

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту передньої
підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс-42
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Руслан ФЕДОРОВИЧ

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Віктор ГУДЬ

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Тарас ДУБИНЯК

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2026

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)
«21» січня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Федоровичу Руслану Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 20 року № 4/9-42

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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)
Конструкція передньої підвіски ЗАЗ-1102 – 1 аркуш формату А1. Види ремонту передньої підвіски та їх характеристика – 1 аркуш формату А1. Основні діагностичні операції передньої підвіски – 1 аркуш формату А1. Технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 – 1 аркуш формату А1. Основні типи знімачів пружин передньої підвіски автомобіля – 1 аркуш формату А1. Конструкція знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 – 1 аркуш формату А1.

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102» студента групи МАс - 42 ТНТУ імені Івана Пулюя

Руслана ФЕДОРОВИЧА.

Керівник роботи – д-р. техн. наук, професор кафедри Гудь Віктор
Зіновійович

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 56 арк. формату А4, графічної частини: 6 аркушів формату А1 та додатків.

У пояснювальній записці наведені необхідні інженерні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи та відповідає встановленим вимогам. Розроблено та оформлено графічну частину до кваліфікаційної роботи.

У загальнотехнічному розділі виконано аналіз конструкції передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102, розглянуто її будову, принцип роботи, функціональне призначення та умови експлуатації. Визначено основні несправності елементів підвіски та причини їх виникнення. Проведено аналіз сучасних методів і засобів ремонту, а також пристроїв для демонтажу пружин підвіски.

Технологічний розділ включає розроблення технологічного процесу демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски. Визначено послідовність виконання операцій, підбрано необхідне обладнання, інструменти та пристрої. Виконано розрахунок трудомісткості ремонтних робіт, встановлено норми часу та визначено найбільш трудомісткі операції технологічного процесу.

У конструкторському розділі проведено аналіз існуючих конструкцій знімачів пружин та виявлено їх основні недоліки. На основі цього розроблено удосконалену конструкцію знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102. Виконано інженерно-технічні розрахунки елементів пристрою, обґрунтовано вибір силового гвинта та визначено його міцність. Проведено

техніко-економічне обґрунтування, яке підтвердило ефективність застосування розробленого пристрою та зниження трудомісткості ремонтних робіт.

У розділі з охорони праці розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори, що виникають під час ремонту передньої підвіски, та розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці. Особливу увагу приділено правилам безпечної роботи зі знімачем пружин та зниженню ризику травматизму.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Призначення та будова передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.....	9
1.2 Принцип роботи передньої підвіски	12
1.3 Основні несправності передньої підвіски та причини їх виникнення..	13
1.4 Аналіз існуючих методів і технологій ремонту передньої підвіски....	15
1.5 Аналіз сучасних пристроїв для демонтажу пружин підвіски.....	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Організація процесу ремонту передньої підвіски	20
2.2 Діагностика технічного стану передньої підвіски	23
2.3 Технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.....	26
2.4 Обладнання та інструменти, що використовуються при ремонті передньої підвіски та обґрунтування необхідності їх удосконалення.....	30
2.5 Розрахунок трудомісткості технологічного процесу ремонту передньої підвіски	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Аналіз існуючих конструкцій знімачів пружин підвіски	35
3.2 Розроблення конструкції знімача пружин передньої підвіски	37
3.3 Інженерно-технічні розрахунки елементів знімача пружин	41
3.4 Техніко-економічне обґрунтування ефективності застосування знімача пружин.....	45
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Загальні вимоги охорони праці при ремонті передньої підвіски.....	48
4.2 Вимоги безпеки під час виконання робіт зі знімачем пружин	50
ВИСНОВКИ.....	53
БІБЛІОГРАФІЯ.....	55
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових транспортної системи держави, що забезпечує перевезення пасажирів і вантажів, мобільність населення та функціонування різних галузей економіки. Надійність, довговічність та безпечність експлуатації автомобілів значною мірою залежать від технічного стану їх основних систем і механізмів, серед яких важливе місце займає ходова частина автомобіля. Одним із основних елементів ходової частини є підвіска, яка забезпечує плавність руху, стійкість транспортного засобу, ефективність керування та зменшення динамічних навантажень, що виникають під час руху автомобіля.

Передня підвіска автомобіля працює в складних умовах експлуатації та постійно сприймає значні механічні, ударні та вібраційні навантаження. Особливо інтенсивно елементи підвіски зношуються під час руху дорогами з нерівним покриттям, при різкому гальмуванні, проходженні поворотів і тривалій експлуатації автомобіля. Унаслідок цього виникають деформації деталей, порушення регулювань, збільшення люфтів у з'єднаннях та погіршення загального технічного стану вузлів підвіски.

Несправності передньої підвіски безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху та експлуатаційні характеристики автомобіля. Погіршення технічного стану підвіски призводить до зниження стійкості й керованості транспортного засобу, появи сторонніх шумів і вібрацій, нерівномірного зношування шин, збільшення гальмівного шляху та погіршення комфорту під час руху. Саме тому своєчасне технічне обслуговування, діагностування та якісний ремонт елементів підвіски є важливими умовами забезпечення надійної роботи автомобіля.

Автомобіль ЗАЗ-1102 є одним із найбільш поширених легкових автомобілів вітчизняного виробництва, який тривалий час експлуатується в різних дорожніх і кліматичних умовах України. Простота конструкції, доступність запасних частин та ремонтпридатність забезпечили широке

використання цього автомобіля. Проте значний термін експлуатації більшості автомобілів ЗАЗ-1102 спричиняє підвищене зношування деталей передньої підвіски, що потребує вдосконалення технології їх технічного обслуговування та ремонту.

У сучасних умовах важливого значення набуває впровадження ефективних технологічних процесів ремонту із застосуванням спеціалізованого обладнання, механізованого інструменту та сучасних методів діагностування технічного стану вузлів. Раціональна організація ремонтних робіт дозволяє скоротити трудомісткість операцій, підвищити якість ремонту та забезпечити довговічність відновлених вузлів і деталей.

Однією з найбільш трудомістких та відповідальних операцій під час ремонту передньої підвіски є демонтаж і монтаж пружин амортизаційної стійки. Виконання таких робіт потребує використання спеціальних пристроїв для безпечного стискання пружин, оскільки пружні елементи перебувають під значним навантаженням і можуть становити небезпеку для працівника під час розбирання вузла. Використання універсальних або малоефективних пристроїв часто ускладнює виконання ремонтних робіт, збільшує їх тривалість та знижує рівень безпеки праці.

У зв'язку з цим важливим напрямом удосконалення технологічного процесу ремонту передньої підвіски є розроблення спеціального знімача пружин, який дозволить спростити виконання демонтажно-монтажних операцій, зменшити трудомісткість ремонту, підвищити безпечність праці та забезпечити надійність виконання ремонтних робіт. Використання такого пристрою сприятиме підвищенню ефективності роботи ремонтної дільниці та покращенню якості технічного обслуговування автомобіля ЗАЗ-1102.

У сучасних умовах підвищення вимог до технічного стану транспортних засобів, безпеки дорожнього руху та ефективності ремонтного виробництва питання вдосконалення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є актуальним і має важливе практичне значення.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення та будова передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Передня підвіска автомобіля є однією з основних складових ходової частини транспортного засобу, яка забезпечує з'єднання кузова автомобіля з колесами та виконує важливі функції під час руху. Від технічного стану та конструктивних особливостей підвіски залежать плавність руху автомобіля, комфортність керування, стійкість на дорозі, ефективність гальмування та безпечність експлуатації транспортного засобу.

Передня підвіска автомобіля ЗАЗ-1102 призначена для сприйняття та пом'якшення ударних і вібраційних навантажень, що виникають під час руху нерівностями дорожнього покриття. Вона забезпечує постійний контакт коліс із дорогою, зменшує передачу поштовхів і коливань на кузов автомобіля, а також сприяє збереженню стійкості та керованості транспортного засобу в різних умовах експлуатації.

Основними функціями передньої підвіски є:

- пом'якшення ударів і коливань, що виникають під час руху;
- забезпечення плавності руху автомобіля;
- підтримання постійного контакту коліс із дорожнім покриттям;
- забезпечення стійкості та керованості автомобіля;
- передавання навантажень від коліс на кузов автомобіля;
- зменшення динамічних навантажень на елементи кузова та ходової частини.

На автомобілі ЗАЗ-1102 застосована незалежна передня підвіска типу McPherson. Така конструкція є однією з найбільш поширених у легкових автомобілях завдяки простоті будови, компактності, невеликій масі та достатній надійності в експлуатації. Незалежна підвіска забезпечує окреме переміщення кожного переднього колеса відносно кузова автомобіля, що позитивно впливає на плавність руху та стійкість автомобіля.

Конструкцію передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 зображено на рисунку 1.1.

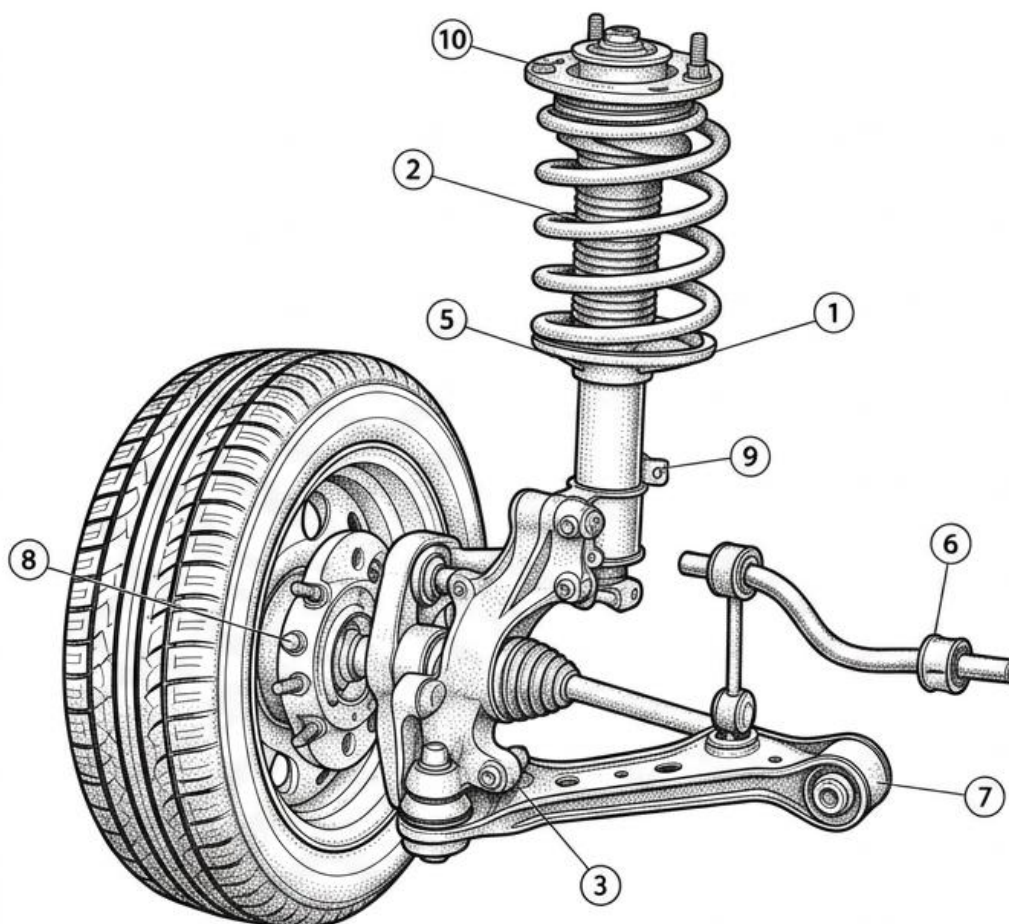


Рисунок 1.1 – Конструкція передньої підвіски ЗАЗ-1102

1 — амортизаційна стійка; 2 — гвинтова пружина; 3 — нижній важіль; 4 — кульова опора; 5 — поворотний кулак; 6 — стабілізатор поперечної стійкості; 7 — гумометалеві шарніри; 8 — маточина колеса; 9 — амортизатор; 10 — верхня опора стійки.

Амортизаційна стійка є основним елементом підвіски та поєднує в собі функції напрямного пристрою й амортизатора. Вона забезпечує вертикальне переміщення колеса відносно кузова та гасіння коливань, що виникають під час руху автомобіля. Усередині стійки розташований телескопічний гідравлічний амортизатор, який перетворює енергію коливань у теплову енергію за рахунок опору робочої рідини.

Навколо амортизаційної стійки розташована гвинтова пружина, яка виконує функцію пружного елемента підвіски. Пружина сприймає основні ударні навантаження та забезпечує підтримання кузова автомобіля на необхідній висоті відносно дорожнього покриття. Під час руху автомобіля пружина стискається та розтискається, пом'якшуючи удари від нерівностей дороги.

Нижній важіль підвіски призначений для напрямлення руху колеса та передавання навантажень від колеса на кузов автомобіля. Важіль кріпиться до кузова за допомогою гумометалевих шарнірів, які зменшують передачу вібрацій і шуму. До поворотного кулака важіль приєднується через кульову опору.

Кульова опора забезпечує рухоме з'єднання важеля підвіски з поворотним кулаком і дозволяє колесу повертатися під час керування автомобілем. Вона працює в умовах значних навантажень і є одним із найбільш зношуваних елементів підвіски.

Поворотний кулак служить для кріплення маточини переднього колеса та забезпечує можливість повороту колеса під час зміни напрямку руху автомобіля. До нього приєднуються елементи рульового керування, амортизаційна стійка та кульова опора.

Для зменшення бокових кренів кузова під час руху автомобіля на поворотах у конструкції передньої підвіски застосовується стабілізатор поперечної стійкості. Він з'єднує елементи лівої та правої сторін підвіски й забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження між колесами.

Верхня опора амортизаційної стійки призначена для кріплення стійки до кузова автомобіля та забезпечує часткове поглинання вібрацій. У конструкції опори розташований підшипник, який забезпечує повертання стійки разом із колесом під час роботи рульового керування.

Передня підвіска автомобіля ЗАЗ-1102 має відносно просту конструкцію, що забезпечує її ремонтпридатність та зручність технічного обслуговування. Однак у процесі експлуатації елементи підвіски зазнають інтенсивного зношування через постійний вплив ударних навантажень, вібрацій, забруднення та несприятливих дорожніх умов. Найбільш поширеними несправностями є

зношування амортизаторів, руйнування гумометалевих шарнірів, поява люфтів у кульових опорах, просідання або поломка пружин, а також деформація окремих елементів підвіски.

Своєчасне технічне обслуговування та якісний ремонт передньої підвіски є необхідними умовами забезпечення безпечної експлуатації автомобіля, підвищення його надійності та продовження терміну служби елементів ходової частини.

1.2 Принцип роботи передньої підвіски

Передня підвіска автомобіля ЗАЗ-1102 призначена для забезпечення плавності руху, підвищення стійкості автомобіля, зменшення динамічних навантажень на кузов та забезпечення постійного контакту коліс із дорожнім покриттям. Вона виконує важливу роль у забезпеченні безпеки руху, керованості автомобіля та комфорту водія і пасажирів під час експлуатації транспортного засобу.

На автомобілі ЗАЗ-1102 застосована незалежна передня підвіска типу McPherson, у якій кожне переднє колесо має окреме підресорювання та може переміщуватися незалежно від іншого колеса. Така конструкція дозволяє ефективно сприймати удари та нерівності дорожнього покриття, зменшуючи передачу коливань на кузов автомобіля.

Принцип роботи передньої підвіски полягає у взаємодії пружних, напрямних і демпфувальних елементів. Під час руху автомобіля по нерівностях дороги колеса сприймають ударні навантаження, які через маточину та поворотний кулак передаються на елементи підвіски. Гвинтова пружина стискається та розширюється, сприймаючи вертикальні навантаження та забезпечуючи пружність системи. Одночасно амортизатор, розташований усередині стійки, гасить коливання, що виникають під час руху, перетворюючи механічну енергію коливань у теплову енергію за рахунок опору рідини всередині амортизатора.

Нижній важіль забезпечує напрямок руху колеса та утримує його у визначеному положенні відносно кузова автомобіля. Через гумометалеві шарніри важіль з'єднується з кузовом, що дозволяє зменшити передачу вібрацій і шумів. Кульова опора забезпечує рухоме з'єднання важеля з поворотним кулаком, дозволяючи колесу повертатися під час керування автомобілем.

Стабілізатор поперечної стійкості служить для зменшення бокового крену кузова під час проходження поворотів. Під час нерівномірного переміщення коліс стабілізатор створює протидію скручуванню, завдяки чому підвищується стійкість автомобіля та покращується його керованість.

Верхня опора стійки забезпечує кріплення амортизаційної стійки до кузова автомобіля та одночасно дозволяє їй повертатися разом із колесом під час роботи рульового керування. Маточина колеса забезпечує встановлення колеса та передачу обертального руху.

З кінематичної точки зору підвіска типу McPherson забезпечує переміщення колеса переважно у вертикальній площині при одночасному можливому повороті навколо осі керування. Така побудова конструкції дозволяє поєднати функції напрямного пристрою та амортизації в одному вузлі, що спрощує конструкцію та зменшує масу підвіски.

Під час руху автомобіля всі елементи передньої підвіски працюють у складній взаємодії, забезпечуючи пом'якшення ударів, стабільність руху та збереження необхідної геометрії коліс. Справний стан підвіски є важливою умовою безпечної експлуатації автомобіля, оскільки несправності її елементів можуть призвести до погіршення керованості, збільшення гальмівного шляху та нерівномірного зношування шин.

1.3 Основні несправності передньої підвіски та причини їх виникнення

Крім основних несправностей, у передній підвісці також можуть виникати інші дефекти, які суттєво впливають на безпеку руху, керованість та стійкість автомобіля.

Однією з характерних проблем є знос підшипників маточини передніх коліс. Дана несправність проявляється гулом або шумом під час руху, який посилюється зі збільшенням швидкості. Основними причинами є недостатнє змащення, потрапляння води та бруду, а також тривала експлуатація без технічного обслуговування. У разі критичного зносу можливе заклинювання колеса, що призводить до втрати керованості автомобіля.

Також поширеною несправністю є порушення геометрії підвіски (розвал-сходження коліс). Ознаками цього є нерівномірний знос шин, відведення автомобіля вбік під час руху та зниження курсової стійкості. Основними причинами є удари при наїзді на перешкоди, дорожньо-транспортні пригоди, а також зношення елементів важелів і сайлентблоків.

Ослаблення або руйнування різьбових з'єднань у вузлах підвіски також є поширеною несправністю. Вона супроводжується появою сторонніх стуків і вібрацій у ходовій частині. Причинами можуть бути недостатній момент затягування під час ремонту, тривала дія вібраційних навантажень, а також самовідкручування елементів через відсутність або пошкодження стопорних пристроїв.

Ще однією проблемою є корозійне пошкодження металевих елементів підвіски, зокрема важелів, кронштейнів і кріплень. Корозія знижує міцність деталей і може призвести до утворення тріщин або їх руйнування. Основними причинами є вплив вологи, дорожніх реагентів та недостатній антикорозійний захист.

У процесі експлуатації також можливе пошкодження стабілізатора поперечної стійкості або його кріплень, що призводить до збільшення крену кузова під час поворотів та погіршення керованості автомобіля. Причинами є перевантаження, механічні удари та зношення гумових втулок.

Таким чином, несправності передньої підвіски мають комплексний характер і часто виникають у взаємозв'язку. Це призводить до погіршення керованості автомобіля, підвищення ризику аварійних ситуацій, збільшення гальмівного шляху та нерівномірного зношування шин. Регулярне технічне

обслуговування, своєчасна діагностика та заміна зношених елементів є необхідними умовами безпечної експлуатації автомобіля.

1.4 Аналіз існуючих методів і технологій ремонту передньої підвіски

Ремонт передньої підвіски автомобіля є важливою складовою процесу відновлення технічного стану транспортного засобу, оскільки саме підвіска визначає його керованість, стійкість та безпеку руху. В сучасних умовах експлуатації застосовуються різноманітні методи та технології ремонту, що відрізняються за складністю, точністю та ефективністю.

Існуючі методи ремонту передньої підвіски можна умовно поділити на три основні групи: розбірно-складальні, відновлювальні та замінні. Найбільш поширеним є розбірно-складальний метод, який передбачає демонтаж вузлів підвіски, їх дефектацію, заміну або ремонт пошкоджених елементів та подальше збирання. Такий метод застосовується при зносі амортизаторів, пружин, кульових опор, підшипників маточини та інших деталей.

Відновлювальні методи ремонту використовуються у випадках незначних пошкоджень і включають виправлення деформованих елементів, наплавлення, проточування або відновлення посадочних поверхонь. Однак для автомобілів типу ЗАЗ-1102 такі методи застосовуються обмежено, оскільки більшість елементів підвіски виготовляється з урахуванням їх замінності, а економічна доцільність відновлення не завжди виправдана.

Замінний метод ремонту є найбільш ефективним і широко застосовується в умовах сучасних станцій технічного обслуговування. Він передбачає заміну зношених або пошкоджених деталей на нові без виконання відновлювальних операцій. Такий підхід дозволяє значно скоротити тривалість ремонту, підвищити його якість та забезпечити надійність роботи підвіски після відновлення.

Значну роль у процесі ремонту відіграє використання спеціалізованого технологічного обладнання. До нього належать підйомники, гвинтові та гідравлічні стяжки пружин, знімачі кульових опор, пресове обладнання для

заміни сайлентблоків, а також стенди для перевірки розвалу-сходження коліс. Застосування такого обладнання підвищує точність виконання робіт і знижує трудомісткість процесу ремонту.

Сучасні технології ремонту також передбачають використання діагностичного обладнання, що дозволяє визначати технічний стан підвіски без її повного розбирання. До таких методів належать вібраційна діагностика, перевірка люфтів, вимірювання геометричних параметрів підвіски та комп'ютерна діагностика на стендах. Це дозволяє своєчасно виявляти несправності та планувати обсяг ремонтних робіт.

Аналіз існуючих методів показує, що традиційні способи ремонту не завжди забезпечують високу точність і продуктивність, особливо при виконанні трудомістких операцій, таких як демонтаж і встановлення пружин або заміна сайлентблоків. Часто використовуються універсальні інструменти, які не повністю відповідають конструктивним особливостям підвіски, що ускладнює виконання робіт та збільшує їх тривалість.

У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технологічного процесу ремонту шляхом застосування спеціалізованих пристроїв і сучасного обладнання, що забезпечують підвищення якості ремонту, зниження трудомісткості та покращення умов праці персоналу.

Таким чином, аналіз існуючих методів і технологій ремонту передньої підвіски показує, що найбільш ефективним є комплексний підхід, який поєднує сучасні методи діагностики, використання спеціалізованого обладнання та застосування замінного способу ремонту. Це створює передумови для розроблення удосконаленого технологічного процесу, що розглядається у наступних розділах роботи.

1.5 Аналіз сучасних пристроїв для демонтажу пружин підвіски

Демонтаж гвинтових пружин передньої підвіски є однією з найбільш відповідальних і небезпечних операцій під час ремонту ходової частини автомобіля. Це пояснюється тим, що пружини підвіски під час експлуатації

перебувають у попередньо стиснутому стані та накопичують значну потенційну енергію, вивільнення якої при неправильному виконанні робіт може становити небезпеку для обслуговуючого персоналу.

У сучасній практиці технічного обслуговування і ремонту автомобілів застосовується широкий спектр пристроїв для демонтажу пружин підвіски, які відрізняються за конструкцією, принципом дії, рівнем механізації та умовами експлуатації. До основних типів таких пристроїв належать:

- механічні стяжки пружин;
- гвинтові стяжні пристрої;
- гідравлічні стенди;
- пневматичні пристрої;
- універсальні та спеціалізовані пристрої.

Механічні стяжки пружин є найпростішими за конструкцією та найбільш поширеними в умовах невеликих станцій технічного обслуговування. Вони складаються з двох різьбових шпильок із захватами, які встановлюються на протилежних сторонах пружини. При затягуванні гайок відбувається поступове стискання пружини. Основними перевагами таких пристроїв є простота конструкції, доступність та невисока вартість. Разом з тим вони характеризуються підвищеним фізичним навантаженням на оператора та недостатнім рівнем безпеки.

Гвинтові стяжні механізми є вдосконаленим варіантом механічних стяжок та забезпечують більш рівномірний розподіл навантаження під час стискання пружини. Вони відзначаються більшою надійністю та точністю роботи, однак потребують значних фізичних зусиль і характеризуються відносно низькою продуктивністю.

Гідравлічні стенди забезпечують високий рівень безпеки та продуктивності виконання робіт. Використання гідравлічного приводу дозволяє значно зменшити фізичне навантаження на працівника та підвищити точність виконання операцій. До недоліків таких пристроїв належать значні габарити, складність конструкції та висока вартість.

Пневматичні пристрої працюють від компресорної установки та забезпечують швидке виконання технологічних операцій. Вони характеризуються високою швидкістю роботи й достатнім рівнем безпеки, проте потребують наявності додаткового обладнання та джерела стисненого повітря.

Для порівняння основних переваг і недоліків різних типів пристроїв для демонтажу пружин підвіски наведено порівняльну характеристику в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика пристроїв для демонтажу пружин

<i>Тип пристрою</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
Механічні стяжки	Простота конструкції, низька вартість	Низький рівень безпеки, значне фізичне навантаження
Гвинтові пристрої	Надійність, точність стискання	Повільність роботи
Гідравлічні стенди	Висока продуктивність і безпека	Висока вартість та значні габарити
Пневматичні пристрої	Висока швидкість роботи	Потреба у компресорному обладнанні
Універсальні пристрої	Широка сфера застосування	Нижча ефективність для окремих типів підвісок

Основні технічні характеристики найбільш поширених типів пристроїв наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні технічні характеристики пристроїв для демонтажу пружин

<i>Параметр</i>	<i>Механічний</i>	<i>Гвинтовий</i>	<i>Гідравлічний</i>	<i>Пневматичний</i>
Зусилля, кН	5–10	10–15	20–50	15–30
Час виконання операції, хв	15–25	10–15	5–10	4–8
Рівень безпеки	Низький	Середній	Високий	Високий
Вартість	Низька	Середня	Висока	Висока

Проведений аналіз існуючих пристроїв показує, що найбільш поширеними в умовах невеликих станцій технічного обслуговування залишаються механічні та гвинтові стяжки, що пояснюється їх доступністю, простотою конструкції та невисокою вартістю.

Разом з тим такі пристрої мають низку суттєвих недоліків. До основних із них належать:

- нерівномірне стискання пружини;
- підвищений ризик травматизму;
- значна трудомісткість виконання робіт;
- недостатня зручність експлуатації.

Гідравлічні та пневматичні пристрої є більш досконаліми з точки зору продуктивності та безпеки праці, однак їх використання обмежується високою вартістю, складністю конструкції та необхідністю застосування додаткового обладнання.

Проведений аналіз сучасних пристроїв для демонтажу пружин підвіски показав, що існуючі конструкції не забезпечують одночасного поєднання високого рівня безпеки, продуктивності, ергономічності та економічної ефективності. Це свідчить про доцільність розроблення удосконаленого пристрою, який дозволить підвищити ефективність виконання ремонтних робіт, знизити трудомісткість процесу та покращити умови праці персоналу станцій технічного обслуговування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Організація процесу ремонту передньої підвіски

Ремонт передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є невід'ємною складовою системи технічного обслуговування та ремонту автомобіля і спрямований на відновлення її працездатності, забезпечення належного рівня надійності, безпеки руху та відповідності технічного стану встановленим експлуатаційним нормам. Передня підвіска безпосередньо впливає на стійкість автомобіля, керованість та комфорт руху, тому якісна організація ремонтного процесу має вирішальне значення.

Раціонально побудований процес ремонту дозволяє не лише підвищити якість виконання робіт, але й суттєво зменшити їх трудомісткість, скоротити час простою автомобіля та забезпечити ефективне використання матеріально-технічних ресурсів і обладнання.

Організація ремонту передньої підвіски передбачає виконання комплексу взаємопов'язаних етапів, які реалізуються у чітко визначеній технологічній послідовності. До них належать: приймання автомобіля, первинна діагностика технічного стану, підготовка робочого місця, демонтаж вузлів підвіски, дефектація деталей, виконання ремонтних або замінних операцій, зворотне складання, регулювання параметрів і завершальний контроль якості.

Залежно від ступеня зношення та характеру несправностей елементів підвіски застосовуються різні види ремонту:

- поточний ремонт – передбачає усунення незначних несправностей без повного розбирання вузлів, зокрема заміну гумових елементів, втулок, підтягування різьбових з'єднань;
- середній ремонт – включає часткове розбирання вузлів із заміною окремих елементів, таких як амортизатори, кульові опори, підшипники маточин;
- капітальний ремонт – характеризується повним розбиранням підвіски, відновленням або заміною більшості її елементів та відновленням геометричних параметрів.

Основні види ремонту передньої підвіски та їх характерні особливості наведено на рисунку 2.1.

ВИДИ РЕМОНТУ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ		
Вид ремонту	Характеристика	Приклад робіт
 Поточний ремонт	Усунення незначних несправностей без повного розбирання вузлів.	<ul style="list-style-type: none"> • Заміна гумових елементів • Підтяжка кріплень • Змащування з'єднань
 Середній ремонт	Часткове розбирання та заміна окремих вузлів.	<ul style="list-style-type: none"> • Заміна амортизаторів • Заміна кульових опор • Заміна підшипників маточини
 Капітальний ремонт	Повне розбирання підвіски, відновлення або заміна більшості елементів.	<ul style="list-style-type: none"> • Повна заміна пружин, важелів • Заміна сайлентблоків • Відновлення або заміна більшості деталей

Рисунок 2.1 – Види ремонту передньої підвіски та їх характеристика

Технологічний процес ремонту організовується за принципом послідовного виконання операцій. На першому етапі здійснюється приймання автомобіля та попередній огляд, під час якого виявляються зовнішні ознаки несправностей, такі як сторонні шуми, нерівномірний знос шин, люфти в з'єднаннях або погіршення керованості.

Далі виконується поглиблена діагностика із застосуванням візуальних, інструментальних та, за потреби, стендових методів контролю. Це дозволяє точно визначити технічний стан елементів підвіски та сформулювати обсяг необхідних ремонтних робіт.

Після діагностики автомобіль встановлюється на спеціалізований робочий пост, обладнаний підйомним механізмом або оглядовою канавою, що забезпечує зручний доступ до елементів підвіски. На цьому етапі проводяться демонтажні операції, які включають зняття коліс, розбирання стійки підвіски, демонтаж амортизатора, пружини, важелів та інших елементів.

Наступним важливим етапом є дефектація деталей, під час якої здійснюється ретельна оцінка їх технічного стану. Перевіряється наявність зношення, тріщин, деформацій, корозійних пошкоджень та втрати міцності. За результатами дефектації кожна деталь класифікується як придатна до подальшої експлуатації, така, що потребує ремонту, або така, що підлягає заміні.

Основні ремонтні операції включають:

- заміну амортизаторів і пружин;
- встановлення нових підшипників маточини;
- заміну сайлентблоків і кульових опор;
- відновлення або заміну пошкоджених важелів та елементів кріплення.

Після виконання ремонтних робіт здійснюється складання вузлів у зворотній послідовності демонтажу. При цьому особлива увага приділяється дотриманню технологічних вимог, правильності встановлення деталей, а також контролю моментів затягування різьбових з'єднань відповідно до нормативної документації.

Після завершення складання та регулювання елементів передньої підвіски проводиться контроль якості виконаних ремонтних робіт. Цей етап є обов'язковим, оскільки дозволяє перевірити працездатність вузлів підвіски, правильність встановлення деталей та відповідність технічних параметрів встановленим вимогам.

Контроль якості включає перевірку відсутності сторонніх шумів і люфтів, оцінку стабільності роботи підвіски, контроль моментів затягування різьбових з'єднань, регулювання кутів встановлення коліс, а також проведення дорожніх випробувань автомобіля. Комплексна перевірка дозволяє виявити можливі недоліки ремонту та забезпечити безпечну експлуатацію транспортного засобу.

Основні операції контролю якості та випробування після ремонту передньої підвіски наведено на рисунку 2.2.

Ефективність організації ремонтного процесу значною мірою залежить від рівня оснащення робочого місця. Ремонтний пост повинен бути укомплектований підйомним обладнанням, спеціальними пристроями для

демонтажу пружин і шарнірних з'єднань, набором слюсарного інструменту, а також контрольно-вимірювальними приладами для перевірки геометричних параметрів і технічного стану деталей.



Рисунок 2.2 – Контроль якості та випробування передньої підвіски після ремонту

Для кращого розуміння організаційної структури процес можна умовно подати у вигляді послідовної схеми (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Послідовність виконання технологічного процесу ремонту передньої підвіски

Рациональна організація процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 забезпечує стабільну якість виконання робіт, підвищує ефективність використання ресурсів, знижує ймовірність повторних несправностей та створює безпечні умови експлуатації транспортного засобу після ремонту.

2.2 Діагностика технічного стану передньої підвіски

Діагностика технічного стану передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є одним із ключових етапів технологічного процесу ремонту, оскільки саме на

цьому етапі формується об'єктивна оцінка працездатності вузлів і агрегатів ходової частини. Від якості проведеної діагностики залежить точність визначення обсягу ремонтних робіт, доцільність заміни або відновлення деталей, а також загальний рівень надійності та безпеки подальшої експлуатації автомобіля. У процесі експлуатації передня підвіска автомобіля зазнає інтенсивного впливу змінних динамічних навантажень, що виникають під час руху по нерівностях дорожнього покриття, різких розгонів і гальмувань, входження в повороти, а також при маневруванні на малих швидкостях. Унаслідок цього поступово накопичуються втомні пошкодження матеріалів, відбувається зношування шарнірних з'єднань, гумометалевих елементів, підшипників та амортизаторів, що може призводити до появи люфтів, порушення геометрії підвіски, зниження ефективності гасіння коливань та погіршення стійкості автомобіля.

Для отримання повної картини технічного стану вузлів діагностика передньої підвіски виконується комплексно із застосуванням кількох взаємодоповнюючих методів. Вона починається з візуального контролю для виявлення зовнішніх дефектів, таких як тріщини, деформації, корозія, пошкодження пильників або витіки робочої рідини з амортизаторів. Далі проводиться інструментальна діагностика для перевірки наявності люфтів у шарнірних з'єднаннях, контролю стану кріплень та вимірювання геометричних параметрів деталей. Це доповнюється функціональною перевіркою для оцінки роботи підвіски в динамічних умовах і поведінки автомобіля під час руху, а також стендовою діагностикою на спеціалізованому обладнанні для перевірки кутів встановлення коліс та інших критичних параметрів.

Під час безпосереднього проведення діагностичних процедур виконується чітко визначений перелік основних операцій. Фахівці перевіряють технічний стан амортизаторів на наявність підтікання та оцінюють ефективність демпфування коливань, контролюють люфти у кульових опорах та шарнірних з'єднаннях важелів, а також ретельно оцінюють стан сайлентблоків, гумових втулок і еластичних елементів кріплення. Обов'язковому огляду підлягають

підшипники маточин, які перевіряють на наявність шумів, заїдань та підвищеного опору обертанню, і гвинтові пружини, де шукають тріщини, просідання або залишкові деформації. Крім того, перевіряється стабілізатор поперечної стійкості разом із його з'єднаннями, а завершується комплекс вимірюванням та регулюванням кутів розвалу-сходження коліс. Приводом для такої детальної перевірки зазвичай стають характерні ознаки несправностей передньої підвіски, серед яких сторонні шуми, стуки й скрипи, підвищена вібрація на кермовому колесі або кузові, погіршення курсової стійкості, «плавання» автомобіля по дорозі, нерівномірний знос шин, а також помітне відхилення автомобіля від прямолінійного руху (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Основні діагностичні операції передньої підвіски

Для якісного виконання цих робіт застосовується спеціалізоване обладнання та інструменти. Доступ до елементів підвіски забезпечується за допомогою підйомників та оглядових канав, а перевірка люфтів у з'єднаннях здійснюється монтажними лопатками та важелями. Вимірювання зазорів і деформацій проводиться індикаторними приладами та штангенінструментами, тоді як загальний стан підвіски й амортизаторів оцінюється на відповідних

діагностичних стендах. Особливе значення при цьому мають стенди регулювання кутів встановлення коліс, оскільки навіть незначні відхилення цих параметрів суттєво впливають на керованість автомобіля, інтенсивність зносу шин та загальну безпеку руху.

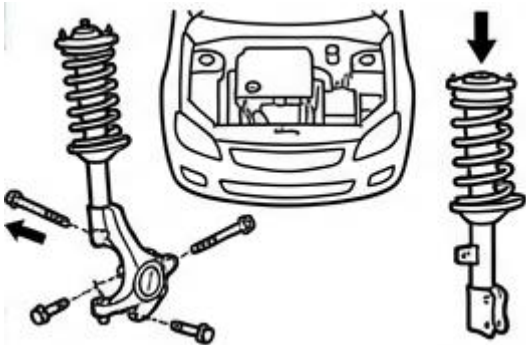
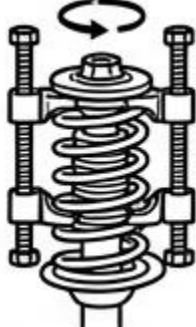
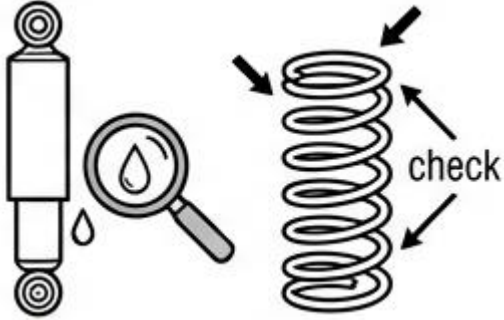
Отримані в результаті комплексної діагностики дані стають основою для прийняття обґрунтованих технічних рішень щодо подальшого ремонту. На їх основі чітко визначаються перелік наявних несправностей і ступінь зносу елементів, необхідність демонтажу окремих вузлів або агрегатів, доцільність відновлення, регулювання чи повної заміни деталей, а також оптимальна послідовність виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Таким чином, діагностика дозволяє суттєво оптимізувати весь технологічний процес, скоротити витрати часу та матеріальних ресурсів, а також підвищити загальну якість ремонту. Зрештою, така всебічна оцінка технічного стану передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є необхідною умовою забезпечення її надійної та безпечної роботи, адже сучасні методи контролю дозволяють своєчасно виявляти приховані дефекти, підвищувати точність оцінювання та ефективно планувати всі ремонтні заходи.

2.3 Технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є комплексом послідовних операцій, спрямованих на відновлення її працездатності, геометричних параметрів і забезпечення надійної роботи в умовах експлуатації. Правильна організація цього процесу дозволяє зменшити трудомісткість робіт, підвищити якість ремонту та забезпечити безпеку подальшої експлуатації автомобіля (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Демонтаж передньої підвіски	
<p>Автомобіль встановіть на підйомник або над оглядову канаву. Зніміть передні колеса.</p>	
<p>Від'єднайте тягу стабілізатора поперечної стійкості від важеля підвіски. Відкрутіть гайку кріплення та витягніть палець шарніра. Від'єднайте рульовий наконечник від поворотного кулака. Використовуючи знімач, витягніть палець наконечника із посадкового місця.</p>	
<p>Зніміть гальмівний механізм. Відкрутіть кріплення супорта та зніміть його, не допускаючи натягування гальмівного шланга.</p>	
<p>Від'єднайте кульову опору від поворотного кулака. Відкрутіть гайку та за допомогою знімача витягніть палець кульової опори.</p>	

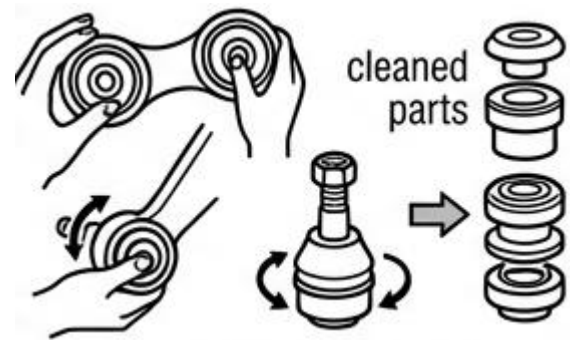
<p>Відкрутіть болти кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака та від'єднайте її.</p> <p>Відкрутіть верхнє кріплення стійки підвіски до кузова автомобіля та зніміть її у зборі.</p>	
<p>Стисніть гвинтову пружину за допомогою спеціального пристрою (стяжки). Відкрутіть гайку штока амортизатора та розберіть стійку підвіски.</p>	
<p>Дефектація та ремонт деталей</p>	
<p>Огляньте амортизатор на наявність підтікань робочої рідини та перевірте його працездатність.</p> <p>Перевірте пружину на наявність тріщин, деформацій та втрати пружності.</p>	

Перевірте кульову опору на наявність люфту та зносу. При виявленні дефектів замініть її.

Огляньте стан сайлентблоків важелів підвіски. У разі пошкодження або втрати еластичності замініть їх.

Перевірте підшипник маточини на плавність обертання та відсутність шуму. При необхідності виконайте його заміну.

Очистіть деталі від бруду, корозії та залишків старого мастила.



Складання передньої підвіски

Складання виконуйте у зворотній послідовності.

Встановіть амортизаційну стійку, змонтувавши пружину із використанням стяжного пристрою. Закрутіть гайку штока амортизатора.

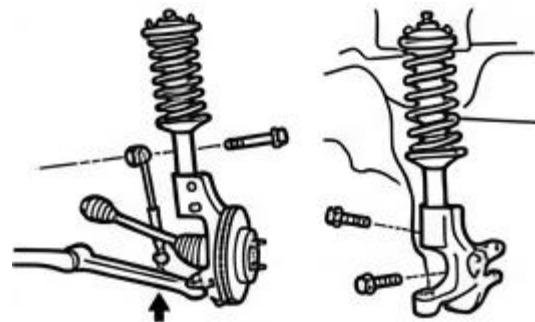
Встановіть стійку на автомобіль і закріпіть її до кузова.

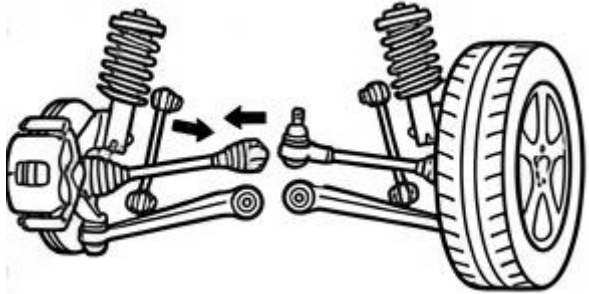
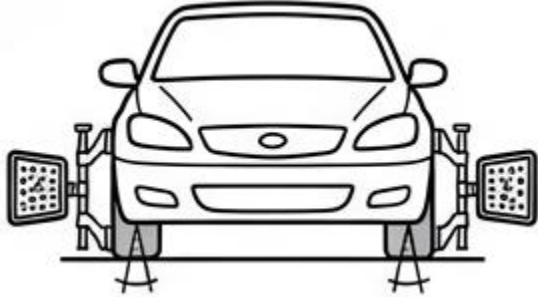
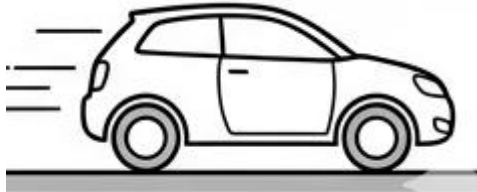
З'єднайте амортизаційну стійку з поворотним кулаком та затягніть кріплення.

Встановіть кульову опору у поворотний кулак та зафіксуйте її.

Під'єднайте рульовий наконечник і затягніть гайку кріплення.

Встановіть тягу стабілізатора поперечної стійкості.



Змонтуйте гальмівний механізм та встановіть колесо.	
Регулювання та контроль	
Після складання перевірте відсутність люфтів у з'єднаннях.	
Виконайте регулювання кутів встановлення коліс (розвал-сходження).	
Перевірте роботу підвіски під навантаженням.	
Проведіть дорожні випробування автомобіля.	

2.4 Обладнання та інструменти, що використовуються при ремонті передньої підвіски та обґрунтування необхідності їх удосконалення

Ремонт передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 виконується із застосуванням комплексу технологічного обладнання, спеціальних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів та слюсарно-монтажного інструменту. Від правильного вибору оснащення значною мірою залежить якість виконання ремонтних робіт, продуктивність праці, безпека персоналу та надійність відновлених вузлів автомобіля.

Для забезпечення доступу до елементів підвіски використовуються автомобільні підйомники, оглядові канали або естакади. Найбільш ефективним обладнанням є двостійкові підйомники, які забезпечують вільний доступ до ходової частини автомобіля та створюють зручні умови для виконання демонтажно-монтажних операцій. У невеликих ремонтних майстернях широко

застосовуються гідравлічні домкрати та страхувальні опори, що дозволяють виконувати роботи без використання стаціонарного підйомного обладнання.

Під час ремонту передньої підвіски використовують стандартний набір слюсарного інструменту, до складу якого входять ріжкові, накидні та торцеві ключі, воротки, тріскачки, викрутки, молотки, борідки, монтажні лопатки та пасатижі. Даний інструмент призначений для відкручування різьбових з'єднань, демонтажу окремих деталей та виконання допоміжних операцій під час ремонту.

Для демонтажу кульових опор, наконечників рульових тяг та інших шарнірних з'єднань застосовуються спеціальні знімачі. Їх використання дозволяє уникнути пошкодження деталей та значно скоротити трудомісткість виконання робіт. У процесі ремонту також використовуються пресові пристрої для встановлення або демонтажу втулок, підшипників та сайлентблоків.

Контроль технічного стану деталей передньої підвіски здійснюється за допомогою контрольно-вимірювального інструменту. Для вимірювання геометричних параметрів використовують штангенциркулі, мікрометри та щупи. Радіальні та осьові люфти визначають за допомогою індикаторів годинникового типу. Перевірка кутів встановлення керованих коліс здійснюється на спеціалізованих стендах розвалу-сходження, які забезпечують високу точність вимірювань та регулювання.

Особливе місце серед технологічного оснащення займають пристрої для демонтажу та монтажу амортизаційних стійок. Основним елементом передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 є гвинтова пружина, яка працює під значним навантаженням. Для її безпечного демонтажу необхідно виконати попереднє стиснення за допомогою спеціальних стяжок або знімачів пружин.

Традиційні гвинтові стяжки пружин мають відносно просту конструкцію та невисоку вартість, однак характеризуються рядом суттєвих недоліків. Під час роботи виникає ризик нерівномірного стиснення пружини, що може призводити до перекошу витків та зміщення захватів. У разі недостатньо надійної фіксації існує небезпека зриву пристрою з пружини, що створює загрозу травмування працівника та пошкодження деталей автомобіля.

Ще одним недоліком існуючих конструкцій є значна трудомісткість процесу стиснення. Більшість поширених пристроїв потребують почергового затягування декількох гвинтів, що збільшує тривалість виконання операції та вимагає від працівника значних фізичних зусиль. Крім того, при тривалому використанні відбувається зношування різьбових елементів, що негативно впливає на надійність роботи пристрою.

Аналіз умов виконання ремонтних робіт показує, що операція демонтажу пружини є однією з найбільш небезпечних у технологічному процесі ремонту передньої підвіски. Значна потенційна енергія, накопичена в стиснутій пружині, у разі аварійного вивільнення може спричинити серйозні травми працівника та пошкодження обладнання. Саме тому до конструкції пристроїв для стиснення пружин висуваються підвищені вимоги щодо надійності, жорсткості та безпеки експлуатації.

Проведений аналіз існуючих конструкцій знімачів показав необхідність їх удосконалення. Основними напрямками модернізації є підвищення надійності фіксації пружини, забезпечення рівномірного стиснення без перекосів, зменшення фізичних зусиль працівника та скорочення часу виконання ремонтних операцій. Важливим завданням також є підвищення ергономічності конструкції та зниження ризику виникнення аварійних ситуацій під час роботи.

З метою усунення виявлених недоліків у даній роботі запропоновано вдосконалена конструкцію знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102. Використання удосконаленого знімача дозволить зменшити трудомісткість ремонту, підвищити продуктивність праці та покращити умови роботи персоналу.

Аналіз застосовуваного обладнання та інструменту свідчить про те, що найбільш перспективним напрямом удосконалення технологічного процесу ремонту передньої підвіски є модернізація пристрою для демонтажу гвинтових пружин. Саме цей пристрій обрано об'єктом конструкторської розробки, що буде детально розглянута у наступному розділі кваліфікаційної роботи.

2.5 Розрахунок трудомісткості технологічного процесу ремонту передньої підвіски

Для оцінки ефективності технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 виконується розрахунок трудомісткості основних операцій. Трудомісткість характеризує витрати часу на виконання ремонтних робіт і є важливим показником організації виробничого процесу, що впливає на продуктивність праці та раціональність використання ресурсів.

Загальна трудомісткість визначається як сума норм часу окремих операцій:

$$T_{\text{заг}} = \sum t_i \quad (2.1)$$

де t_i – норма часу на виконання окремої операції, год.

Норми часу на виконання основних операцій наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.5 – Норми часу на виконання ремонтних операцій передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

№	Операція	Норма часу, год
1	Підготовка автомобіля	0,2
2	Зняття коліс	0,2
3	Демонтаж стабілізатора	0,2
4	Демонтаж рульового наконечника	0,2
5	Зняття гальмівного механізму	0,3
6	Від'єднання кульової опори	0,3
7	Демонтаж стійки підвіски	0,4
8	Розбирання стійки (стиснення пружини)	0,5
9	Дефектація деталей	0,4
10	Ремонт / заміна елементів	0,8
11	Складання стійки	0,5
12	Монтаж підвіски	0,6
13	Регулювання розвалу-сходження	0,5
14	Контроль і випробування	0,3

Розрахунок загальної трудомісткості:

$$T_{\text{заг}} = 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,4 + 0,5 + 0,4 + 0,8 + 0,5 + 0,6 + 0,5 + 0,3 = 5,4 \text{ год}$$

Таким чином, загальна трудомісткість ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 становить приблизно 5,4 нормо-години.

Аналіз отриманих результатів показує, що найбільша частка загальної трудомісткості (близько 20–25%) припадає на операції, пов'язані зі зняттям, стисненням та встановленням гвинтової пружини амортизаційної стійки. Це пояснюється складністю виконання цих робіт, необхідністю використання спеціальних пристроїв і поетапним характером їх реалізації.

Стиснення пружини є найбільш відповідальною операцією, оскільки вона перебуває у напруженому стані та накопичує значну потенційну енергію. Для її безпечного виконання необхідне рівномірне та контрольоване стиснення, що збільшує тривалість операції та підвищує вимоги до виконавця.

Застосування стандартних механічних стяжок має низку недоліків, серед яких – поступове стиснення з обох боків, необхідність багаторазового обертання різьбових елементів, можливість нерівномірного стиснення та ризик втрати фіксації на витках пружини.

Крім того, використання таких пристроїв потребує значних фізичних зусиль, що знижує продуктивність праці та підвищує втомлюваність оператора. У разі порушення правил експлуатації або несправності обладнання зростає ризик травмування персоналу.

Таким чином, найбільш трудомісткими та небезпечними є операції, пов'язані зі стисненням і демонтажем пружини амортизаційної стійки, що негативно впливає на загальну ефективність ремонту.

Отримані результати обґрунтовують необхідність удосконалення конструкції пристрою для демонтажу пружин, що дозволить підвищити безпеку виконання робіт, зменшити трудомісткість операцій і скоротити загальний час ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих конструкцій знімачів пружин підвіски

У процесі виконання ремонтних робіт передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 однією з найбільш відповідальних операцій є демонтаж гвинтової пружини амортизаційної стійки. Для цього застосовуються спеціальні знімачі пружин, які забезпечують контрольоване стиснення пружини та безпечне її зняття.

На сучасному ринку автосервісного обладнання існує кілька основних типів знімачів пружин, які відрізняються конструкцією, принципом дії та рівнем безпеки. Найбільш поширеними є гвинтові (стяжні), гідравлічні та важільні знімачі (рис. 3.1).

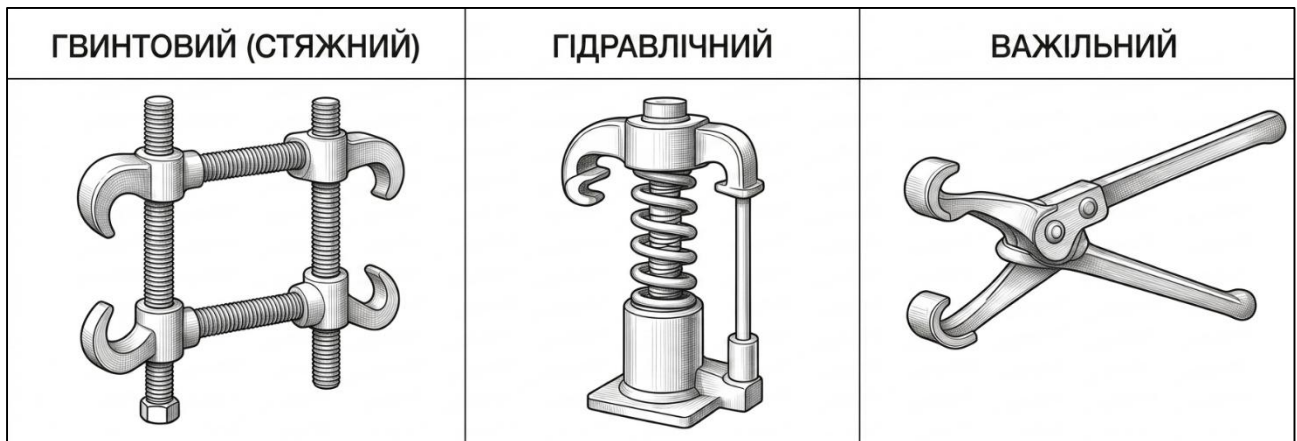


Рисунок 3.1 – Основні типи знімачів пружин передньої підвіски автомобіля

Гвинтові стяжні знімачі є найпростішими за конструкцією та найпоширенішими у невеликих СТО. Вони складаються з різьбових шпильок, захватів та механізму стягування. Їх основною перевагою є простота та низька вартість, однак вони потребують значних фізичних зусиль і мають підвищений ризик перекошу пружини при нерівномірному навантаженні.

Гідравлічні знімачі забезпечують більш плавне та рівномірне стиснення пружини за рахунок використання гідроциліндра. Вони характеризуються високим рівнем безпеки та зручністю у використанні, однак мають високу вартість і складнішу конструкцію.

Важільні знімачі застосовуються переважно для легких умов роботи. Вони забезпечують швидкий демонтаж, але мають обмеження щодо зусилля та не завжди підходять для сильно навантажених пружин.

Порівняльний аналіз основних типів знімачів пружин наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика знімачів пружин підвіски

<i>Тип знімача</i>	<i>Конструктивні особливості</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>	<i>Рівень безпеки</i>	<i>Сфера застосування</i>
<i>Гвинтовий (стяжний)</i>	Різьбові шпильки, захвати, гайковий привід	Проста конструкція, низька вартість	Нерівномірне стискання, потреба у значних зусиллях	Середній	Невеликі СТО, гаражні умови
<i>Гідравлічний</i>	Гідроциліндр, рама, опорні елементи	Плавна робота, висока безпека	Висока ціна, складність конструкції	Високий	Професійні СТО
<i>Важільний</i>	Важільний механізм, фіксатори	Швидкість роботи	Обмежене зусилля, менша універсальність	Середній-низький	Легкі ремонтні роботи

Аналіз існуючих конструкцій показує, що найбільш доступними є гвинтові знімачі, однак вони не забезпечують достатнього рівня безпеки та зручності при роботі з пружинами передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102. Гідравлічні

пристрої є більш досконаліми, але їх застосування економічно недоцільне для невеликих ремонтних майстерень.

У зв'язку з цим доцільним є розроблення вдосконаленої конструкції знімача, яка поєднуватиме простоту гвинтових систем та підвищений рівень безпеки й стабільності фіксації пружини.

3.2 Розроблення конструкції знімача пружин передньої підвіски

На основі аналізу існуючих конструкцій пристроїв для демонтажу пружин підвіски, а також з урахуванням вимог до безпеки праці, надійності, зручності експлуатації та зменшення трудомісткості ремонтних робіт, було розроблено удосконалену конструкцію знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.

Розроблену конструкцію стану для демонтажу та її основні геометричні параметри представлено на рисунку 3.2.

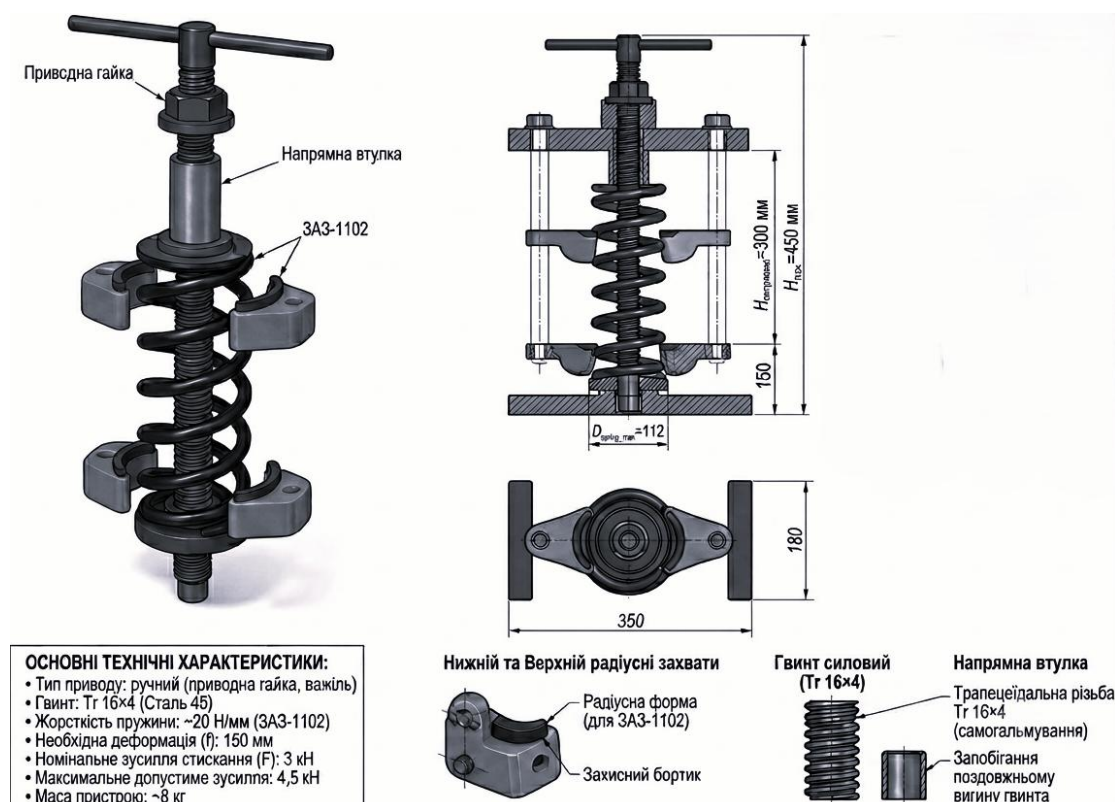


Рисунок 3.2 – Конструкція знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102

Для детального аналізу конструктивних елементів пристрою та їх функціонального призначення в таблиці 3.2 наведено специфікацію складального креслення.

Таблиця 3.2 – Склад і призначення елементів конструкції знімача пружин

<i>Поз.</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-сть</i>	<i>Примітка / Опис</i>
1	Нижній радіусний захват	1	Має захисний бортик від зісковзування витка пружини
2	Нижня опорна плита (основа)	1	Несучий елемент конструкції
3	Пружина підвіски ЗАЗ-1102	1	Об'єкт ремонту (зовнішній діаметр 112 мм)
4	Верхній радіусний захват	1	Переміщується по напрямних стійках
5	Приводна гайка силового гвинта	1	Передає зусилля від обертання рукоятки
6	Рукоятка приводу (комір)	1	T-подібна, для ручного обертання механізму
7	Напрямна стійка (бокова)	2	Забезпечує сувору співвісність рухомих елементів
8	Фіксує болт/шпилька стійки	2	Для збирання та кріплення рами
9	Верхня траверса (плита рами)	1	Фіксує верхні кінці напрямних стійок
10	Центральний силовий гвинт	1	Трапецеїдальна різьба Tr 16 × 4, Сталь 45

Запропонований пристрій призначений для безпечного та рівномірного стиснення гвинтових пружин під час виконання ремонтних робіт, зокрема під час

заміни амортизаторних стійок, верхніх опор, підшипників опори або самих пружин. Конструкція враховує специфіку геометрії пружини передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 та дозволяє виконувати демонтаж без ризику перекосу або зісковзування захватів.

Основною метою розроблення конструкції є усунення недоліків типових різьбових знімачів, до яких належать:

- нерівномірне стискання пружини;
- недостатня жорсткість конструкції;
- підвищене навантаження на різьбові елементи;
- складність встановлення на пружину;
- небезпека зісковзування захватів;
- значний ризик травмування працівника під час ремонту.

На відміну від стандартних двосторонніх стяжок, запропонована конструкція використовує центральний силовий гвинт із напрямною втулкою та парними радіусними захватами, що забезпечує симетричне прикладання навантаження та підвищує стійкість пристрою під час роботи.

Конструкція розробленого знімача базується на використанні центрального гвинтового механізму з ручним приводом. Передавання зусилля здійснюється за допомогою силового гвинта з трапецеїдальною різьбою типу Tr 16×4, яка характеризується високою несучою здатністю, плавністю переміщення та ефектом самогальмування. Використання такої різьби дозволяє уникнути самовільного розтискання пружини після припинення обертання приводу.

До складу конструкції входять такі основні елементи:

1. Опорна нижня плита, яка виконує функцію базового опорного елемента конструкції та забезпечує стійкість пристрою.
2. Нижні захвати пружини, виконані у вигляді радіусних упорів, що повторюють форму витків пружини автомобіля ЗАЗ-1102. Захвати мають захисні бортики, які запобігають зісковзуванню пружини під навантаженням.

3. Гвинт силовий Tr 16×4, який є основним елементом передавання зусилля стискання. Матеріалом гвинта є сталь 45, що забезпечує достатню міцність та зносостійкість.

4. Верхні захвати пружини, аналогічні за формою нижнім, забезпечують рівномірне стискання пружини з двох сторін.

5. Приводна гайка, яка переміщується вздовж різьби під час обертання приводу та створює осьове зусилля стискання.

6. Ручний важільний привод, призначений для обертання силового гвинта. Конструкція передбачає можливість використання як ручного приводу, так і стандартного гайкового ключа або гайковерта.

7. Напрямна втулка, встановлена у верхній частині конструкції, забезпечує напрямлення силового гвинта та запобігає його поздовжньому вигину при роботі під навантаженням.

8. Вертикальні напрямні стійки, які забезпечують паралельне переміщення захватів та додаткову жорсткість конструкції.

Конструкція пристрою має компактні габарити та пристосована для використання в умовах ремонтної майстерні або станції технічного обслуговування. Загальна висота пристрою становить приблизно 450 мм, робоча зона стискання – близько 300 мм, а максимальна ширина між напрямними – 350 мм. Максимальний хід захватів становить 220 мм, що забезпечує можливість роботи з більшістю пружин передньої підвіски легкових автомобілів малого класу.

Технічні характеристики розробленого пристрою:

– тип приводу – ручний (приводна гайка, важіль);

– тип різьби – Tr 16×4;

– матеріал силового гвинта – сталь 45;

– жорсткість пружини, для якої розрахований пристрій – приблизно 20 Н/мм;

необхідна деформація пружини – до 150 мм;

– номінальне зусилля стискання – 3 кН;

- максимальне допустиме зусилля – 4,5 кН;
- маса пристрою – близько 8 кг.

Принцип роботи пристрою полягає у поступовому та контрольованому стисканні пружини за допомогою центрального гвинтового механізму. Перед початком роботи пружину встановлюють між верхніми та нижніми захватами. Після фіксації захватів на витках пружини здійснюють обертання приводної гайки за допомогою важеля або ключа.

У процесі обертання гайка переміщується вздовж осі гвинта, внаслідок чого верхні та нижні захвати поступово зближуються між собою. Це забезпечує рівномірне осьове стискання пружини без перекосів та нерівномірного навантаження на окремі витки. Після досягнення необхідного ступеня стискання з'являється можливість безпечного демонтажу амортизаційної стійки або інших елементів підвіски.

Завдяки використанню напрямної втулки та симетричного розташування захватів конструкція характеризується підвищеною стійкістю та точністю роботи. Наявність захисних бортиків значно знижує ризик зісковзування пружини, що підвищує безпечність виконання ремонтних робіт.

Запропонована конструкція є технологічною у виготовленні, не потребує складного обладнання для виробництва та може бути рекомендована для використання у майстернях технічного обслуговування автомобілів і навчальних лабораторіях.

3.3. Інженерно-технічні розрахунки елементів знімача пружин

Для обґрунтування працездатності, міцності та безпечності розробленої конструкції знімача пружин передньої підвіски виконано перевірочний розрахунок основного силового елемента – центрального гвинта. Розрахунок дозволяє оцінити можливість роботи конструкції під дією навантажень, що виникають під час стискання пружини передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.

Основним навантаженням, яке сприймає конструкція пристрою, є осьове зусилля стискання пружини. Тому першочергово визначається максимальна сила, необхідна для її деформації.

Визначення зусилля стиснення пружини

Максимальне зусилля стискання пружини визначається залежно від жорсткості пружини та величини її робочої деформації:

$$F = c \times f \quad (3.1)$$

де F – сила стискання пружини, Н;

c – жорсткість пружини, Н/мм;

f – величина деформації пружини, мм.

Для передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 орієнтовна жорсткість пружини становить $c \approx 20$ Н/мм, а необхідна величина стискання для безпечного демонтажу – $f \approx 150$ мм.

Тоді максимальне робоче зусилля становитиме:

$$F = 20 \times 150 = 3000 \text{ Н}$$

Отже, для стискання пружини необхідно прикласти силу приблизно 3 кН.

З урахуванням коефіцієнта запасу міцності $k = 1,5$, який враховує динамічні навантаження, можливі перекося та нерівномірність прикладання зусилля, розрахункове навантаження визначається за формулою:

$$F_{\text{розр}} = F \times k \quad (3.2)$$

$$F_{\text{розр}} = 3000 \times 1,5 = 4500 \text{ Н}$$

Таким чином, розрахункове навантаження, яке повинна витримувати конструкція знімача, становить 4,5 кН.

Найбільш навантаженим елементом конструкції є центральний силовий гвинт, який працює одночасно на стиск та кручення. Для його виготовлення прийнято сталь 45, що характеризується достатньою міцністю, твердістю та зносостійкістю. Допустиме напруження на стиск для даного матеріалу приймаємо $[\sigma_{\text{ст}}] \approx 120$ МПа

Мінімально допустимий внутрішній діаметр різьби гвинта визначається за умовою міцності:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{розр}}}{\pi \cdot [\sigma_{\text{ст}}]}} \quad (3.3)$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 4500}{3,14 \cdot 120}} \approx \sqrt{47,77} \approx 6,9 \text{ мм}$$

Отримане значення є мінімально допустимим внутрішнім діаметром різьби силового гвинта.

З урахуванням того, що гвинт працює в умовах комбінованого навантаження (стискання та кручення), а також з метою підвищення надійності, довговічності та жорсткості конструкції, приймаємо силовий гвинт із трапецеїдальною різьбою типу Tr 16×4.

Основні параметри гвинта:

- зовнішній діаметр – 16 мм;
- внутрішній діаметр різьби – $d_1 = 11,5$ мм;
- крок різьби – 4 мм;
- матеріал – сталь 45.

Фактичний внутрішній діаметр гвинта значно перевищує розрахункове мінімальне значення ($11,5 > 6,9$ мм), що свідчить про достатній запас міцності конструкції та забезпечує безпечну експлуатацію пристрою під час виконання ремонтних робіт.

Для перевірки зручності експлуатації розробленого знімача виконаємо орієнтовний розрахунок крутного моменту, необхідного для стискання пружини передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102.

Крутний момент на гвинті визначається за формулою:

$$M = \frac{F_{\text{розр}} \cdot p}{2\pi \cdot \eta} \quad (3.4)$$

де M – крутний момент, Н·м;

$F_{\text{розр}}$ – розрахункове осьове зусилля, Н;

p – крок різьби гвинта, м;

η – коефіцієнт корисної дії гвинтової пари.

Для прийнятого силового гвинта Tr 16×4:

– розрахункове зусилля $F_{\text{розр}}=4500$ Н

– крок різьби $p=4$ мм=0,004 м

– ККД трапецеїдальної різьби приймаємо $\eta=0,3$.

Підставляємо значення у формулу:

$$M = \frac{4500 \cdot 0,004}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,3}$$

$$M = \frac{18}{1,884}$$

$$M \approx 9,55 \text{ Н}$$

Отже, для створення необхідного зусилля стискання пружини потрібний крутний момент приблизно 9,5 Н.

Визначимо силу, яку повинен прикладати оператор до рукоятки приводу. Для рукоятки довжиною $l=0,2$ м сила визначається:

$$P=M/l \tag{3.5}$$

$$P=9,55/0,2 \approx 47,8 \text{ Н}$$

Отримане значення відповідає приблизно 4,8 кгс, що є допустимим для ручного приводу та не створює надмірного фізичного навантаження на оператора.

Таким чином, розрахунок крутного моменту підтверджує, що розроблений знімач є зручним у використанні, забезпечує плавне стискання пружини та може ефективно експлуатуватися в умовах ремонтної майстерні без застосування додаткових силових механізмів.

Виконані розрахунки підтверджують працездатність та надійність запропонованої конструкції знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102. Застосування центрального силового гвинта з трапецеїдальною різьбою дозволяє забезпечити плавне передавання зусилля, високу стійкість механізму та безпечне стискання пружини в процесі ремонту.

3.4 Техніко-економічне обґрунтування ефективності застосування знімача пружин

Для оцінки доцільності впровадження розробленого знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 виконано техніко-економічне обґрунтування його використання в умовах станції технічного обслуговування. Основною метою впровадження пристрою є підвищення продуктивності ремонтних робіт, скорочення трудомісткості операцій та покращення безпеки праці.

Запропонована конструкція знімача забезпечує рівномірне стиснення пружини завдяки застосуванню центрального силового гвинта та симетричного розташування захватів. На відміну від стандартних двосторонніх стяжок, де оператор змушений по чергово підтягувати кожен захват та постійно контролювати рівномірність стискання, розроблений пристрій дозволяє здійснювати стиснення одночасно по всій осі пружини. Це виключає перекоси, зменшує кількість допоміжних операцій та скорочує тривалість виконання ремонту.

Додатковою перевагою є наявність напрямних стійок і радіусних захватів із захисними бортиками, які забезпечують надійну фіксацію пружини протягом усього процесу роботи. Завдяки цьому зменшується необхідність повторного вирівнювання положення пружини та коригування захватів. Використання трапецеїдальної різьби Tr 16×4 забезпечує плавний хід механізму, знижує втрати на тертя та зменшує фізичне навантаження на оператора.

Для оцінки ефективності пристрою проведено порівняння трудомісткості операції демонтажу пружини при використанні стандартної механічної стяжки та розробленого пристрою (табл 3.2)

Таблиця 3.2 – Порівняння тривалості виконання операцій при використанні стандартної стяжки та розробленого пристрою

№	Операція	Норма часу (стандартна стяжка), год	Норма часу (розроблений пристрій), год
1	Встановлення пристрою на пружину	0,06	0,04
2	Фіксація захватів	0,05	0,04
3	Стиснення пружини	0,15	0,10
4	Контроль і вирівнювання	0,04	0,02
5	Демонтаж пружини	0,03	0,02
Загальна трудомісткість		0,33 год	0,22 год

Аналіз результатів, наведених у таблиці 3.2, показує, що найбільше скорочення часу досягається під час стиснення пружини – найбільш трудомісткої операції процесу ремонту. Завдяки рівномірному прикладанню зусилля відсутня необхідність у додатковому регулюванні положення пружини та повторному підтягуванні захватів.

Згідно з проведеними розрахунками, тривалість виконання операції демонтажу пружини при використанні стандартної стяжки становить:

$$T_1 = 0,33 \text{ год}$$

При застосуванні розробленого пристрою час виконання операції скорочується до:

$$T_2 = 0,22 \text{ год}$$

Економія часу на одну операцію визначається за формулою:

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (3.6)$$

$$\Delta T = 0,33 - 0,22 = 0,11 \text{ год}$$

Відносне скорочення трудомісткості становить:

$$\eta = (\Delta T / T_1) \cdot 100 \% \quad (3.7)$$

$$\eta = (0,11 / 0,33) \cdot 100 = 33 \%$$

Отже, використання розробленого пристрою дозволяє скоротити трудомісткість операції приблизно на 30–35 %.

Для оцінки річного економічного ефекту приймемо, що на станції технічного обслуговування виконується близько 200 операцій демонтажу пружин на рік. Тоді річна економія часу становитиме:

$$T_{ек} = N \times \Delta T \quad (3.8)$$

$$T_{ек} = 200 \cdot 0,11 = 22 \text{ год/рік}$$

За середньої вартості робочого часу 200 грн/год економічний ефект становитиме:

$$E = T_{ек} \cdot C \quad (3.9)$$

$$E = 22 \cdot 200 = 4400 \text{ грн/рік}$$

Крім безпосереднього економічного ефекту, використання розробленого пристрою забезпечує низку додаткових переваг:

- підвищення безпеки виконання ремонтних робіт;
- зменшення фізичного навантаження на оператора;
- зниження ризику пошкодження пружини;
- підвищення продуктивності праці;
- забезпечення стабільності та точності процесу стиснення.

Розрахунок крутного моменту показав, що зусилля на рукоятці приводу не перевищує допустимих ергономічних значень для ручного інструменту, що додатково підтверджує зручність експлуатації пристрою та можливість його тривалого використання без значної втоми оператора.

Проведене техніко-економічне обґрунтування підтверджує доцільність застосування розробленого знімача пружин передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102. Запропонована конструкція дозволяє скоротити тривалість виконання ремонтних операцій, підвищити безпечність праці та забезпечити економію робочого часу до 22 години на рік. Отримані результати свідчать про практичну цінність конструкції та доцільність її впровадження в умовах станцій технічного обслуговування автомобілів.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги охорони праці при ремонті передньої підвіски

Ремонт передньої підвіски автомобіля належить до категорії робіт підвищеної небезпеки, оскільки пов'язаний із використанням підйомно-транспортного обладнання, ручного та механізованого інструменту, а також виконанням операцій під транспортним засобом. Під час проведення ремонтних робіт працівник може зазнавати впливу різноманітних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких механічні травми, підвищене фізичне навантаження, вплив шуму, вібрації, мастильних матеріалів та інших технічних рідин.

Передня підвіска автомобіля є одним із найбільш навантажених вузлів ходової частини. Її елементи постійно сприймають динамічні навантаження від нерівностей дорожнього покриття, тому під час ремонту виникає необхідність демонтажу деталей, що перебувають під дією значних механічних зусиль. Особливо небезпечними є операції з пружинами підвіски, які накопичують значну потенційну енергію та можуть стати джерелом травмування працівника у випадку порушення технології виконання робіт.

Безпечне виконання ремонтних операцій забезпечується правильною організацією робочого місця. Робоча зона повинна відповідати вимогам охорони праці, мати достатню площу для безпечного розміщення обладнання та вільного переміщення працівників. Підлога виробничого приміщення повинна бути рівною, неслизькою та утримуватися в чистоті. Не допускається захаращення проходів інструментом, запасними частинами, відходами виробництва або сторонніми предметами.

Важливим фактором безпеки є належне освітлення робочого місця. Недостатня освітленість сприяє підвищенню втомлюваності працівника та збільшує ймовірність помилкових дій під час виконання ремонтних операцій. Загальне та місцеве освітлення повинно забезпечувати чітку видимість усіх елементів підвіски та інструменту.

До виконання ремонтних робіт допускаються особи, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці, перевірку знань вимог безпеки та медичний огляд згідно з чинними нормативними документами. Працівники повинні знати порядок безпечного виконання робіт, правила користування інструментом та обладнанням, а також способи надання домедичної допомоги у разі нещасного випадку.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність обладнання, підйомника, домкратів, опорних стійок та інструменту. Особливу увагу приділяють перевірці технічного стану механізованого інструменту, електричних кабелів, штепсельних з'єднань та захисного заземлення. Використання несправного обладнання категорично забороняється.

Перед підніманням автомобіля необхідно заглушити двигун, увімкнути стоянкове гальмо та встановити противідкотні упори під колеса. Під час піднімання автомобіля необхідно переконатися у правильному розташуванні підйомних лап або домкрата відповідно до рекомендацій виробника транспортного засобу. Після піднімання автомобіль повинен бути додатково встановлений на надійні страхувальні опори. Використання лише домкрата як засобу утримання автомобіля не допускається.

Під час демонтажу деталей передньої підвіски необхідно використовувати інструмент, що відповідає розмірам кріпильних елементів. Забороняється збільшувати довжину ключів за допомогою труб або інших випадкових предметів, оскільки це може призвести до їх руйнування та травмування працівника.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: спеціальним одягом, захисним взуттям, рукавицями та захисними окулярами. Під час роботи з механізованим інструментом додатково рекомендується використовувати засоби захисту органів слуху.

Особливу небезпеку становлять мастильні матеріали, паливно-мастильні речовини та технічні рідини. При потраплянні на шкіру вони можуть викликати подразнення, а при потраплянні на підлогу – створювати небезпечні слизькі

ділянки. У разі розливу рідин необхідно негайно прибрати забруднення із застосуванням абсорбуючих матеріалів.

Після завершення ремонтних робіт необхідно перевірити правильність складання всіх вузлів, надійність кріплення деталей, відсутність інструменту та сторонніх предметів у зоні ремонту. Перед випробуванням автомобіля слід переконатися у справності гальмівної системи та елементів підвіски. Робоче місце очищують від забруднень, інструмент повертають на місця зберігання, а відходи передають на утилізацію.

Важливим елементом охорони праці є дотримання вимог пожежної безпеки. У виробничих приміщеннях повинні бути встановлені справні вогнегасники, пожежний інвентар та засоби оповіщення про пожежу. Забороняється зберігати легкозаймісті речовини поблизу джерел тепла та відкритого вогню. Куріння дозволяється лише у спеціально відведених місцях.

Під час організації ремонтних робіт необхідно враховувати також вимоги екологічної безпеки. Відпрацьовані мастила, забруднені ганчірки, металеві відходи та зношені деталі повинні збиратися окремо та передаватися спеціалізованим підприємствам для подальшої переробки або утилізації. Не допускається зливання технічних рідин у каналізацію чи на ґрунт.

Таким чином, дотримання загальних вимог охорони праці під час ремонту передньої підвіски забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик виробничого травматизму та сприяє підвищенню ефективності ремонтних робіт.

4.2 Вимоги безпеки під час виконання робіт зі знімачем пружин

Однією з найбільш відповідальних та небезпечних операцій під час ремонту передньої підвіски автомобіля є демонтаж і монтаж гвинтових пружин. Пружина у робочому стані перебуває під значним стискальним навантаженням і накопичує велику кількість потенційної енергії. У разі неконтрольованого вивільнення цієї енергії можливі серйозні травми працівника та пошкодження обладнання.

Для безпечного виконання робіт застосовують спеціальні пристрої – знімачі пружин. Конструкція запропонованого знімача забезпечує рівномірне стиснення пружини, надійну фіксацію витків та зменшує ризик перекосу під час виконання операцій.

Перед початком роботи необхідно провести зовнішній огляд пристрою. Перевіряють стан різьбових елементів, відсутність механічних пошкоджень, тріщин, деформацій та слідів корозії. Особливу увагу приділяють стану захватів, які безпосередньо контактують із витками пружини. За наявності будь-яких пошкоджень використання пристрою забороняється.

Перед встановленням пружини необхідно переконатися у правильному розташуванні знімача на рівній та стійкій поверхні. Пружина повинна бути встановлена співвісно із пристроєм, а захвати мають рівномірно охоплювати витки. Будь-які перекоси або нерівномірне навантаження можуть призвести до зриву захватів.

Стиснення пружини виконується поступово та плавно. Забороняється здійснювати різкі рухи, застосовувати ударні навантаження або використовувати додаткові важелі для збільшення зусилля. Усі операції необхідно виконувати відповідно до розрахункових параметрів пристрою.

Під час роботи працівник повинен розташовуватися збоку від осі пружини. Забороняється перебувати навпроти напрямку можливого вильоту деталей. Інші працівники повинні знаходитися на безпечній відстані від місця виконання робіт.

У процесі стиснення необхідно постійно контролювати рівномірність переміщення захватів. При появі сторонніх звуків, перекосів, деформацій або заїдань роботу слід негайно припинити. Після усунення причини несправності допускається продовження виконання операції.

Після досягнення необхідного ступеня стиснення слід перевірити надійність фіксації пружини та лише після цього виконувати подальші роботи з амортизаційною стійкою. Забороняється залишати стиснуту пружину без нагляду або передавати її іншим працівникам без відповідного попередження.

Розтискання пружини після завершення ремонтних операцій виконується поступово та контрольовано. Швидке послаблення стискального зусилля може спричинити раптове зміщення деталей та втрату стійкості конструкції.

Особливу увагу необхідно приділяти технічному обслуговуванню знімача. Після завершення роботи пристрій очищують від забруднень, перевіряють стан різьбових з'єднань та рухомих елементів. За необхідності виконують змащування різьби та заміну зношених деталей.

Використання розробленого вдосконаленого знімача дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки ремонтних робіт. Завдяки жорсткій системі фіксації та рівномірному розподілу навантаження зменшується ризик зриву пружини, виникнення перекосів та аварійних ситуацій.

Аналіз можливих небезпечних ситуацій показує, що основними причинами травматизму під час роботи зі знімачами є використання несправних пристроїв, порушення технології встановлення пружини, перевищення допустимого навантаження та недотримання вимог інструкцій з охорони праці. Саме тому суворе виконання правил безпеки є обов'язковою умовою ефективного та безпечного ремонту.

Дотримання вимог безпеки під час роботи зі знімачем пружин забезпечує захист працівників від виробничих ризиків, знижує ймовірність аварійних ситуацій та сприяє підвищенню якості ремонтних робіт. Запропонована конструкція знімача створює додаткові умови для безпечного виконання операцій і може бути рекомендована до використання на підприємствах автомобільного сервісу.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102 з урахуванням сучасних вимог до якості, безпечності та ефективності виконання ремонтних робіт.

У першому розділі проведено аналіз конструкції передньої підвіски автомобіля ЗАЗ-1102, розглянуто її будову, принцип роботи та основні несправності. Встановлено, що підвіска типу McPherson забезпечує достатній рівень комфорту і керованості, проте під час експлуатації її елементи зазнають інтенсивного зносу, що потребує регулярного технічного обслуговування та ремонту.

У другому розділі розроблено технологічний процес демонтажу, ремонту та складання передньої підвіски. Виконано підбір обладнання, інструментів і пристроїв, а також визначено трудомісткість виконання ремонтних операцій. Проведений аналіз показав, що значна частина часу витрачається на операції, пов'язані зі стисненням і демонтажем гвинтової пружини, що ускладнює процес ремонту та підвищує його трудомісткість.

У конструкторському розділі проаналізовано існуючі конструкції знімачів пружин і визначено їх основні недоліки. На основі проведеного аналізу розроблено удосконалену конструкцію знімача пружин, що базується на використанні центрального гвинтового механізму з симетричним прикладанням зусилля. Запропонована конструкція забезпечує рівномірне стискання пружини, підвищує безпеку виконання робіт і зменшує фізичні зусилля оператора.

Виконані інженерно-технічні розрахунки підтвердили працездатність і надійність розробленої конструкції. Визначено необхідне зусилля стискання пружини, обґрунтовано вибір силового гвинта з трапецеїдальною різьбою та підтверджено достатній запас міцності елементів пристрою.

Проведене техніко-економічне обґрунтування показало, що використання розробленого знімача дозволяє зменшити трудомісткість операції стиснення і демонтажу пружини на 30–35 %, що забезпечує економію робочого часу до 22

годин на рік та зниження експлуатаційних витрат. Це підтверджує доцільність впровадження пристрою в умовах станцій технічного обслуговування.

У розділі охорони праці визначено основні небезпечні та шкідливі фактори, що виникають під час ремонту передньої підвіски, та розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці. Доведено, що застосування розробленого пристрою сприяє підвищенню рівня безпеки та зниженню ризику травматизму.

Таким чином, поставлена мета роботи досягнута, а розроблений технологічний процес ремонту передньої підвіски та конструкція знімача пружин є ефективними, технічно обґрунтованими та можуть бути рекомендовані для практичного використання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Автомобілі ЗАЗ-1102 «Таврія», ЗАЗ-1103 «Славута», ЗАЗ-1105 «Дана» : Керівництво з ремонту, експлуатації та технічного обслуговування / Запорізький автомобілебудівний завод. Запоріжжя : ЗАЗ, 2002. 248 с.
2. Аулін В. В., Лисуненко В. О. Надійність та ремонт машин : підручник. Кропивницький : ЦНТУ, 2019. 416 с.
3. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги до технічного стану та методи контролю. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 34 с.
4. ДСТУ ISO 12100:2014. Безпека машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (ISO 12100:2010, IDT). Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 46 с.
5. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. 7-ме вид. Київ : Грамота, 2019. 400 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: технологія : підручник. Київ : Знання, 2007. 511 с.
7. Опір матеріалів та основи конструктивних розрахунків деталей машин : навч. посіб. / М. В. Чернець, О. М. Пастухов, В. П. Олександренко. Житомир : ЖДТУ, 2018. 320 с.
8. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : НПАОП 0.00-1.62-18 / затверджено Наказом Міністерства соціальної політики України від 31.05.2018 р. № 393. Київ : Держпраці, 2018. 124 с.
9. Проектування авторемонтних підприємств та технологічного обладнання : навч. посіб. / М. А. Подірига, Е. С. Клімов, В. М. Кравченко, О. А. Скринник. Харків : ХНАДУ, 2015. 264 с.
10. Савченко О. О. Технологія ремонту автомобілів : лабораторний практикум. Київ : НАУ, 2018. 148 с.
11. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : підручник / В. П. Матейчик, О. П. Смирнов, П. А. Колісник та ін. Київ : НТУ, 2016. 312 с.

12. Autodata Wheel Alignment & Suspension Data [Electronic resource]. URL: <https://www.autodata-group.com>
13. Bosch Automotive Handbook / ed. by K. Reif. 10th ed. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH ; Hoboken : Wiley, 2018. 1544 p.
14. Dixon J. C. The Shock Absorber Handbook. 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, 2007. 434 p.
15. Genta G., Morello L. The Automotive Chassis: Volume 2: System Design. New York : Springer, 2009. 814 p.
16. Heisler H. Advanced Vehicle Technology. 2nd ed. Oxford : Butterworth-Heinemann, 2002. 654 p.
17. Milliken W. F., Milliken D. L. Race Car Vehicle Dynamics. Warrendale : SAE International, 1995. 890 p.
18. Reimpell J., Stoll H., Betzler J. W. The Automotive Chassis: Engineering Principles. 2nd ed. Oxford : Butterworth-Heinemann, 2001. 574 p.
19. Інституційний репозитарій ТНТУ ім. І. Пулюя (ELARTU) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/>