

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Зембі Владислав у Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2023 року № 4/7-66

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Вимоги до передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307.

Базовий технологічний процес ремонту передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Передня підвіска ГАЗ 3307 – А1;

Передній міст автомобіля ГАЗ 3307 – А1;

Балка передньої вісі ГАЗ 3307 – А1;

Схема встановлення керованих коліс – А1;

Стенд для розбирання ресор автомобіля – А1;

Стенд для холодної правки переднього моста – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.02.2023	
2	Технологічний розділ	08.03.2023	
3	Конструкторський розділ	12.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	03.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	24.05.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2023	

Студент

(підпис)

Земба В.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 52 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 4 сторінок додатків.

Ключові слова: експлуатація, діагностика, заміна, відновлення, деталь.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Аналіз існуючих конструкцій підвісок.....	7
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Схема раціональної послідовності розбирання (складання) ресори.....	16
2.2 Розрахунок рівня та ступеня механізації робіт по зоні, ділянці.....	17
2.3 Розрахунок ступеня механізації робіт.....	17
2.4 Розробка технологічного процесу відновлення.....	18
2.5 Визначення режимів обробки і норм часу при відновленні деталі.....	21
2.6 Обґрунтування вибору способів відновлення зношених поверхонь.....	27
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	29
3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів.....	29
3.2 Запропонована конструкція стенду.....	30
3.3 Технічна характеристика стенда.....	32
3.4 Будова і принцип роботи.....	33
3.5 Силовий розрахунок вузлів стенду.....	36
3.6 Порядок виконання робіт з використанням стенду.....	38
3.7 Монтаж та технічне обслуговування стенда.....	39
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	44
4.1 Вплив шуму на організм людини і розробка заходів по зниженню рівня шуму в цеху що проектується.....	44
4.2 Методи зменшення шуму на виробництві.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
БІБЛІОГРАФІЯ	50
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Зазвичай підвіска автомобіля ГАЗ використовується для полегшення руху автомобіля по нерівностях дороги та поглинання ударів, що допомагає забезпечити комфортну їзду для пасажирів.

Залежно від конкретної моделі автомобіля ГАЗ, підвіска може бути реалізована у вигляді передньої підвіски (незалежна або залежна) та задньої підвіски (незалежна або залежна). Незалежна підвіска передбачає окремі амортизатори і пружини для кожного колеса, що забезпечує більш точне керування та кращу стабільність автомобіля на дорозі. Залежна підвіска, зазвичай, використовується на менш потужних моделях і може мати одну або кілька спільних пружин та амортизаторів для кількох коліс.

Для підвіски ГАЗ також використовуються різні компоненти, такі як пружини, амортизатори, стійки, розв'язки, підшипники тощо. Ці компоненти співпрацюють, щоб забезпечити гасіння ударів, підтримку ваги автомобіля та його стійкість на дорозі.

Якщо у вас є конкретні питання про підвіску автомобіля ГАЗ або яку-небудь конкретну модель, будь ласка, уточніть, і я надам вам більш детальну інформацію.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз існуючих конструкцій підвісок

На даний момент сільськогосподарське та автомобіле- машинобудування досить широко використовує в своєму асортименті ресорні підвіски. На різних автомобілях та с.г. машинах і тракторах встановлені листові ресори як з додатковими пружними елементами, так і без них.

Існує помилкова думка, що основна перевага листових ресор полягає, головним чином, у їхній дешевині. Проте, вони мають більш суттєву перевагу в тому, що енергію, яка вивільняється, приймають на себе корпус і рама автомобіля.

У противагу спіральній пружині листова ресора може керувати напрямком ходу колеса. Це одна з причин того, що листова ресора, незважаючи на прогрес у розробці одиночних підвісок, широко застосовується в автомобілебудуванні.

При ретельно розробленій відповідності товщини і кількості сталевих смуг листова ресора може приймати на себе дуже великі навантаження і при цьому пропонує достатній комфорт при їзді.

Ресори автомобіля мають кілька важливих функцій і призначень:

Підтримка ваги: Ресори служать для підтримки ваги автомобіля, забезпечуючи оптимальне розподілення навантаження між колесами. Вони допомагають утримувати кузов автомобіля на певній висоті над землею та підтримувати стійкість автомобіля.

Поглинання ударів і вібрацій: Ресори допомагають поглинати удари та вібрації, що виникають при русі по нерівностях дороги. Вони зменшують передачу цих ударів до кузова автомобіля та забезпечують більший комфорт для пасажирів.

Забезпечення стійкості та керованості: Ресори сприяють збереженню стійкості автомобіля та керованості на дорозі. Вони допомагають утримувати колеса належним чином прилягаючими до дороги, що забезпечує кращу контрольованість автомобіля та покращену реакцію на керування.

Компенсація похилості: Ресори також використовуються для компенсації похилості автомобіля при перевезенні вантажу або пасажирів. Вони допомагають підтримувати рівновагу автомобіля, забезпечуючи адекватне навантаження на кожне колесо.

Залежно від типу автомобіля та його конструкції, можуть використовуватися різні типи ресорів, такі як листові ресори, катушкові ресори або пневматичні ресори. Кожен тип ресорів має свої переваги та обмеження і використовується залежно від специфікацій автомобіля та його призначення.

Розглянемо конструкції ресорних підвісок, які використовуються на сучасних тракторах і автомобілях (рис.1.1-1.4). Як бачимо з досить різноманітні конструкції ресорних підвісок, які використовуються на різних видах техніки. Ресорна підвіска з додатковою ресорою (рис. 1.1, рис.1.3.б) встановлюється на вантажних автомобілях ззаду ГАЗ-3307.

Додаткові ресори, також відомі як підсилюючі ресори або додаткові пружини, є додатковими компонентами, які встановлюють на підвіску автомобіля. Вони використовуються для покращення навантаження, стійкості та комфорту автомобіля при перевезенні важкого вантажу або при вимогливих умовах експлуатації.

Основна функція додаткових ресорів полягає в підсиленні підвіски, забезпеченні додаткової підтримки та гасінні ударів, коли автомобіль перевантажений або їздить по нерівних дорогах. Вони зменшують ризик перетягування або прогину підвіски, що може призвести до зниження контролю над автомобілем.

Додаткові ресори можуть бути встановлені як на передню, так і на задню підвіску автомобіля. Вони зазвичай мають жорсткішу конструкцію, ніж стандартні ресори, які виготовляють з металу або композитних матеріалів.

Переваги використання додаткових ресорів включають:

Підвищена стійкість: Додаткові ресори допомагають підтримувати стабільність автомобіля, особливо при важких навантаженнях або в умовах нерівної дороги.

Покращена контрольованість: Вони допомагають збільшити контроль над автомобілем, зменшуючи похилість та кочення при русі по поворотах.

Зниження відскоку: Додаткові ресори гасять удари та вібрації, забезпечуючи більший комфорт для пасажирів та зменшуючи відскок підвіски.

Ресорні підвіски наведені на рис. 1.1., 1.2., 1.4.а використовуються, як передні підвіски автомобілів ГАЗ-3307.

Але, як показує аналіз, спільними елементами підвісок є ресори, які в процесі експлуатації втрачають робоздатність і потребують ремонту. Втрата робоздатності ресор найчастіше пов'язана із втратою пружності, зломом, утворенням тріщин.

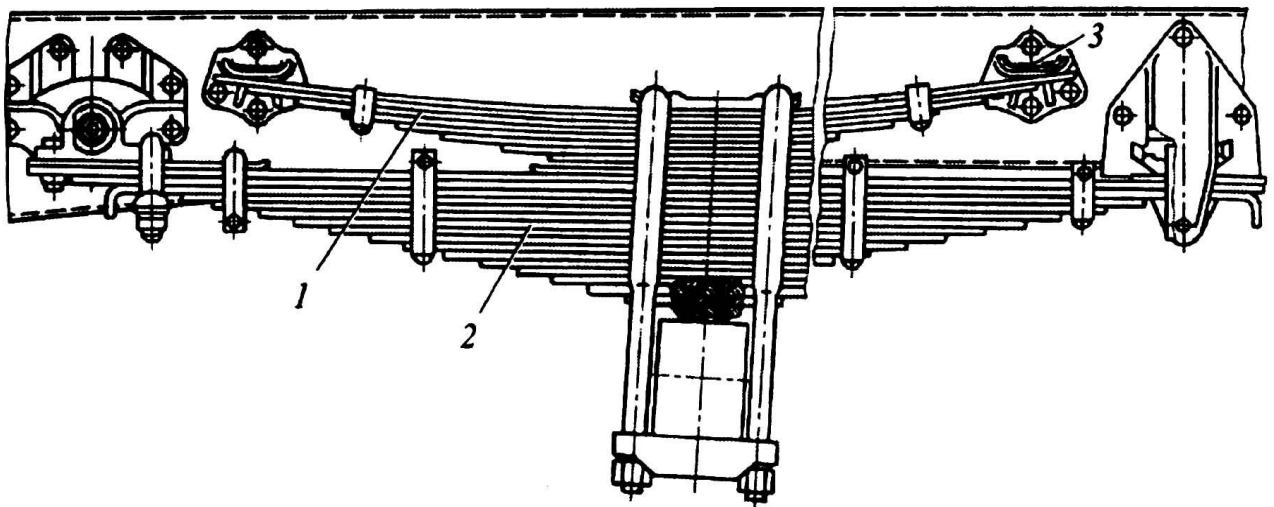


Рисунок 1.1 – Ресорна підвіска з додатковою ресорою:

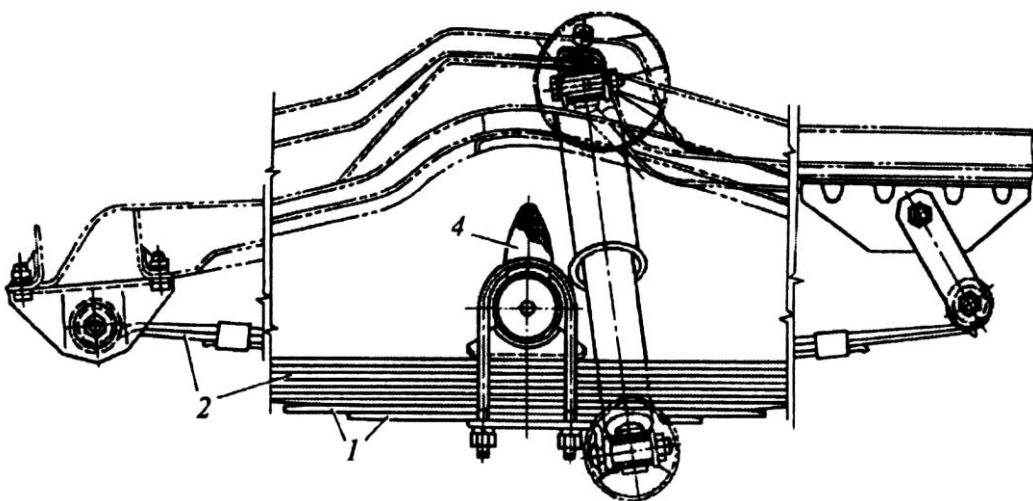


Рисунок 1.2 – Ресорна підвіска з додатковими нижніми листами ресори:

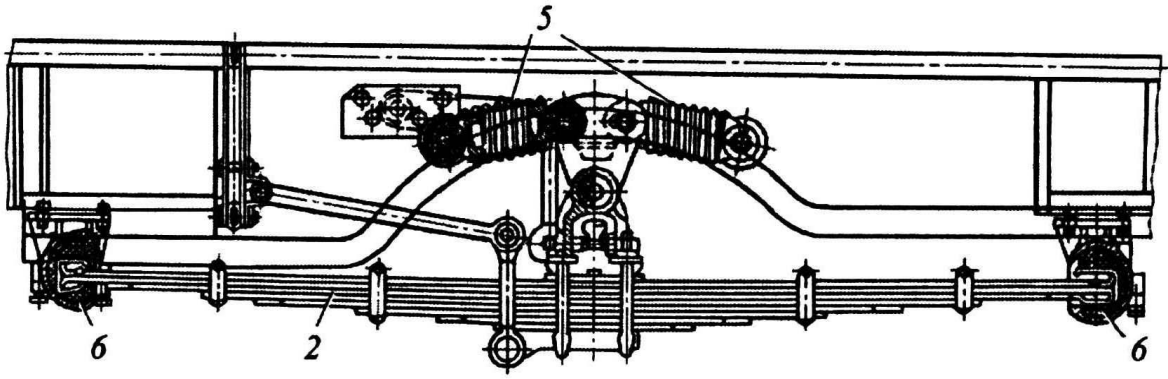


Рисунок 1.3 – Ресорна підвіска з коригувальними пружинами.

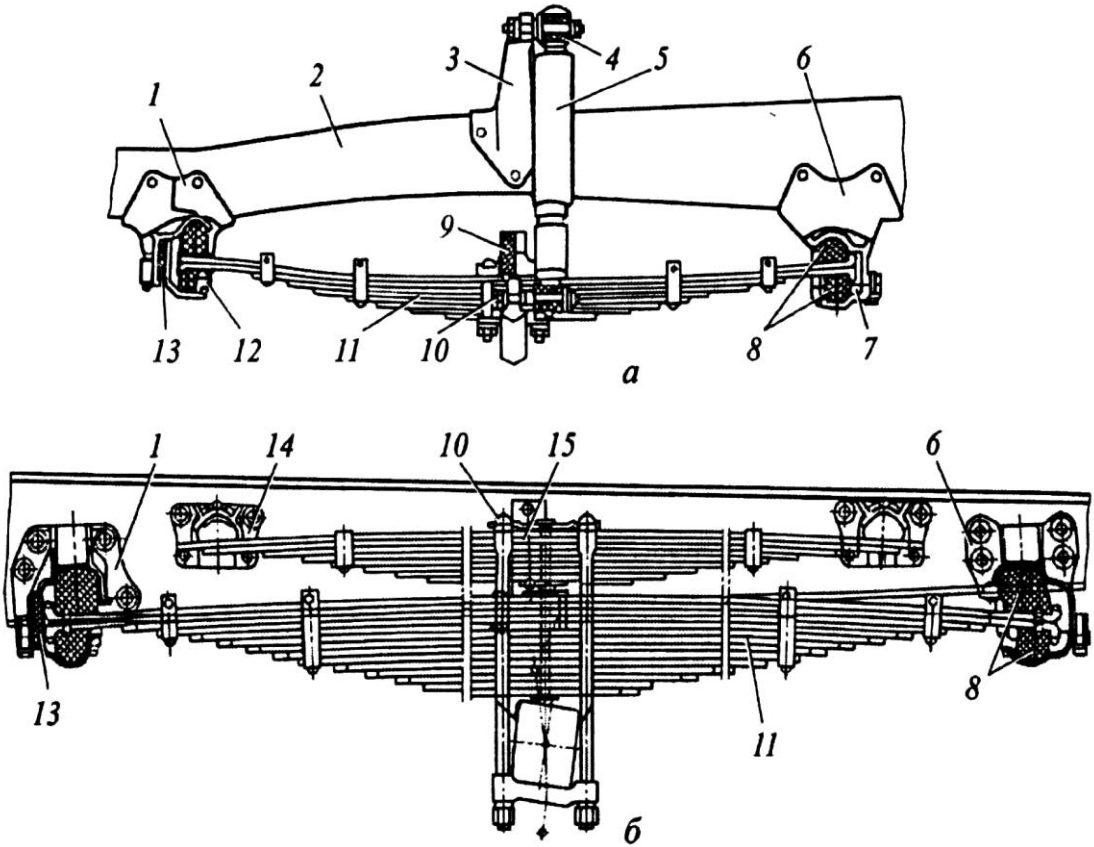


Рисунок 1.3– Передня (а) і задня (б) ресорні підвіски вантажного автомобіля

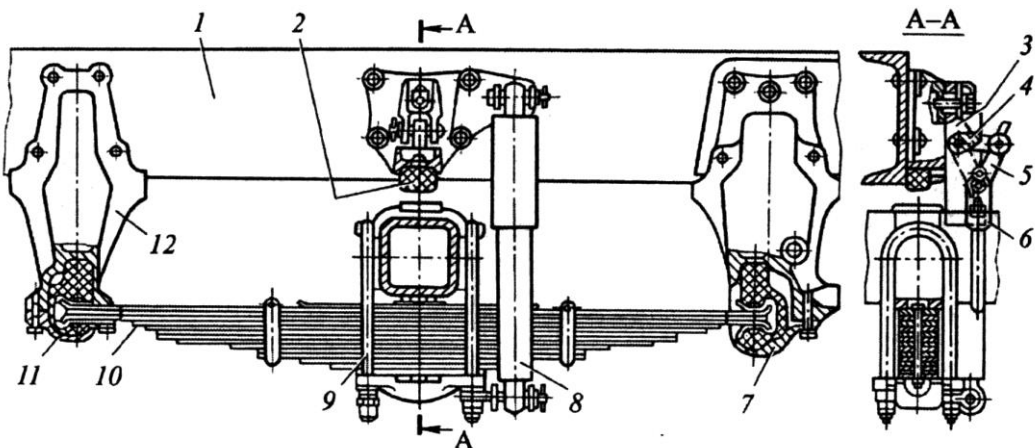


Рисунок 1.4 – Ресорна підвіска переднього моста

Загальний вигляд листової ресори можна побачити на рис. 1.6. Також покажемо її складові частини, тобто листи, втулки, хомути, заклепки та болти.

Із даної схеми бачимо, що при поломці листів ресори №11-16, їх можна використати для виготовлення листів №2-10, так як вони однакові по ширині і різняться лише своєю довжиною.

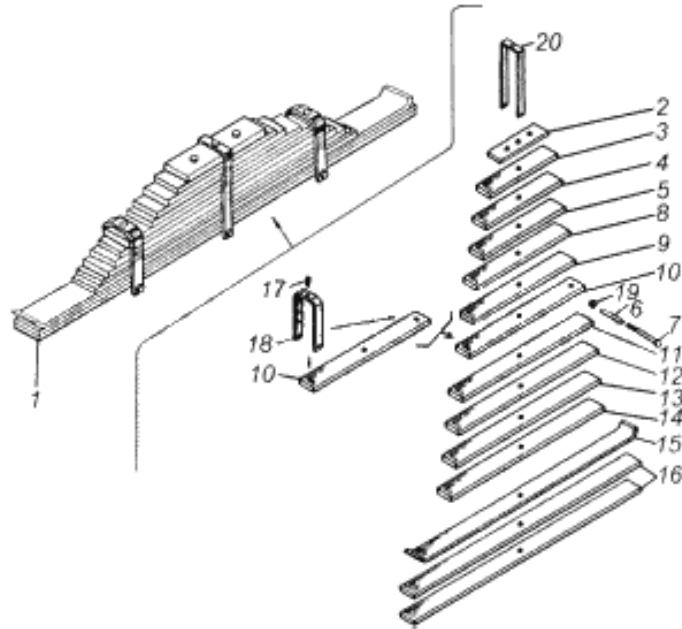


Рисунок 1.6 – Ресора задня

Для забезпечення якісного відновлення ресор необхідно володіти інформацією про матеріал, з якого виготовлені ресори. На основі аналізу літературних джерел та технічних вимог на ремонт тракторів та автомобілів, нами встановлено матеріал листів ресор та пружин. Матеріали, з яких виготовлені основні деталі підвісок автомобілів, представлено в табл. 1.1.

Як бачимо аналіз матеріалів, які використовуються при виготовленні ресорних підвісок різних марок автомобілів досить ідентичні, це ресорна хроммарганцева сталь 50ХГА або кремнієва сталь 60С2А.

Листи ресор виготовляються із смугової сталі. Ресорні листи піддаються термічній обробці: гартуванню і високотемпературному відпуску по режиму: для сталей 50ХГА і 50ХГ гартування в маслі з температурою нагріву 850...860°C і відпуску при нагріві 450... 500 °С із забезпеченням твердості НВ363...414; для сталі 60С2А гартування в маслі з температурою нагріву 900...920°C, відпуску при нагріві до 540... 600°C із забезпеченням твердості НВ 363... 444. Пружини підвіски із сталі 60С2А піддаються термічній і дробеструйній обробці із забезпеченням твердості НRC 45... 48. Ресорні пальці

виготовляють із сталі 45 і піддаються гартуванню СВЧ, після якого твердість знаходиться в межах HRC 52... 60.

Таблиця 1.2 – Склад ресори автомобілів

2	Лист № 12 задньої ресори	11	Лист №7 задньої ресори
3	Лист №13 задньої ресори	12	Лист №6 задньої ресори
4	Лист №12 задньої ресори	13	Лист №5 задньої ресори
5	Лист №11 задньої ресори	14	Лист №3 задньої ресори
6	Втулка розпірна	15	Лист №3 задньої ресори
7	Болт М10х1,25-6gx120	16	Лист №1 задньої ресори
8	Лист №10 задньої ресори	17,19	Заклепка 12х36
9	Лист №9 задньої ресори	18	Хомут
10	Лист №8 задньої ресори	20	Хомут стяжний
		21	Гайка М10х1,25-6gx120

Таблиця 1.3 – Склад ресор автомобілів різних марок

Автомобілі	Ресорні листи	Пружини підвіски
Москвич 2140	50ХГА	60С2А
ВАЗ	–	60С2ГФ
УАЗ	50ХГА	–
Газ (вантажні)	50ХГ	–
ПАЗ	50ХГА	–
ЗІЛ	60С2	–
МАЗ	60С2	–
КРАЗ	60ХГС	–

Стрем'янки ресор звичайно виготовляються із сталі 45 або 40Х і як термічна обробка піддаються нормалізації або поліпшенню.

Передній керуючий міст (часто відомий як передній привід або переднє шасі) в автомобілі забезпечує кілька важливих функцій:

Керованість: Передній керуючий міст відповідає за керування автомобілем. Він передає керуючі рухи від керма до передніх коліс, що дозволяє змінювати напрямок руху автомобіля.

Розгін: У більшості автомобілів передні колеса також відповідають за передачу сили розгону на дорогу. Це означає, що передні колеса приводять автомобіль у рух при розгоні з місця.

Підтримка ваги: Передній керуючий міст несе певну частину ваги автомобіля, особливо двигуна, що розташований зазвичай спереду. Він розподіляє це навантаження між передніми колесами, забезпечуючи стійкість та оптимальну підтримку.

Поглинання ударів: Передні колеса та підвіска на передньому керуючому мосту гасять удари та вібрації, які виникають при русі по нерівностях дороги. Це забезпечує більший комфорт для пасажирів та допомагає зберегти цілісність автомобіля.

Важливо зазначити, що не всі автомобілі мають передній керуючий міст. Деякі автомобілі мають задній привід або повний привід, де передавання сили на колеса здійснюється через задній керуючий міст або обидва мости. Конфігурація приводу автомобіля залежить від його конструкції, типу трансмісії та призначення автомобіля.

Передній міст автомобіля (рис.1.6). На закордонних автомобілях знаходить все більше вживання пневматична підвіска, яка володіє наступними перевагами:

- можливість регулювання;
- зниження динамічних навантажень;
- зменшення передаваних вібрацій;
- нелінійна пружна характеристика і так далі

У представленій підвісці роль направляючого елемента виконує звичайна листовая ресора полегшеного типу з 2-4 листами.

Передній міст підтримується двома двухгофровими пневмобалонами 1, до верхнього торця яких прикріплені додаткові резервуари. Днище балонів закріплені на кронштейнах осі, які використовуються також для кріплення телескопічних амортизаторів 2 подвійних дії (по два на кожен пружний

елемент). Положення осі фіксується двома нижніми штовхаючими реактивними штангами (тягою) 4, однією штовхаючою штангою 3, шарнірно закріпленою над віссю в подовжній площині симетрії, і поперечною тягою 5.

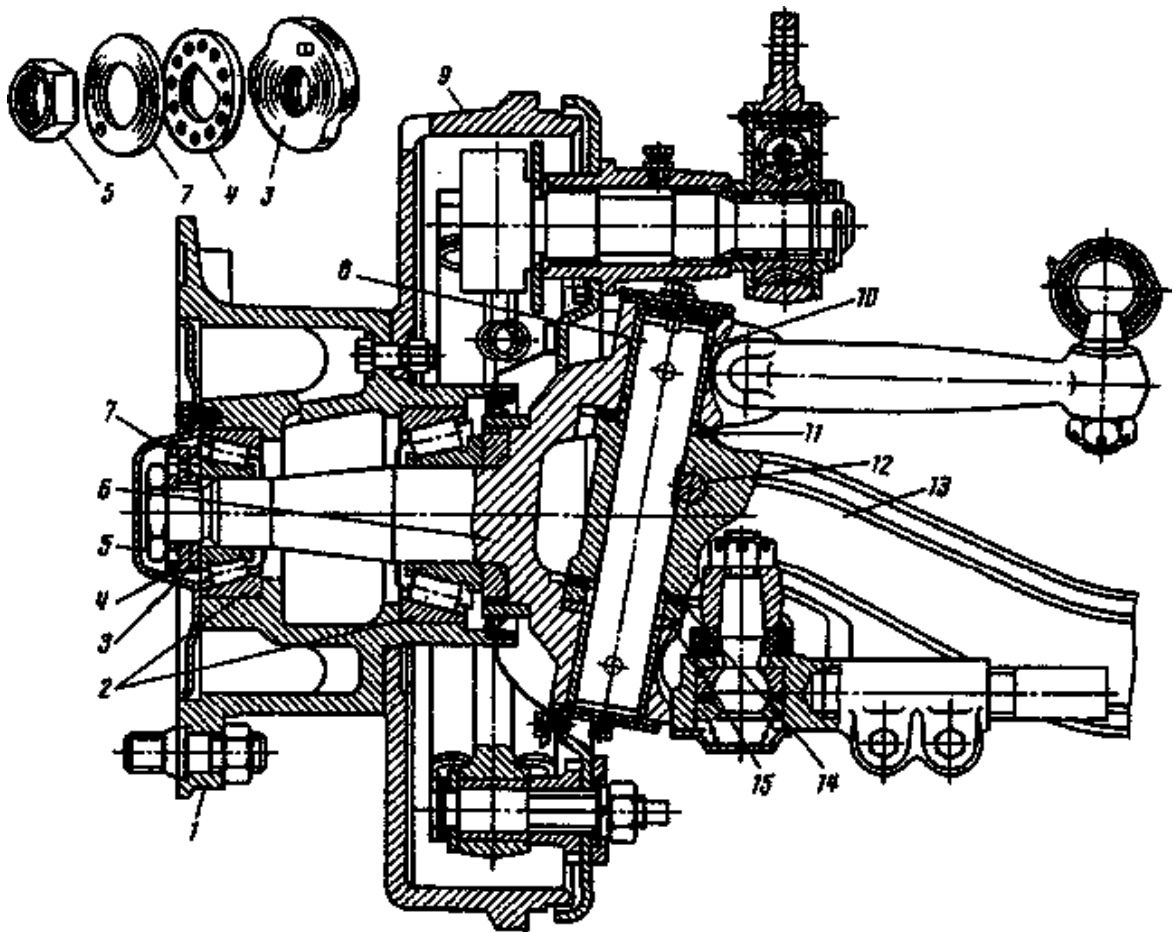


Рисунок 1.6 - Передній міст автомобіля ГАЗ 3307

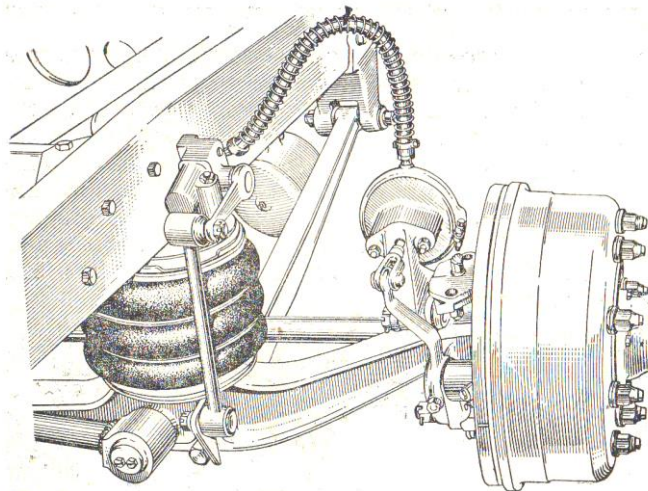


Рисунок 1.7 – Передня підвіска автомобіля АЕС Рельянс.

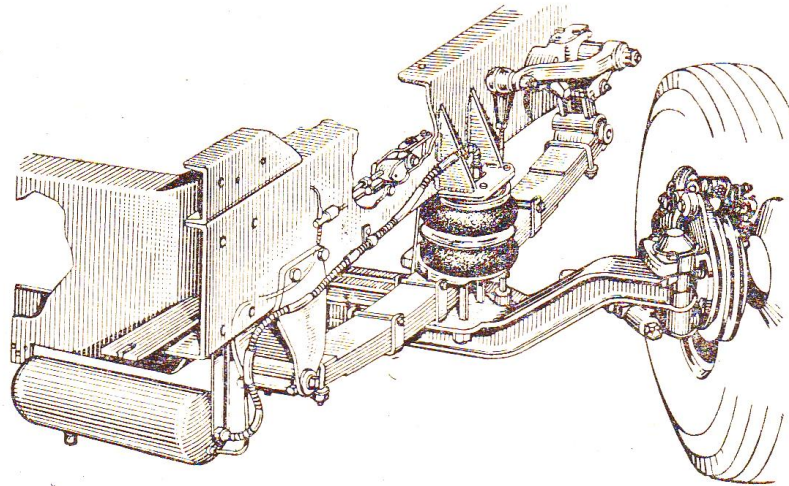


Рисунок 1.8 – Передня підвіска Фуден FETU 6/25

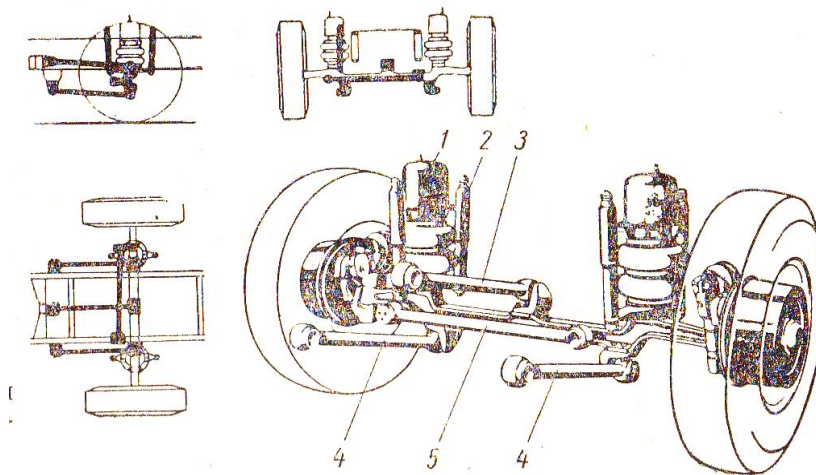


Рисунок 1.9 – Передня підвіска Мерседес Бенс 0317

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Грунтуючись на проведеному аналізі патентної інформації і аналізі існуючих конструкцій, приходимо до висновку, що передня ресорна підвіска автомобіля середньої вантажопідйомності не може забезпечити необхідну плавність ходу оскільки володіє лінійною пружною характеристикою.

Тому в даному дипломній роботі ставиться завдання спроектувати передню підвіску автомобіля середньої вантажопідйомності з нелінійною пружною характеристикою, яка дозволить позбавитися від недоліків властивих ресорній підвісці.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Схема раціональної послідовності розбирання (складання) ресори

При проектуванні технологічного процесу розбирання (складання) ресори вирішуються такі завдання:

- розробка змісту операції і послідовності переходів;
- вибір засобів технічного оснащення (обладнання, технологічної оснастки, робочого і вимірювального інструменту);
- вибір внутрішньоцехових засобів транспортування.

Найбільш важливим етапом проектування технологічного процесу являється встановлення раціональної послідовності виконання розбиральних (складальних) операцій. Для вирішення даного завдання складається структурна схема розбирання (складання), яка представляє собою умовне зображення послідовності зняття при розбиранні (встановлення при складанні) складальних одиниць різноманітних порядків і деталей. Схема розбирання (складання) дає наочне зображення процесу розбирання (складання) і являється одним із документів, які фіксують даний процес.

Складові частини виробу на схемі позначаються у вигляді прямокутників. Для того щоб виділити на схемі складальні одиниці, прямокутники, якими вони позначаються, креслять двома двома паралельними лініями.

Прямокутник, яким показано складальну одиницю, ділять на три поля, якщо вона входить до складу в одиничному екземплярі. Номера позицій проставляють на схемі у лівому верхньому полі прямокутника, а в правому нижньому проставляємо кількість деталей.

Складання схеми розбирання (складання) ресори починаємо із умовного зображення виробу (складальної одиниці) і складаємо в напрямку зліва направо або зверху вниз. Умовні позначення окремих деталей розміщуємо зліва, а складальні одиниці відповідного порядку – з правого боку по ходу процесу розбирання. Напрямок процесу розбирання, яке відповідає послідовності зняття складальних одиниць і деталей, показуємо стрілкою.

Схему технологічного процесу складання складальної одиниці починаємо

із умовного зображення базової деталі і послідовно включаємо в складання складальні одиниці в напрямку зліва направо. Також умовні позначення деталей розміщуємо зліва, а складальних одиниць – справа у напрямку складання. Це значно полегшує читання схеми і дає можливість виділити складальні одиниці, складання яких можна організувати незалежно від загальної схеми збирання.

2.2 Розрахунок рівня та ступеня механізації робіт по зоні, ділянки

Розрахунок рівня механізації та автоматизації робіт.

Рівень механізації виробничих процесів, розраховується за формулою:

$$P = \frac{T_m}{T_z} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

$$P = \frac{0,802}{1,145} \cdot 100\% = 70\%$$

Але також можливо розрахунок вести за формулою:

$$Y_{об} = Y_m + Y_{mp} \quad (2.2.)$$

$$Y_m = 100 \cdot (P_{m1} \cdot K_1 + K_2 \cdot P_{m2} + \dots + P_{mn} \cdot K_n) : P \quad (2.3)$$

$$Y_{mp} = 100 \cdot (P_{mp1} \cdot U_1 + U_2 \cdot P_{mp2} + \dots + P_{mpn} \cdot U_n) : P \quad (2.4.)$$

$$Y_m = 100 \cdot (1 \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 1) : 1 = 55\%$$

$$Y_{mp} = 100 \cdot (1 \cdot 0,15) : 1 = 15\%$$

Рівень механізації робіт:

$$X_{об} = 55 + 15 = 70\%$$

2.3 Розрахунок ступеня механізації робіт

Ступінь механізації виробничих процесів ТО, ремонту автомобілів розраховується за формулою

$$C = \frac{M}{4 \cdot M}, \%, \quad (2.5)$$

Значення N визначається з такої залежності:

$$H = Z_1 \cdot M_1 + Z_2 \cdot M_2 + Z_3 \cdot M_3 + Z_{3.5} \cdot M_{3.5} + Z_4 \cdot M_4 \quad (2.6)$$

$Z = 1;$

$Z = 2;$

$Z = 3;$

$Z = 3,5;$

$Z = 4;$

Отже:

$$C = \frac{M}{4 \cdot M} \cdot 100\% = \frac{12}{4 \cdot 16} \cdot 100\% = 19\%$$

Тобто розраховані слідуєчи значення:

Рівень механізації виробничих процесів: $P = 70\%$;

Ступінь механізації виробничих процесів: $C = 19\%$.

2.4 Розробка технологічного процесу відновлення

Вибір раціонального способу відновлення деталей зазвичай залежить від декількох факторів. Ось деякі з них, які можуть впливати на вибір:

Стан деталі: Оцініть ступінь пошкодження або зносу деталі. Якщо пошкодження незначне або знос відносно невеликий, можливо, доцільно використовувати методи ремонту або відновлення, які забезпечать задовільну якість і тривалість роботи деталі.

Тип матеріалу: Врахуйте матеріал, з якого виготовлена деталь. Різні матеріали можуть вимагати різних методів відновлення. Наприклад, для металевих деталей можуть застосовуватися методи зварювання, обробки або покриття, тоді як для пластмасових деталей можуть бути використані методи ремонту або відновлення, специфічні для пластмас.

Вартість: Порівняйте вартість відновлення деталі з вартістю заміни на нову. Іноді заміна деталі може бути економічно більш доцільною, особливо якщо вона доступна за прийнятну ціну і не потребує складних робіт з демонтажу та монтажу.

Термін експлуатації: Врахуйте очікувану тривалість експлуатації після відновлення. Якщо ви плануєте тривалий термін використання деталі, можливо,

варто розглянути більш тривалі методи відновлення або навіть заміну на нову деталь, яка має гарантовану якість та тривалість роботи.

Доступність та терміни: Урахуйте доступність необхідного обладнання, матеріалів та кваліфікованої робочої сили для відновлення.

Нижче наведена загальна схема технологічного процесу відновлення деталі "маточина переднього колеса автомобіля".

Перевірка стану деталі:

Огляд деталі для визначення пошкоджень, зносу або інших проблем.

Вимірювання розмірів та геометрії деталі для встановлення відхилень від заданих специфікацій.

Визначення потреби у відновленні або заміні деталі.

Підготовка деталі до відновлення:

Зняття деталі з автомобіля.

Очищення деталі від бруду, корозії або фарби.

Демонтаж зношених або пошкоджених компонентів деталі.

Відновлення деталі:

Зварювання або відновлення пошкоджених або зношених частин.

Виправлення геометрії деталі за допомогою спеціальних пристроїв, наприклад, пресів або гідравлічних пресів.

Заміна або відновлення покриття деталі, наприклад, хромування або порошкового фарбування.

Видалення нерівностей і фінішування поверхні деталі.

Збірка та перевірка деталі:

Встановлення відновленої деталі на автомобіль.

Перевірка правильності збірки та належного функціонування деталі.

Здійснення необхідних налаштувань або регулювань для забезпечення правильної роботи деталі.

Остаточна перевірка та тестування:

Випробування автомобіля на дорозі.

Таблиця 2.2 – Схема технологічного процесу відновлення деталей маточини переднього колеса автомобіля

Найменування операцій і зміст переходів	Устаткування і інструмент	База і спосіб закріплення	Технічні вимоги
1	2	3	4
005 Свердлувальна 1. Закріпити маточину в патроні 2. Закріпити на маточині кондуктор 3. Видалити старую різьблення або залишки шпильки	Вертикально - свердлувальний верстат 2А 135 Кондуктор накладної Кондуктор накладної, свердло Р18 О20,0	Отвір під зовнішнє кільце зовнішнього підшипника, трикулачковий патрон Торець маточини, болти	Отвір і вісь маточини співісний з віссю шпинделя
010 Зварювальна 1. Закріпити деталь в лещатах 2. Заварити отвір 3. Видалити шлак 4. Зачистити поверхню від бризок металу	Молоток з вузьким бойком Напилок	Лещата, механічні затиски	Поверхня торця має бути рівною
015 Наплавлювальна 1. Встановити маточину в патрон 2. Наплавити поверхню під зовнішнє кільце внутрішнього підшипника	Токарний – гвинторізний верстат 1К62. Автоматична вібродугова голівка УАНЖ-6, дросель РСТЕ-34	Отвір під зовнішнє кільце зовнішнього підшипника, трикулачковий патрон	О
020 Токарна 1. Встановити маточину в патрон 2. Гострити поверхню під зовнішнє кільце внутрішнього підшипника	Токарний – гвинторізний верстат 1К62 Різець розточувальною, тврдосплавний Т15К6	Отвір під зовнішнє кільце зовнішнього підшипника, трикулачковий патрон	О
025 Шліфувальна 1. Встановити маточини в патрон 2. Шліфувати поверхню під зовнішнє кільце внутрішнього підшипника	Шліфувальний верстат 3А161 Круг шліфувальний ППЕ36СН1	Отвір під зовнішнє кільце зовнішнього підшипника, трикулачковий патрон	О Ra = 1,25 мм.
030 Фрезерна 1. Закріпити деталь в лещатах 2. Фрезерувати поверхню	Кінцева фреза з швидкорізальної сталі.	Лещата, механічні затиски	
035 Свердлувальна 1. Встановити маточину в патрон 2. Закріпити на маточині кондуктор 3. Свердлити отвір під різьблення 4. Нарізувати різьблення М 20?1,5 – 6Н	Вертикально - свердлувальний верстат 2А 135 Кондуктор накладної Кондуктор накладної, свердло Р18 О18,0 Мітчик М 20?1,5 – 6Н	Отвір під зовнішнє кільце зовнішнього підшипника, трикулачковий патрон	Отвір і вісь маточини співісний з віссю шпинделя О17,9+0,40
040 Контрольна 1. Перевірити на перпендикулярність основні отвори	Пристосування		Не більше 0,1

2.5 Визначення режимів обробки і норм часу при відновленні деталі

Основний час при зварюванні

$$t_o = \frac{F \cdot j \cdot 60}{\alpha_n \cdot I} = \frac{154 \cdot 60 \cdot 7,35}{12,5 \cdot 200} = 27,2 \text{ хв},$$

де $F = 154 \text{ мм}^2$; $j = 7,35 \text{ г/см}^2$; $\alpha_n = 12,5 \text{ г/А год}$; $I = 200 \text{ А}$.

Допоміжний час, пов'язаний з переходом

$$t_{B_1} = t'_{B_1} + t''_{B_1} = 0,5 + 0,054 = 0,554 \text{ мин},$$

$$t''_{B_1} = 0,054 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$t_{on} = (t_o + t_{B_1}) \cdot L + t_{B_2} = (27,2 + 0,554) \cdot 0,03 + 0,09 = 0,09 \text{ хв},$$

де $L = 0,03 \text{ м}$.

$$t_{B_2} = 0,09 \text{ хв}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_m = 0,12 \cdot t_{on} = 0,12 \cdot 0,92 = 0,11$$

Підготовчо – завершальний час

$$t_{п.з.} = 0,02 \cdot t_{on} = 0,02 \cdot 0,92 = 0,0184 \text{ хв}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{о.р.м.} = 0,11 \cdot t_{оп} = 0,11 \cdot 0,92 = 0,1012 \text{ хв}$$

Технічна норма часу на ручні зварювальні роботи:

$$t_{шк} = t_{оп} + t_{о.р.м.} + t_{п.з.} = 0,92 + 0,1012 + 0,0184 = 1,04$$

Визначення норми часу для операції свердління

Величина зрізування

$$y = y_1 + y_2; (y_2 = 0); y_1$$

Величина зрізування свердла

$$y_1 = \frac{d}{2} \cdot \text{ctg} \frac{\varphi}{2} = \frac{18}{2} \cdot \text{ctg} \frac{116}{2} = 5,4 \text{ мм}.$$

Швидкість різання при свердлінні

$$V = \frac{C_v \cdot D^{Z_v}}{T^m \cdot S^{Y_v}} = \frac{15,6 \cdot 18^{0,25}}{27^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} = 51,6 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання свердла

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{51,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 18} = 1130 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання свердла, скоректована по паспорту верстата 2A135

$$n = 1100 \text{ хв}^{-1}.$$

Нарізування різьблення мітчиком

$$S = 2 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $V = 2 \text{ м/хв}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot S} = \frac{1000 \cdot 2}{3,14 \cdot 18} = 35 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання, скоректована по паспорту верстата 2A135

$$n = 40 \text{ хв}^{-1}.$$

Основний машинний час – при свердлінні

$$t_o = \frac{l + y}{n \cdot S} = \frac{35 + 5,4}{1100 \cdot 0,2} = 0,16 \text{ хв.}$$

– при нарізуванні різьблення

$$t_o = \frac{35 + 5,4}{40 \cdot 2} = 0,44 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{e1} = 1,02 \text{ хв.}$$

$$t_{e2} = 0,55 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{ey} = 0,18 \text{ хв.}$$

Допоміжний час,

$$t_{en} = (0,14 + 0,07) \cdot 3 = 0,68 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{enl} = 0,27 \text{ хв.}$$

Підготовчо – завершальний час

$$t_{n.з.} = 10 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{o.p.m.} = 0,11 \cdot t_{оп} = 0,11 \cdot 0,59 = 0,0649 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$t_{он} = (t_o + t_{B_1}) \cdot L + t_{B_2} = (0,16 + 1,02) \cdot 0,035 + 0,55 = 0,59 \text{ хв.},$$

Штучно-калькуляційний час

$$t_{шк} = \frac{t_{вп1}}{Z} + t_{пз} + t_{vy} + t_{o.p.m.} + t_{вп} = \frac{10}{275} + 0,27 + 0,0649 + 0,18 + 0,68 = 1,23 \text{ хв}$$

Визначення норми часу для операції фрезерування

Швидкість різання

Частота обертання фрези

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{26,46 \cdot 1000}{3,14 \cdot 25} = 337 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання фрези

$$n = 400 \text{ хв}^{-1}.$$

Подача в хвилину

$$S_M = S_O \cdot n = S_Z \cdot z \cdot n = 0,04 \cdot 5 \cdot 400 = 80 \text{ мм/хв.}$$

Величина урізування і перегину фрези

$$y = y_1 + y_2,$$

$$y_1 = \sqrt{D \cdot t - t^2} = \sqrt{25 \cdot 5 - 5^2} = 10;$$

$$y_2 = 0,04 \cdot 25 = 1;$$

$$y = 10 + 1 = 11.$$

Число проходів

$$i = 1.$$

Основний час

$$t_o = \frac{l + y}{n \cdot S} \cdot i = \frac{5 + 11}{400 \cdot 0,04} = 1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{в.у.} = 0,27 \text{ хв.}$$

Допоміжний час,

$$t_{e.n.} = 0,3 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{\partial} = 0,1 \text{ хв.}$$

Підготовчо – завершальний час

$$t_{n.з.} = 14 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{o.p.m.} = 0,11 \cdot t_{on} = 0,11 \cdot 0,34 = 0,038 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$t_{on} = (t_o + t_{vy}) \cdot L + t_{ey} = (1 + 0,27) \cdot 0,035 + 0,3 = 0,34 \text{ хв.},$$

Штучно – калькуляційний час

$$t_{ш.к.} = t_o + t_{e.y.} + t_{e.n.} + t_{o.p.m.} + \frac{t_{n.з.}}{Z} = 1 + 0,27 + 0,3 + 0,038 + \frac{14}{275} = 1,659 \text{ хв.}$$

Визначення режимів обробки і норм часу при відновленні отвору під зовнішнє кільце внутрішнього підшипника

Визначення режимів вібродугового наплавлення

діаметр і марка дроту електродуги: Св – 10Т, $d = 2,0$ мм;

швидкість подачі дроту: $V_{np1} = 2$ м/хв;

швидкість наплавлення:

$$V_n = \frac{0,785 \cdot d^2 \cdot V_{np} \cdot \eta}{h \cdot S} = \frac{0,785 \cdot 2,0^2 \cdot 1,2 \cdot 0,87}{1 \cdot 2,5} = 1,31 \text{ м/хв.},$$

$$n = \frac{V_n \cdot 10^3}{\pi \cdot D} = \frac{1,31 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 100} = 4 \text{ об/хв.}$$

частота коливань ~ 100 Гц.

Виліт електроду

$$l = (5 \div 8) \cdot d = 6 \cdot 2,0 = 12 \text{ мм.}$$

Амплітуда вібрації електроду

$$A = 1,25 \cdot d = 2,5 \text{ мм.}$$

Основний час

$$t_o = \frac{l}{n \cdot S} = \frac{30}{4 \cdot 2,5} = 3 \text{ хв.};$$

$$\frac{t_{nz}}{Z} = 12,4 \text{ хв};$$

$$t_{ch(yc)} = t_g = 0,53 \text{ хв};$$

$$t_B = 0,7 \cdot L = 0,7 \cdot 3,8 = 3,06 \text{ хв};$$

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{S} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 30}{2,5 \cdot 1000} = 3,8 \text{ м};$$

$$t_{um} = 3 + 3,06 + 0,88 = 6,94 \text{ хв};$$

$$t_{on} = t_o + t_B = 3 + 3,06 = 6,06 \text{ мхв};$$

$$t_{opm} = 0,12 \cdot t_{on} = 0,12 \cdot 6,06 = 0,73 \text{ хв};$$

$$t_{шк} = t_o + t_{ch(yc)} + t_B + t_{opm} + \frac{t_{nz}}{Z} = 3 + 3,06 + 0,53 + 0,73 + \frac{12,4}{275} = 7,37 \text{ хв.}$$

Визначення режиму і норм часу токарної обробки.

Визначення режимів при шліфуванні.

Поперечна подача на один подвійний хід 0,002 мм.

Подовжня подача на один зворот оброблюваної деталі.

$$S = \beta \cdot B = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ мм.}$$

Швидкість обертання оброблюваної деталі

$$V_g = \frac{C_v \cdot D^k}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot \beta^{Y_v}} = \frac{0,27 \cdot 100^{0,3}}{20^{0,5} \cdot 0,1^{1,0} \cdot 0,4^{1,0}} = 5,5 \text{ м/хв.}$$

Довжина ходу столу (або шліфувального круга):

$$L = l - \frac{B}{2} = 30 - \frac{8}{2} = 26 \text{ мм.}$$

Таблиця 2.3 – Режими і норми часу токарної обробки

Найменування величини	Одиниця виміру	Позначення	Розрахункове значення
Швидкість різання	$m/хв$	V	$V = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 =$ $= \frac{170}{1^{0,18} \cdot 0,17^{0,2}} \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 363$
Глибина різання (припуск на обробку на даній операції)	$мм.$	t	1,0
Подача	$мм/об$	S	0,17
Коефіцієнт, залежний від умов роботи і механічних якостей матеріалу	-	3	170
Поправочний коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу	-	$K1$	1,6
Поправочний коефіцієнт, залежний від стійкості різця	-	$K2$	1,04
Поправочний коефіцієнт, залежний від марки різця (твердість)	-	$K3$	1,0
Поправочний коефіцієнт, залежний від кута різання	-	$K4$	1,0
Частота обертання шпинделя	$хв^{-1}$	n	$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 363}{3,14 \cdot 100} = 1156$
Діаметр оброблюваної деталі	$мм.$	D	100
Коректування частоти обертання шпинделя по паспорту станка	$хв^{-1}$	$n\phi$	1200
Машинний час	$хв.$	t_0	$t_0 = \frac{L + y}{n \cdot S} = \frac{30 + 6}{1200 \cdot 0,17} = 0,20$
Довжина оброблюваної поверхні	$мм.$	L	30
Величина урізування і виходу різця	$мм.$	y	$y = y_1 + y_2 + y_3 = 1 + 2 + 3 = 6$
Число ходів	$шт.$	i	1
Розрахунок технічної норми часу	$хв$	$t_{шт}$	$t_{шт} = t_o + t_{ey} + t_{en} + t_{opn} + \frac{t_{n3}}{Z} =$ 2,05
Допоміжний час на установку і зняття деталі	$хв$	t_{ey}	1,29
Допоміжний час пов'язаний з переходом	$хв$	t_{en}	0,40
Час обслуговування робочого місця	$хв$	t_{opm}	0,12
Оперативний час	$хв$	t_{n3}	12

2.6 Обґрунтування вибору способів відновлення зношених поверхонь

Для підвищення економічної ефективності і організації використання бажано мати меншу кількість способів, використовуваних для відновлення різних зношуваних поверхонь деталі. Варіанти поєднань способів відновлення балки в цілому:

поверхні А і В – заправка вручну, поверхня Б – додаткова ремонтна деталь;

поверхні А і В – заправка в середовищі CO₂, поверхня Б – додаткова ремонтна деталь;

поверхні А і В – заправка під шаром флюсу, поверхня Б – додаткова ремонтна деталь;

Для аналізу варіантів для кожного визначають відношення собівартості відновлення деталі до коефіцієнта довговічності.

$$\frac{C_{\text{вд}j}}{K_{\text{дв}j}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{вп}i} \cdot S_i}{K_{\text{дв}j}} \rightarrow \min, \quad (2.6)$$

Коефіцієнти довговічності по кожному варіанту визначають по формулі:

$$K_{\text{дв}i} = \frac{\sum K_i \cdot K_{\text{дв}ij}}{\sum K_i}; \quad (2.7)$$

$$K_{\text{дв}1} = \frac{0,72 \cdot 0,10 + 0,81 \cdot 0,40 + 0,72 \cdot 0,20}{0,10 + 0,40 + 0,20} = 0,77;$$

$$K_{\text{дв}2} = \frac{0,77 \cdot 0,10 + 0,81 \cdot 0,40 + 0,77 \cdot 0,20}{0,10 + 0,40 + 0,20} = 0,79;$$

$$K_{\text{дв}3} = \frac{0,79 \cdot 0,10 + 0,81 \cdot 0,40 + 0,79 \cdot 0,20}{0,10 + 0,40 + 0,20} = 0,73.$$

Визначення вартостей відновлення поверхонь деталі для вибраних способів:

$$C_{\text{в}1} = C_y \cdot S = 6,0(0,03 + 0,3) + 9,01,23 = 14,67;$$

$$C_{\text{в}2} = C_y \cdot S = 9,0(0,03 + 0,3) + 9,01,23 = 16,47;$$

$$C_{\text{в}3} = C_y \cdot S = 11,0(0,03 + 0,3) + 9,01,23 = 17,67;$$

Відношення собівартості відновлення деталі до коефіцієнта довговічності для кожного варіанту:

$$\frac{C_{\text{вд1}}}{K_{\text{дв1}}} = \frac{14,67}{0,77} = 19,05 \text{ грн.};$$

$$\frac{C_{\text{вд2}}}{K_{\text{дв2}}} = \frac{16,47}{0,79} = 20,85 \text{ грн.};$$

$$\frac{C_{\text{вд3}}}{K_{\text{дв3}}} = \frac{17,67}{0,81} = 21,81 \text{ грн.}$$

Результати зводяться в таблицю 2.6 Оптимальний 1-й варіант.

Таблиця 2.6 – Техніко-економічні показники відновлення зношених поверхонь балки передньої вісі

Номер варіанту	Поєднання способів відновлення	Коефіцієнт довговічності К _{дв}	Собівартість відновлення, С _{вд} , грн	Відношення собівартості відновлення до коефіцієнта довговічності С _{вд} /К _{дв} , грн
1	Поверхні А і В – заплавка вручну, поверхня Б – додаткова ремонтна деталь	0,77	14,67	19,05
2	Поверхні А і В – заплавка в середовищі CO ₂ , поверхня Б – додаткова ремонтна деталь	0,79	20,85	20,85
3	Поверхні А і В – заплавка під шаром флюсу, поверхня Б – додаткова ремонтна деталь	0,80	22,09	22,09

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів

Стенд для холодної правки переднього моста, модель 9001 рис.3.1., призначений для виконання холодної правки переднього моста автомобіля. Основне призначення такого стенду полягає у відновленні геометрії переднього моста, яка може бути порушена внаслідок ударів, деформацій або інших пошкоджень.

Стенд моделі 9001 зазвичай має наступні характеристики та функції:

Жорстка конструкція: Стенд має міцну та стійку конструкцію, яка забезпечує стабільність під час процесу холодної правки.

Регульовані кріплення: Стенд оснащений спеціальними кріпленнями, які дозволяють правильно закріпити передній міст автомобіля на стенді. Ці кріплення зазвичай мають можливість регулювання для адаптації до різних типів автомобілів.

Преси і гідравлічні пристрої: Стенд може мати вбудовані преси і гідравлічні пристрої, які використовуються для розтягування та виправлення деформованих деталей переднього моста.

Інструменти для вимірювання: Стенд може мати вбудовані інструменти для вимірювання геометричних параметрів переднього моста, таких як кут нахилу, зсув, розмір отворів тощо. Це дозволяє оператору контролювати та коригувати параметри під час процесу правки.

Безпека: Стенд моделі 9001 також повинен відповідати вимогам безпеки, забезпечуючи безпечну роботу для оператора та автомобіля.

Важливо зазначити, що конкретні функції та характеристики стенду моделі 9001 можуть відрізнятися в залежності від виробника та модифікації стенду. Рекомендується звернутися до документації виробника для отримання точної інформації про дану модель стенду.

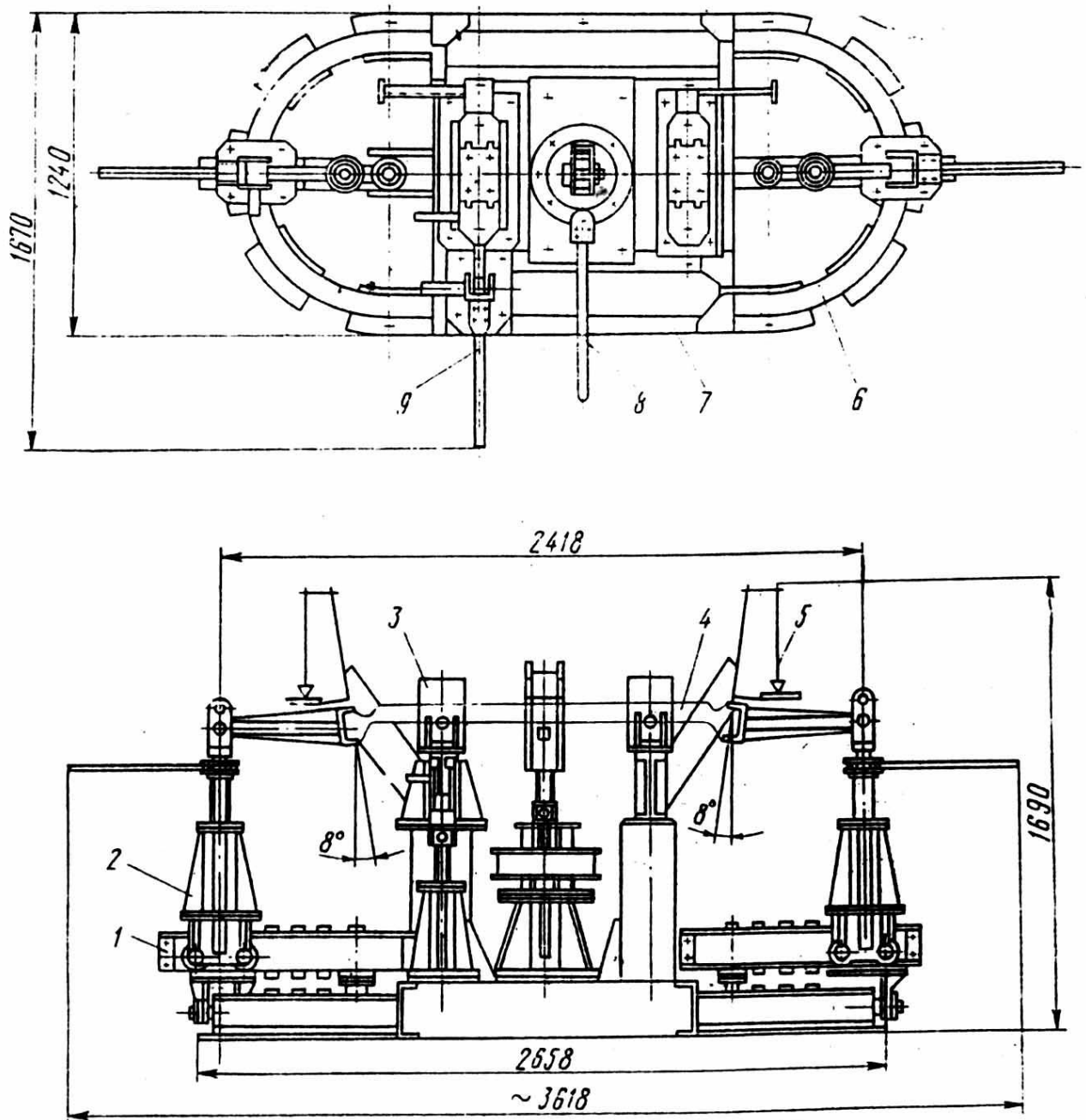


Рисунок 3.1 – Стенд для холодної правки балки переднього моста, модель 9001

3.2 Запропонована конструкція стенду

Стенд моделі 9001 має установлений гідропривід, це може мати деякі особливості та переваги. Ось кілька можливих особливостей, пов'язаних з установкою гідроприводу:

Гідравлічний привід для розтягування: Гідропривід може використовуватися для розтягування деформованих деталей переднього моста.

Це дозволяє застосовувати контрольований тиск, щоб поступово відновити форму та геометрію деталі.

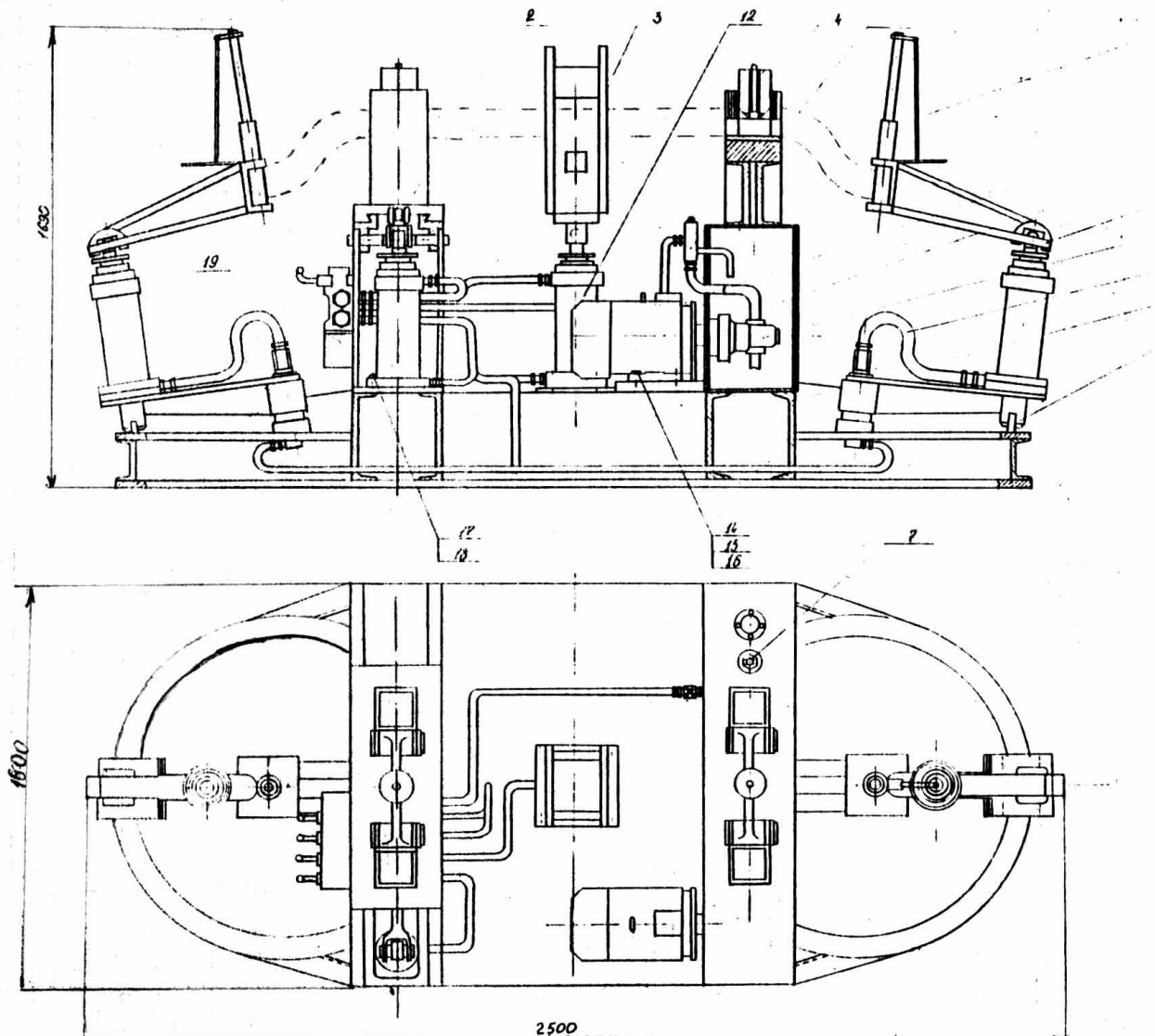


Рисунок 3.2 – Стенд для холодної правки балки переднього моста автомобіля ГАЗ-3307

Регульовані гідравлічні пристрої: Гідропривід може включати регульовані гідравлічні пристрої, які дозволяють точно керувати силою та напрямком дії на деформовані деталі. Це забезпечує більш точну та контрольовану правку.

Швидкість та ефективність: Гідравлічний привід може забезпечувати швидко та ефективно виконання правки переднього моста. Завдяки гідроприводу можна досягти високої сили і зручного керування процесом.

Автоматизованість: Гідропривід може бути інтегрований з автоматизованою системою керування, що дозволяє програмувати та контролювати режими роботи стану. Це спрощує процес правки та забезпечує

більшу точність та повторюваність результатів.

Важливо відзначити, що використання гідроприводу має свої переваги, але також може вимагати додаткового навчання та досвіду в роботі з ним. Рекомендується дотримуватися інструкцій виробника та звертатися до кваліфікованого персоналу для ефективного та безпечного використання станду з гідроприводом.

3.3 Технічна характеристика станда

В даний момент на ремонтних дільницях застосовується декілька типів стандів для ремонту ресор автомобілів. В таблиці 3.1 наведені їх основні характеристики.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика станду

Модель	Універсальний
Тип	Стационарний електрогідравлічний
Робочий тиск, кгс/см ²	50-60
Зусилля, кН.	40,0 ÷ 46,0
Швидкість прокатки листа, м/хв	
Габаритні розміри, мм	1820×650×1260
Робоча рідина насосної станції	Масло індустріальне 20
Маса, кг	580

Універсальний стенд призначений для складання і розбирання ресор, для шихтовки окремих листів автомобілів всіх марок в умовах автотранспортних підприємств, ремонтних майстерень та дільниць. Даний стенд дозволяє в умовах автотранспортних підприємств та ремонтних майстерень відновити робоздатність ресорної підвіски шляхом розбирання ресори, рихтовки або заміни непридатних ресорних листів зі послідуєчим складанням.

3.4 Будова і принцип роботи

Стенд для розбирання, складання і рихтовки ресор (рис.3.3.) складається з рами 1, на яку встановлені і змонтовані механізм рихтовки листів ресор (рис. 3.4.), наносна станція 24, електродвигун 2 і органи керування 3 стендом для розбирання і складання ресор.

Рама стенда – це конструкція зварена з швелера і косинців.

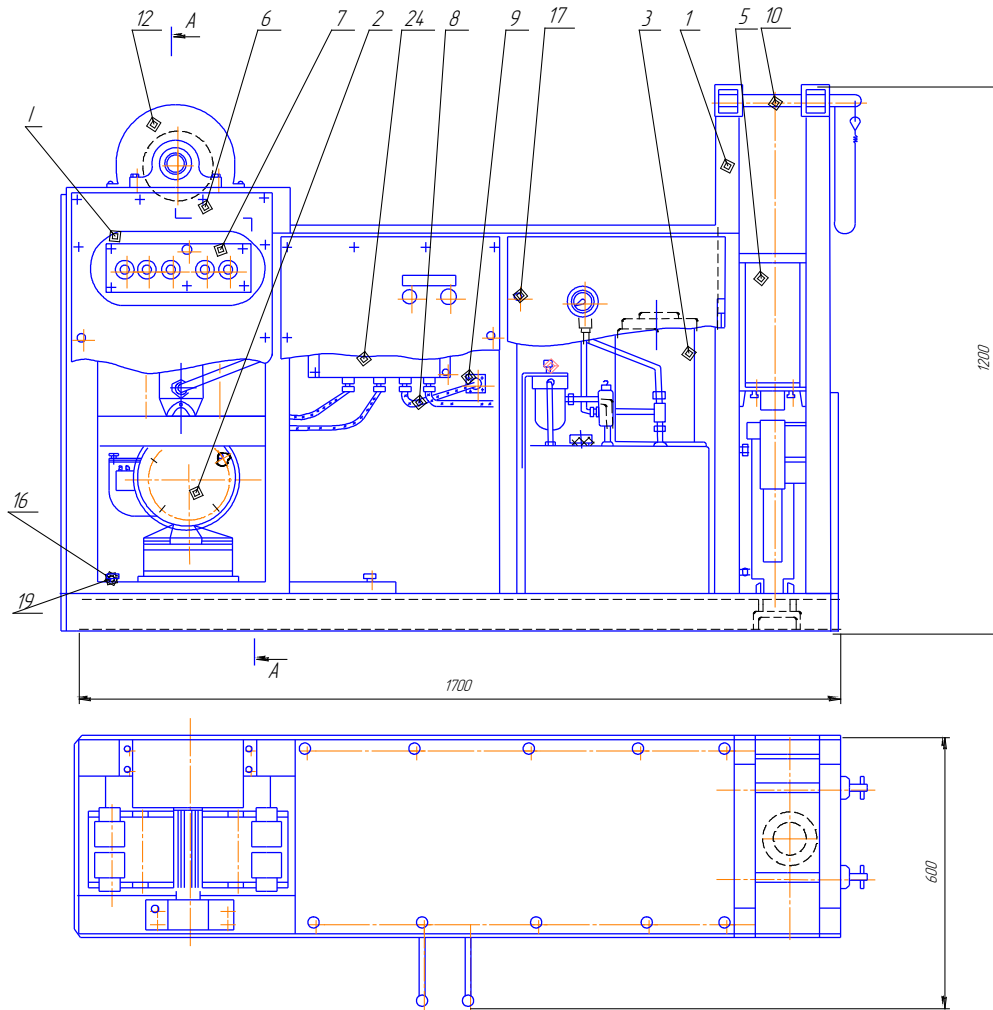


Рисунок 3.2 – Стенд для розбирання і складання передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307

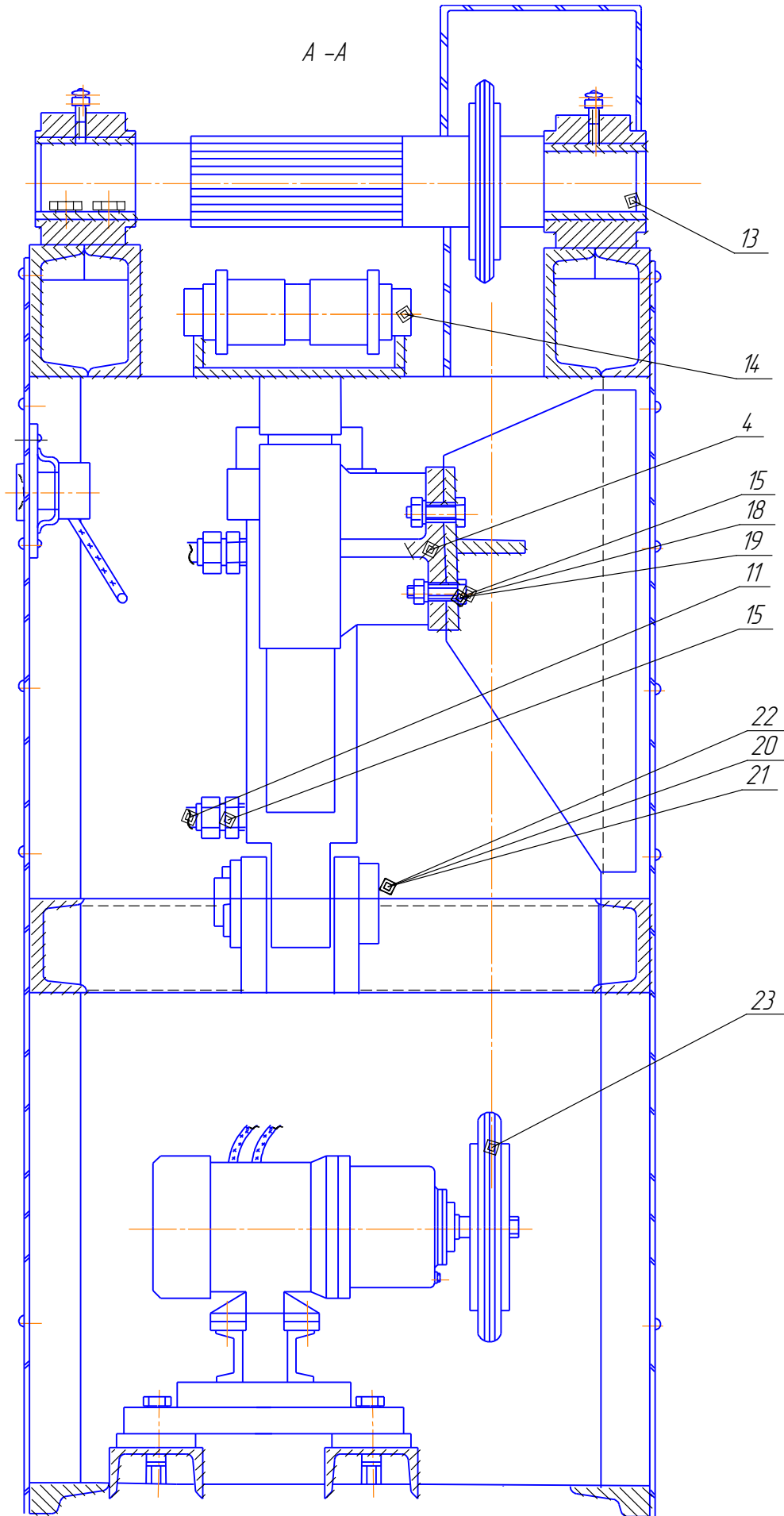


Рисунок 3.4 – Механізм для рихтовки ресор

Механізм шихтовки листів ресор складається з рифленого вальця 13 і двох протяжних роликів 14. Ведені ролики встановлюються на кронштейні штока підйомника рихтовки ресор і можуть переміщуватися у вертикальній площині. Ведучий вал встановлюється в підшипниках ковзання.

Привід механізму рихтовки складається з електродвигуна 2 і черв'ячного редуктора, які з'єднуються між собою пружною муфтою. На вихідному валу черв'ячного редуктора встановлена ведуча зірочка 23. За допомогою роликово – втулочного ланцюга крутний момент передається на зірочку веденого вала.

Електродвигун 2 і редуктор розташовані на спеціальних полозках, які закріплюються на рамі болтами 16. Полозки мають поздовжні пази, для пересування при натягуванні ланцюга.

Підйомник 4 рихтовки ресор кріпиться до рами і забезпечує переміщення ведених роликів у вертикальній площині.

Механізм для складання ресор – це гідропідйомник на штоці 4 якого встановлена рама 1 (надставка). У верхній правій частині рами є отвори для 2–х стопорів, які виконують роль підпори при стискуванні ресор. Підйомник стискування ресор кріпиться до рами болтами 6.

Насосна станція – це самостійний виріб.

Вона встановлена на рамі стенда а складається з лопатевого насоса, електродвигуна, бака для рідини, зворотного і запобіжного клапанів, а також фільтра грубої очистки. Для контролю тиску і регулювання клапанів встановлено манометр. Несучим є бак, на якому і змонтовано все обладнання насосної станції.

Управління гідропідйомниками здійснюється гідророзподільником, який розташований на передній частині рами.

Управління електродвигунами здійснюється 2 – ма кнопковими станціями 7 панелі управління, розташованій в передній частині стенда.

Одна з них включає привід насосної станції, інша – привід механізму рихтовки ресор.

Основним елементом стенда, який використовується практично для всіх операцій з ремонту ресор є гідропідйомник. Його конструкція і буде в подальшому модернізуватись.

3.5 Силовий розрахунок вузлів стенду

Розрахунок підйомника для правки ресорних листів.

Вихідні дані: ширина ресорного листа автомобіля ГАЗ-3307b = 75 мм, товщина $h = 10$ мм, матеріал сталь 60С2, мінімальне плече вигину листа відповідно до конструктивної схеми підйомника $l_{\min} = 110$ мм. Згинаючий момент, який діє з боку підйомника і необхідний для деформації ресорного листа визначається за формулою:

$$M_{зч} = W \cdot G_T, \quad (3.1)$$

$$\sigma_T = 1400 \text{ МПа.}$$

Момент опору перетину ресорного листа:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (3.2)$$

$$W = \frac{75 \cdot 10^2}{6} 1250 \text{ м}^3 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\text{Тоді } M_{зч} = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1400 \cdot 10^6 = 1750 \text{ мм}$$

Сила P_1 , яка необхідна для створення моменту $M_{зч}$ визначається з виразу:

$$P_1 = \frac{M_{зч}}{l_{\min}} \quad (3.3.)$$

$$P = \frac{1750}{0,11} = 15900 \text{ Н.}$$

Мінімально необхідна сила, яку повинен створювати підйомник:

$$P = 2 \cdot P_1 \quad (3.4.)$$

$$P = 2 \cdot 15900 = 31800 \text{ Н.}$$

Відповідно до ГОСТ 14063-89 приймаємо гідроциліндр діаметром $D=100$ мм.

Мінімально необхідний робочий тиск в гідро циліндрі визначається за формулою:

$$P_{\min} = \frac{4P}{\pi D^2 \cdot \eta_m}, \quad (3.5)$$

де: η_m - механічний ККД гідро циліндра, $\eta_m = 0,93$.

Тоді:

$$P_{\min} = \frac{4 \cdot 31800}{\pi \cdot 0,1^2 \cdot 0,93} = 4,35 \cdot 10^6 \text{ Па} = 4,35 \text{ МПа}.$$

Відповідно до ГОСТ 6540 – 89 приймаємо номінальний тиск в гідросистемі стенда і на який потрібно відрегулювати перепускний клапан насосної станції $P_{\text{ном}} = 6,3$ МПа.

Збільшення тиску до стандартного значення забезпечує запас зусилля підйомника стенда, що робить його більш універсальним.

Зусилля на підйомнику при номінальному тискові:

$$P_{\text{ном}} = \frac{\pi D^2}{4} P_{\text{ном}} \cdot \eta_m.$$

$$P = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,93 = 46000 \text{ Н}$$

Стінка гідро циліндра підйомника розраховується на міцність за формулою Мора:

$$D_n = D \cdot \sqrt{\frac{[\sigma_p] + P_{\max}(1-m)}{[\sigma_p] - P_{\max}(1+m)}}, \quad (3.6.)$$

Циліндри виготовляють з сталі 35 по ГОСТ 1050-74 з термообробкою заготовки, тому $[\sigma_p] = 130$ МПа.

$$m = \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_{CT}]} = 1. \quad (3.7.)$$

$$P_{\max} = 1,5 \cdot P_{\text{ном}},$$

$$P_{\max} = 9,5 \text{ МПа}.$$

$$D_n = 100 \sqrt{\frac{130 + 9,5(1-1)}{130 - 9,5(1+1)}} = 108 \text{ мм}$$

Щоб забезпечити стандартну наружну різьбу для гайки кришки гідро циліндра (М 110×2) приймаємо $D_n = 110$ мм і тоді товщина стінки гідро циліндра буде $h = 5$ мм

Діаметр гідроциліндра розраховується з умови відсутності зрізу і зім'яття. Діаметр з умови відсутності зрізу визначається з формулою:

$$d_{зр} \geq 2 \sqrt{\frac{P_{ном}}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} \quad (3.8.)$$

$$[\tau_{зр}] = 100 \text{ МПа.}$$

$$d_{зр} \geq 2 \sqrt{\frac{46000}{\pi \cdot 100 \cdot 10^6}} \cdot$$

Діаметр штоку з умови відсутності зім'яття розраховується за формулою:

$$d_{зм} \geq \frac{P_{ном}}{n \cdot [\sigma_{зм}] \cdot \sigma} \quad (3.9)$$

$$n=2;$$

$$[\sigma_{зм}] = 120 \text{ МПа;}$$

$$\sigma = 20 \text{ мм}$$

$$d_{зм} \geq \frac{46000}{2 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 0,028 \text{ м} = 28 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр штоку гідро циліндра 60 мм.

3.6 Порядок виконання робіт з використанням стенду

Перед роботою на стенді увімкнути пакетний перемикач загальної мережі, який розташований на задній панелі стенда.

Розбирання ресори:

покласти ресору на підставку кінцями до низу;

вставити опори в отвори верхньої правої частини рами;

увімкнути кнопку „Пуск” насосної станції;

поставити рукоятку гідророзподільника в положення „стискування”;

виконати всі операції з розбирання ресори відповідно до технологічної карти;

поставити рукоятку гідророзподільника в положення „До низу”;

вийняти ресору, покласти її на робочий стіл;

натиснути кнопку „Стоп” насосної станції.

Складання ресори:

покласти листи ресори кінцями до низу на надставку гідроприйомника стискування;

для ресор, які мають центральний стяжний болт, вставити в надставку направляючі штирі, після цього ресору збирати на них;

натиснути кнопку „Пуск” насосної станції;

поставити рукоятку гідророзподільника в положення „Стиснення”;

після стискування листів ресори вийняти штирі, вставити стяжний болт і виконати всі операції відповідно до технологічної карти на складання;

поставити рукоятку гідророзподільника в положення „До низу”;

натиснути кнопку „Стоп” насосної станції.

Рихтовка ресорних листів:

ведені ролики механізму шихтовки ресор перед закладанням ресори повинні знаходитись в нижньому положенні;

в залежності від довжини ресорних листів встановити ведені ролики у відповідних „постілях” (якщо листи довгі, ролики встановлюються в крайніх положеннях);

натиснути кнопку „Пуск” насосної станції;

покласти лист, який необхідно відрихтувати, на ведені ролики;

поставити рукоятку гідророзподільника в положення „рихтовка”;

натиснути кнопку „Вправо”. При цьому включається ведучий вал. Лист рухається вправо;

для зміни напрямків руху по черзі натискати кнопки „Вправо”, „Вліво”;

в процесі шихтовки листа періодично підтискують лист, щоб отримати необхідну його кривизну;

коли закінчити шихтовку визначають, порівнюючи лист з відповідним шаблоном.

3.7 Монтаж та технічне обслуговування стенда

Механізми сучасного обладнання постачаються на монтаж комплектними збірними одиницями. Тому питання збирання їх складних елементів – валів, осей підшипників, муфт, зубчастих, цепних і ремінних передач вирішується в

основному на заводах - виробниках машин. На монтажних площадках як правило виконують лише роботи по з'єднанню комплектних механізмів за допомогою муфт, гнучких передаточних елементів (ланцюги, паси), зубчастих коліс (відкриті зубчасті передачі), трансмісійних валів та ін.

Важливе значення в цих умовах має забезпечення правильного розміщення з'єднуючих механізмів та деталей, оскільки вони багато в чому визначають подальшу надійність та довговічність роботи машин.

Монтаж валів та муфт. При монтажі валів можливі відхилення від правильного (заданого) положення геометричних осей. Це може викликати торцьове биття з'єднуючих муфт а також радіальне биття валів і муфт.

При монтажі муфт виникають ті ж відхилення від співвісності, що і у валів. Неспіввісність муфт викликає радіальні навантаження на підшипники і деталі муфти, які можуть вивести їх з ладу. При монтажі пружних втулично-пальцевих муфт звертають увагу на затягування гайок пальців та резинових кілець.

Заключною операцією монтажу співвісних валів і муфт являється їх центрування – перевірка і регулювання співвісності.

Зубчасті та черв'ячні передачі. Зубчасте зчеплення при монтажі вимірюють по положенню і розміру точки дотику, а також по боковим і радіальним зазорам, визначаючим по довжині свинцевого дроту.

При перевірці по точці дотику поверхню зубів шестерні покривають фарбою, або іншими речовинами, які дозволяють виявити, площу зони контакту, званою точкою дотику.

Статичне і динамічне балансування. Щоб уникнути вібрацій деталі, які швидко обертаються, потрібно їх збалансувати. Незбалансованість, яку іноді називають невірноваженістю буває статична (центр деталі зміщений відносно осі її обертання) і динамічна (при обертанні виникає пара сил, діюча на плече).

Статично невірноважена деталь на оправі, розміщена на призмах, прагне повернутися так, щоб центр ваги її перемістився в нижнє положення. На цій основі заснований найбільш простий метод статичного балансування – на призмах. Додаючи вагу у верхній частині невірноваженої деталі, що зайняла стабільне положення на призмах. Наприклад, приклеюванням пластиліну,

можна досягти такого стану, при якому деталь, повернута на будь-який кут, залишається в нерухомому стані. Балансування залишається закінченим, якщо тимчасову вагу замінити постійною.

Статичне і динамічне балансування проводять на спеціальних станках.

З'єднання деталей. Болтові з'єднання, сприймаючі змінні навантаження, потрібно застерігати від відкручування.

Шпонки підганяють так, щоб їх бокові грані щільно сиділи в гніздах (щуп не повинен входити між гранями гнізда і шпонки). Слабо посажена шпонка не забезпечує надійної роботи з'єднання.

Технологічне обслуговування установки проводимо згідно норм та правил безпеки.

Якість технічного обслуговування (ТО) забезпечує вирішальний вплив на безаварійну роботу машин, а також на об'єм ремонтних робіт, тривалість простою її в непрацездатному стані, витрата запасних частин та експлуатаційних матеріалів. Своєчасне і досконале виконання технічне обслуговування дозволяє вірно судити про стан машини і мірах по запобіганню її позапланової зупинки. Загальними видами робіт, що проводяться при ТО установки, є : зовнішній догляд за установкою, кріпильні, контрольно-регульовальні роботи, змащення, а також технічна діагностика машин.

Зовнішній догляд за установкою. Стаціонарні машини, працюючі в закритих приміщеннях або під навісами, мало підлягають забрудненню і зовнішній догляд за ними зводиться до прибирання робочого місця і протирання поверхні з метою ліквідації пилу, бруду та т.д. ці роботи, як правило, виконують вручну. Більш трудомістку операцію – мийку установки виконують також вручну або напівмеханізованими методами (під струменем води).

Кріпильні роботи. Необхідність їх виконувати при ТО обґрунтована тим, що під впливом вібрацій і робочих навантажень відбувається змінання робочих поверхонь різи, з'являються залишкові деформації в з'єднанні і самих кріпильних деталях, що призводить до ослаблення затяжки болтових з'єднань і їх самовикручування.

Ціль кріпильних робіт – зберегти стабільність попередньої затяжки болтових з'єднань.

Це досягають шляхом огляду, підтягування ослаблених з'єднань, і установки нових кріпильних деталей.

Контрольно-регулювальні роботи. Під дією внутрішніх і зовнішніх зусиль, температури, вологи і шкідливих процесів, супроводжуючих роботу установки (зношування, пошкодження корозія і т.д.), виникає поступова зміна розмірів, взаємного положення і механічних властивостей матеріалу деталей : змінюються зазори в спряженні, порушуються посадки, зменшуються зусилля попереднього натягу, зменшується пружність пластичних елементів і т.д. Ці зміни, як правило, негативно впливають на роботу установки. З багатьох випадках чи ліквідувати виконанням контрольно – регулюючих робіт.

Мащення має багатоцільове призначення. У вузлах тертя, шар мастильного матеріалу роз'єднує поверхні, які труться і перетворює тертя без мащення в рідинне або граничне, при яких значно знижується знос.

Підшипники кочення змащують мінеральними оливами і пластичними маслами.

Зубчаті і черв'ячні передачі закритого типу змащуються мінеральними оливами.

Зубчасті муфти змащують трансмісійною автотракторною оливою.

Технічна діагностика – вид робіт, призначена для визначення стану машин без їх розбирання. Вона поділяється на частинну виконуючу при плановому ТО, і повну – після наробітку машиною міжремонтного ресурсу. Методи і засоби технічної діагностики базуються на вивченні і використанні ознак, що характеризують технічний стан машини.

Це биття, удари, стукіт, шуми, вібрації, вм'ятини, зазори, люфти, вільний хід тощо.

Підшипники при ТО оглядають, регулюють і змащують. При огляді по зовнішньому вигляду, шумах, температурі нагрівання, зміні кольору мастила визначають стан самих підшипників, а також посадок їх кілець. При контрольно-регулювальних роботах вимірюють зазор між валом і втулкою та осьовий розбіг радіально упорних підшипників.

Вали і вісі при ТО підлягають перевірці на надійність з'єднання з спряженими деталями: зубчастими колесами, напівмуфтами, кільцями підшипників і т.д. Перевірку проводять зовнішнім оглядом, пошатуванням і визначенням зміщення охоплюючої деталі відносно валу чи вісі з допомогою мікрометра.

Черв'ячні передачі обслуговують аналогічно зубчастим. Спочатку перевіряють на відсутність люфтів в шпоночному з'єднанні ступиці колеса з валом і в з'єднанні вінця черв'ячного колеса з ступицею.

Муфти. Постійно контролюють стан посадок напівмуфти на валах, підтікання мастила з порожнин напівмуфти і знос їх зубів.

Електродвигуни. Для забезпечення їх нормальної роботи напруга струму не повинна коливатися більше ніж на 5% номінального.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вплив шуму на організм людини і розробка заходів по зниженню рівня шуму в цеху що проектується

Шум є одним з найбільш розповсюджених факторів зовнішнього середовища, що несприятливо впливають на людину. При гігієнічній оцінці під терміном «шум» мають на увазі всякий неприємний чи небажаний звук (чи сукупність звуків) поза залежністю від його характеру і природи виникнення.

Шум характеризують наступні ознаки:

рівень сили чи звуку голосності шуму. Ніж голосніше шум, тим більше дратівна дія він робить;

частотний склад шуму. Шуми з перевагою звуків високих частот (скрегіт, різкий свист, дзенькіт металу і т.п.) більш турбують, чим низькі, стугонливі шуми;

ритмічність шуму. При рівномірному ритмі несильний шум може діяти заспокійливо, що присипляє (стукіт коліс у вагоні потяга, цокання годин і т.п.). При нерівномірному ритмі шум діє подразливо, тому що людина знаходиться в постійному чеканні його поновлення.

Людина з нормальним слухом сприймає звуки з частотою від 20 до 16000 герців (Гц), тобто від 20 до 16000 коливань у секунду. Ці коливання і називаються власне звуком. Звуки з частотою менш 20 Гц називаються інфразвуками, з частотою вище 16000 Гц — ультразвуками. Вони не сприймаються нашим органом слуху.

Вухо має найбільшу чутливість в області частот від 500 до 5 000 Гц. Слуховою поріг на цих частотах досягає найменшої величини.

Як при більш низьких, так і при більш високих частотах крива порога чутності круто підвищується. Верхня границя слухового діапазону — поріг болючого відчуття — мало залежить від частоти.

Як складний звук, шум може бути розкладений на прості складові його тони з указівкою сили і частоти кожного тону. Графічне зображення складу шуму називається спектром шуму і є найважливішою його характеристикою. Спектр шуму вказує розподіл коливальної енергії по звуковому діапазоні частоти.

В залежності від рівня і спектра шуму розрізняється кілька ступенів його впливу на людину:

шум 120—140 дБ здатний обумовити механічне ушкодження органа слуху;

шум 100—120 дБ на низьких частотах і 80—90 дБ на середніх і високих частотах може викликати необоротні зміни в органі слуху і привести до зниження слуху і розвитку приглухуватості;

шум більш низьких рівнів утрудняє розбірливість мови, може впливати на нервову систему людини, підвищувати стомлюваність, знижувати продуктивність праці, заважати нормальному відпочинку і розумовій праці.

Сила звуку на порозі болючого відчуття перевищує силу звуку на порозі чутності в 10^7 разів. Орган слуху охоплює настільки широкий діапазон сприйняття звукової енергії завдяки тому, що не дробить її на мізерно малі величини. Як більш голосна сприймається лише та сила звуку, що більше попередньої на 26 відсотків. Однаковий приріст голосності органом слуху відзначається тільки в тому випадку, якщо сила звуку змінюється в однакове число раз, а не на якесь число одиниць.

Шум шкідливо впливає не тільки на орган слуху, але і на весь організм у цілому, і в першу чергу на центральну нервову систему. Люди, що працюють в умовах шуму, скаржаться на швидку стомлюваність, головний біль, неврастенію. При впливі шуму на організм може також відбуватися ряд несприятливих змін з боку різних внутрішніх органів: підвищується тиск крові, чи учащається замедлюється ритм серцевих скорочень, знижується секреторна здатність слинних і шлункових залоз, знижується кислотність шлункового соку. У людини послаблюється увага, страждає пам'ять, можуть виникнути різні захворювання периферичної нервової системи (неврози,

розлади чутливості). У результаті може значно знизитися продуктивність праці. Тому боротьбі із шумом на підприємствах повинне бути приділена особлива увага.

4.2 Методи зменшення шуму на виробництві

При розробці плану заходів щодо боротьби із шумом на виробництві слід насамперед встановити, чи не можна ізолювати особливо гучні роботи й устаткування від інших робіт, в цеху, чи принаймні зосередити найбільше гучні роботи в одному місці.

При наявності в цеху декількох джерел шуму завжди треба починати боротьбу проти основного джерела. Справа в тім, що при одночасному звучанні декількох джерел більш голосний з них заглушає менш голосні і при різниці в рівнях, що доходить до 10 дБ, менш голосний звук зовсім не сприймається вухом. Наприклад, якщо в приміщенні два джерела шуму v , при цьому рівень голосності одного складає 90 дБ, а іншого — 80 дБ, останній при схожих спектрах залишається нечутним, і зменшення шуму такого джерела ефекту не дає.

В практиці намітилося три основних напрямки боротьби із шумом:

усунення шуму в джерелі його утворення;

зниження інтенсивності шумів і звукових вібрацій по шляху їхнього поширення;

зменшення шкідливого впливу шуму на організм шляхом застосування засобів індивідуального чи захисту зміни режиму праці.

Усунення шуму в джерелі його утворення може бути досягнуте насамперед технологічними і конструктивними заходами. До таких мір можна віднести наступні:

застосування кінематичних схем з більш рівномірним ходом (наприклад, заміна зворотно-поступального руху обертальним, заміна зубчастих передач клинопасовими й ін.);

вишукування найкращих конструктивних форм деталей для їхньої ненаголошеної взаємодії і плавного обтікання їх газоповітряними потоками;

зменшення технологічних допусків при виготовленні, обробці і зборці деталей, що приводить до зменшення зазорів і виникаючих від цього динамічних навантажень, а також підвищення точності центрування деталей, що сполучаються, і застосування динамічного балансування вузлів;

зміна чи маси твердості деталі щоб уникнути резонансних явищ і для зменшення амплітуд коливань;

ослаблення звучання ударних частин шляхом зменшення розмаху коливань, обмеження розмірів поверхні співударних частин, заміни металу у вузлах, що зчленовують, менш звучними матеріалами;

ретельне зрівноважування (статичне і динамічне) усіх частин, що рухаються, для зменшення динамічних сил, що збуджують звукову вібрацію;

зменшення інтенсивності вібрації деталей агрегатів, що мають великі звучні поверхні (корпуса агрегатів, кожухи, кришки і т.п.), шляхом облицювання цих поверхонь звуковбирними чи матеріалами заповнення спеціально передбачених у них повітряних порожнин речовинами з великим внутрішнім тертям, що поглинають коливальну -енергію;

демпфування вібрації співударних деталей і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: з гумою, пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом, пластмасами і спеціальними противібраційними мастиками.

Значну роль у боротьбі із шумом у джерелі грає також правильний режим експлуатації устаткування, гарний відхід за ним, регулярне змащення співударних деталей грузлими рідинами, висновок у рідинні масляні й інші ванни вібруючих і деталей, що видають шум, (наприклад, шестерних редукторів), своєчасний поточний ремонт устаткування.

Найбільш ефективним засобом для ізоляції гучних агрегатів є застосування звукоізолюючих кожухів, що закривають агрегат цілком, з висновком назовні органів керування і контролю.

Коли джерело високочастотного шуму не може бути укритий чи кожухом обгороджений, зниження рівнів шуму на робочому місці досягається екрануванням джерела (Рис. 5.1).

Варто мати на увазі, що екран захищає робітника від прямого впливу потоку звукової енергії, але не послабляє розсіяної в цеху звукової енергії, що характеризує шумове тло цеху.

Дія екрана, установлюваного між робітником і джерелом шуму, засновано на відображенні падаючих на нього звукових хвиль і утворенні за екраном області звукової тіні. Екрани доцільно застосовувати для захисту від високочастотних шумів.

Для зниження загального шумового тла застосовується облицювання внутрішніх поверхонь приміщень матеріалами з великим коефіцієнтом поглинання звуку. Дія облицювань заснована на переході звукової енергії в теплову за рахунок тертя в порах звуковбирного матеріалу.

Звуковбирні облицювання варто розташовувати можливо більш близько до джерел шуму. Це знижує рівень перешкод. У виробничих приміщеннях висотою до 3,5—4 м облицювання впливає в першу чергу монтувати на стелі.

З цією же метою рекомендується застосовувати підвісні так називані «штучні» чи «функціональні» звукопоглиначі з мінеральної вати, укладеної у футляр з листового перфорованого матеріалу, наприклад алюмінію. Ці звукопоглиначі варто підвішувати над гучними агрегатами.

Для зниження шумового тла в приміщенні додатково до облицювання його поверхонь можна застосовувати також звуковбирні вертикальні панелі. Такі панелі розміщують рівномірно по всьому приміщенню між джерелами шумів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В загально-технічному розділі описано технічну характеристику автомобіля, деталь якого підлягає ремонту, характеристику агрегату, що ремонтується, основні дефекти передньої підвіски та способи їх усунення, конструктивно-технологічні особливості відновлюваної деталі, аналіз причин зношування деталі.

В технологічному розділі Для відновлення маточини переднього колеса автомобіля була розроблена технологія, яка включає в себе маршрут відновлення. Проведено огляд та визначення дефектів: Проводиться детальний огляд маточини переднього колеса для виявлення можливих дефектів, таких як овальність отвору, знос, корозія або пошкодження.

Вимірювання: Вимірюються розміри маточини та отвору для встановлення ступеня відхилення від специфікацій.

Маршрут відновлення: На основі виявлених дефектів розробляється маршрут відновлення. Це включає в себе послідовність операцій, які необхідно виконати для відновлення деталі. Наприклад, якщо виявлено овальність отвору, можуть бути запропоновані такі операції, як розтягування отвору за допомогою гідравлічних пристроїв або фрезерування для відновлення правильної форми.

Розрахунок операцій: Для кожної операції в маршруті відновлення проводиться розрахунок параметрів, таких як необхідна сила, швидкість руху інструменту, обробний матеріал тощо. Це дозволяє визначити оптимальні умови для виконання операцій відновлення деталі.

В конструкторському розділі розглянуто та модернізовано електрогідравлічний підйомник для зняття передньої підвіски автомобіля ГАЗ 3307 є пристроєм, який використовує комбінацію електричного та гідравлічного приводу для підйому та підтримки передньої підвіски автомобіля. Його призначення полягає в зручному підйомі автомобіля для здійснення ремонтних або обслуговувальних робіт.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.

14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>