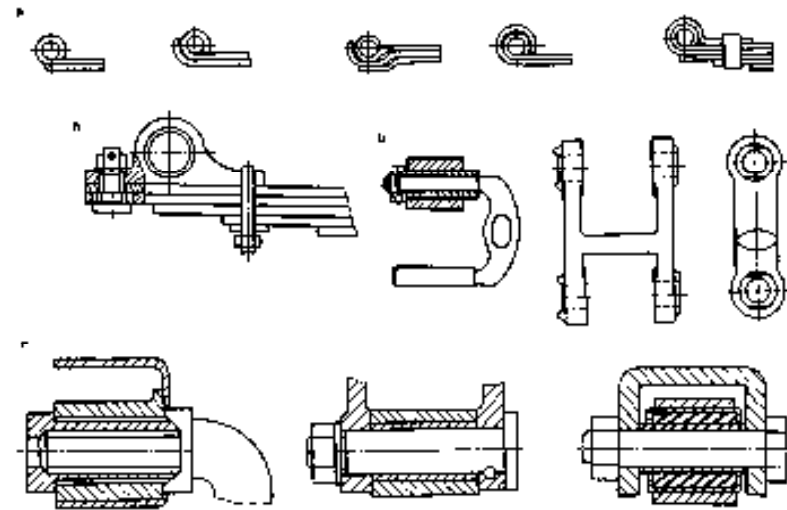


Підвіска автомобілів МАЗ

# ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАНЬ ПІДВІСКИ



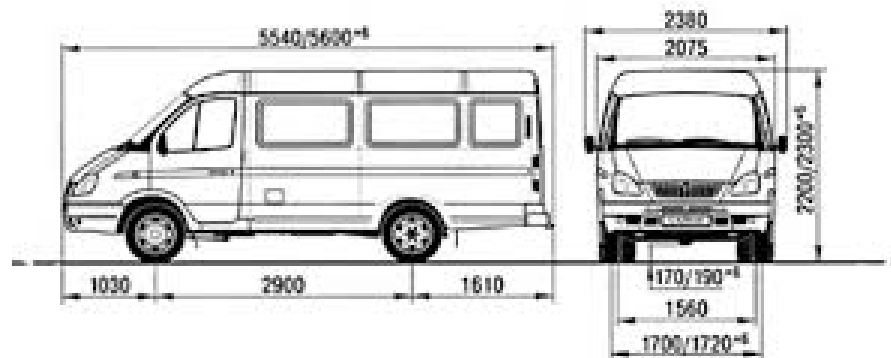
Хомути ресор



Вузли кріплення ресори до рами

# РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ - 3221

## Результати оптимізації ресори



Габаритні розміри прототипу  
автомобіля ГАЗ - 3221

Вихідні дані		Результати	
Статичне навантаження	26879,5 Н	Маса активної частини листів	53,137 кг
Статична напруга	612,2 МПа	Максимальна товщина листа	15,324 мм
Статичний прогин	116 мм	Уточнений статичний прогин	115,324 мм
Товщина кінця листа	10 мм	Кількість листів	4
Діапазон ширини листа	100...120 мм	Ширина листа	100 мм
Діапазон довжини листа	1200...1600 мм	Активна довжина листа	1440 мм
Діапазон кількості листів	3...5		

- 1 Побудова пружної характеристики і визначення основних параметрів підвіски
- 2 Розрахунок ресори
- 3 Розрахунок амортизатора
- 4 Міцнісні розрахунки

# РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ - 3221

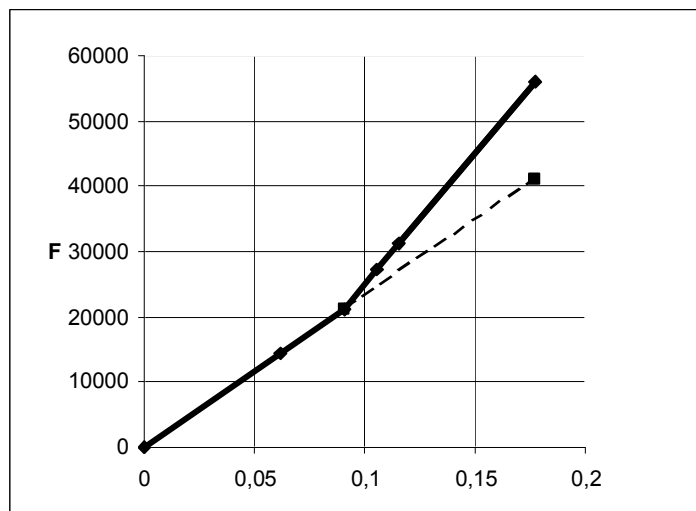
Ґрунтуючись на проведеному огляді існуючих підвісок і технічній характеристиці прототипу, пропонуємо застосувати на проектованому автомобілі підвіску, що складається з малолистової ресори з підресорником.

Задаємося частотою власних коливань підресореної маси автомобіля

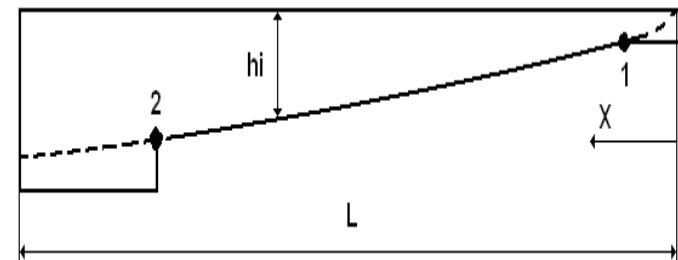
$\Gamma_{\text{ц}} = 12,56 \text{ рад/с}$ .

Визначаємо статичний прогин ресори в спорядженому стані

Визначимо навантаження, що приводиться на підвіску



Пружна характеристика ресорної підвіски



Розрахункова схема для профілювання листів ресори і підресорника

# РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РЕСОР

Конструкція стенда для розбирання – складання і перевірки пружних характеристик ресор автомобілів ГАЗ - 3221 повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) Складання – розбирання і перевірка пружних характеристик ресор повинна проводитися за допомогою пневмоциліндра. Установити звичайний пневмоциліндр із серійної партії по стандартизації;
- 2) Стенд повинен мати манометр для контролю тиску повітря в пневмосистемі.
- 3) Максимальне зусилля циліндра повинне бути достатнім для проведення розбирально – складальних і перевірочних робіт;
- 4) На шток циліндра виготовити упор;
- 5) Передбачити в конструкції стенда можливість виміру стріли прогину ресори;
- 6) Рама стенда повинна розташовуватися на зручній для роботи висоті;
- 7) Для керування пневмоциліндром повинен бути пневматичний розподільник;
- 8) Конструкція виробу повинна бути максимально простою, а його маса мінімальною;
- 9) Необхідно використовувати максимальне число уніфікованих зі стандартних деталей і складових частин;
- 10) Необхідно використовувати максимальне число уніфікованих зі стандартних деталей і складових частин;
- 11) Конструкція розроблювального виробу повинна бути надійною, мати необхідний запас по міцності і твердості;
- 12) Необхідно передбачити можливість виготовлення розроблювального виробу силами самого АТП і його підрозділів;
- 13) У конструкції необхідно використовувати технологічно прості і доступні способи з'єднань деталей і вузлів, що дозволяють знизити трудомісткість і витрати на виготовлення виробу;
- 14) Конструкція виробу повинна забезпечувати безпечні умови праці при збиранні і його експлуатації, а саме: відсутність гострих крайок, неізолюваних частин, небезпечних елементів, що рухаються, необхідність стопорних механізмів і т.д.;
- 15) Габаритні розміри виробу повинні бути не більші 2000 мм завширшки, щоб безперешкодно проходити по технологічних проходах і проїздах АТП;
- 16) Зовнішній вигляд розроблювального виробу повинен відповідати існуючим нормам естетичного сприйняття, конструкція в цілому не повинна мати різких необґрунтованих переходів і перепадів за формою і профілю;
- 17) Зовнішні поверхні деталей виробу повинні бути пофарбовані в ясно-зелений колір або кавовий колір, внутрішні порожнини і елементи, що представляють небезпеку повинні бути пофарбовані в червоний колір;
- 18) Конструкція виробу і його складових частин повинна мати необхідну патентну чистоту. У випадку, якщо конструкція вигідно відрізняється від існуючих аналогів або в ній присутні новаторські рішення, то вони зазнають патентування;
- 19) Витрати на виготовлення і експлуатацію розроблювального виробу повинні бути не більш 50 000 грн;
- 20) У конструкції виробу необхідно використовувати міцні та екологічно безпечні матеріали і сировина, що не виділяють токсичних і інших шкідливих викидів;
- 21) Значення зусиль, що прикладаються робітником при роботі зі стендом повинні перебувати в припустимих відповідними стандартами межах.

Характеристики стенда:

робочий тиск повітря 0,6 МПа;

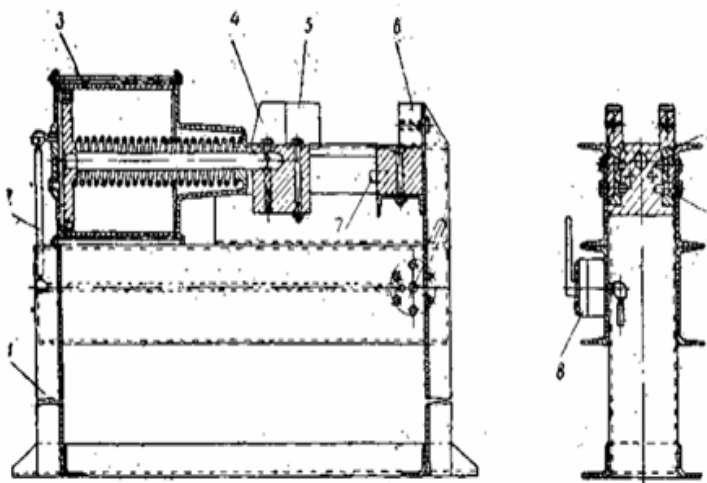
рама повинна бути виконана із сортового прокату;

габаритні розміри, не більш 1170x1700x1175 мм;

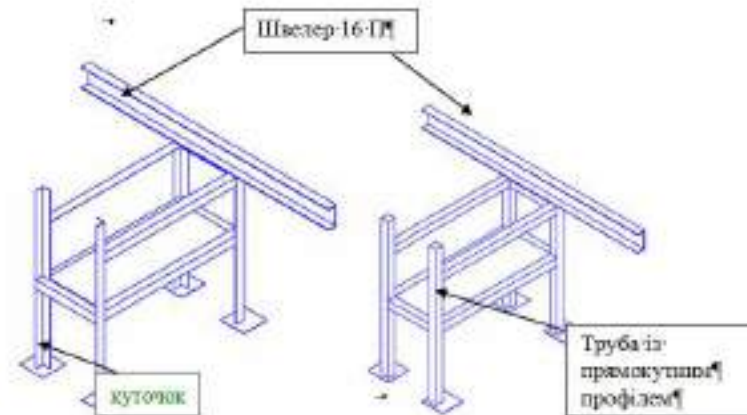
маса стенда, не більш 60 кг;

сила, що штовхас, не менш 10000 Н.

## Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки ресор

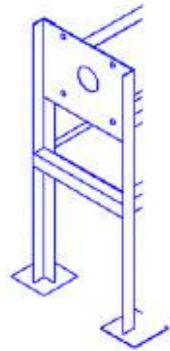


Пневматичні лещата для  
складання ресор

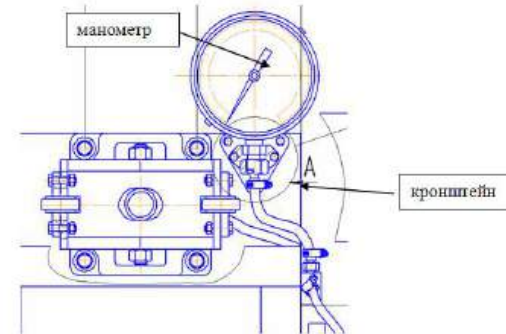


Варіанти виконання рами стенда

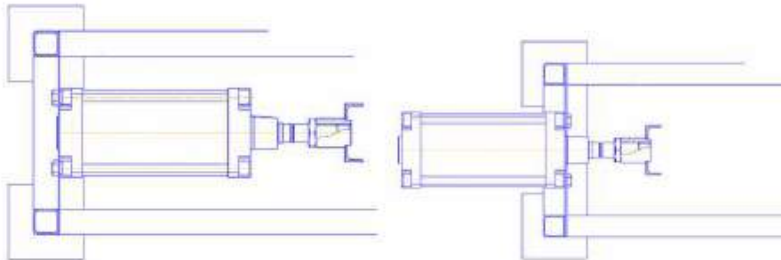
# Технічна пропозиція на розробку стенда для перевірки ресор



Пластина для кріплення пневмоциліндра до рами стенда.



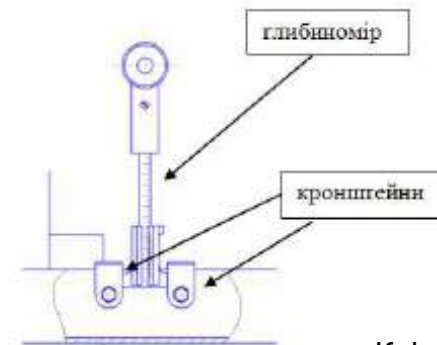
Кріплення манометра



а)

б)

Варіанти кріплення циліндра до рами стенда.



Кріплення глибиноміра

# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ РЕСОРИ ГАЗ – 3221



- 1 – вушко ресори; 2 – гумова втулка;  
 3 – втулка; 4 – болт; 5 –  
 кронштейн; 6\* – шайби; 7 – серга;  
 8 – кронштейн; 9 – гумова втулка;  
 10 – шайба пружна; 11 – гайка; 12  
 – втулка; 13 – гумові втулки; 14 –  
 палець; 15 – гайка; 16 – хомут; 17  
 – корінний лист ресори; 18 –  
 нижній лист; 19 – гумовий буфер;  
 20 – амортизатор; 21 – балка  
 переднього моста; 22 – драбина;  
 23 – накладка; 24 – лонжерон

## Конструкція передньої підвіски ГАЗ – 3221

## Особливості технологічного процесу ремонту ресори

Перелік можливих несправностей і рекомендації з дій при їхньому виникненні

Опис наслідків відмов і ушкоджень	Можливі причини	Вказівки по усуненню наслідків відмов і ушкоджень
Часті "пробої" підвіски	Перевантажений автомобіль	Не допускати перевантаження
	Поломка листів ресори	Замінити лист, або всі листи ресори
Автомобіль веде в сторону	Зсув заднього моста	Послабити драбини або стягти драбини
	Зсув корінного листа або руйнування центрального болта.	Замінити центровий болт

## ВИСНОВКИ

- У даному проекті була спроектована задня ресорна підвіска вантажного автомобіля ГАЗ – 3221з навантаженням на вісь:
- - у спорядженому стані 2950 кг;
- - у навантаженому стані 6350 кг.
- Проведений огляд існуючих конструкцій ресорних підвісок, зроблений патентний пошук по темі проекту, здійснений вибір схеми проєктованого вузла – малолістова ресора з підресорником.
- Була побудована пружна характеристика та визначені основні параметри підвіски і її елементів:
- - частота власних коливань підресорної маси автомобіля  $\omega_0=2$  Гц;
- - частота власних коливань після включення підресорника  $\omega_0=1,8$  Гц;
- - максимальне навантаження на підвіску  $F_{\max}=56064,15$  Н;
- - статичний прогин підвіски  $\Delta s_{\text{ст}}=0,116$  м;
- - повний хід підвіски  $\Delta \Sigma=0,18$  м;
- - кількість листів ресори  $n=4$ ;
- - максимальна товщина листа ресори  $h_{\max}=0,0153$  м;
- - активна довжина листа ресори  $L_a=1,440$  м;
- - ширина листів ресори й підресорника  $b=0,1$  м;
- - кількість листів підресорника  $n_{\text{под}}=1$ ;
- - максимальна товщина листа підресорника  $h_{\max\text{под}}=0,0137$  м;
- - активна довжина листа підресорника  $L_{a\text{под}}=0,873$  м.
- Потім були зроблені перевірочні розрахунки:
- - амортизатора на нагрівання  $\Delta t=116,48$  0С;
- - міцнісний розрахунок ресори  $\sigma_{\max}=946,75$  МПа < [1000] МПа
- і підресорника  $\sigma_{\max\text{под}}=1039,11$  МПа.
- Проведений конструктивно-технологічний аналіз представлених на вітчизняному та закордонному ринках стендів для перевірки ресор.
- На основі аналізу більш прогресивного аналога розроблений модернізований стенд – стенд для перевірки ресор, підготовлені складальні креслення конструкції.
- Розроблена технологічна карта випробування ресори на спроектованому устаткуванні.

**15**

**Дякую за увагу!**