

НАУКОВА РОБОТА

на тему: «Розробка навчально-діагностичного стенду
обладнаного електронною системою гальм ABS»»

Автори: _____ студент групи Аін-22СП Іваницький Тарас
_____ студент групи Аін-22СП Дрозд Андрій

Керівник роботи _____ к.т.н., професор Ковалишин С.Й.

Дубляни 2020

ЗМІСТ	2
Вступ.....	3
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ.....	5
1.1. Вимоги до гальмівних систем транспортних засобів.....	6
1.2. Загальна будова гальмівного механізму автомобіля	9
1.3. Гальмівні системи автомобілів, обладнані ABS.....	77
1.4. Вимоги до систем ABS.....	8
2. ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РАМИ СТЕНДА	16
2.1. Створення 3D моделі.....	16
2.2. Дослідження рами стенда на міцність.....	18
3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	22
3.2. Виготовлення оригінальних одиниць.....	22
3.3. Будова та принцип роботи лабораторного стенду гальмівної системи автомобіля.....	24
3.4. Методика випробовувань гідропідсилювача керма.....	27
3.5. Результати випробувань стенда.....	28
4. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ СТЕНДУ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ.....	31
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	33
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	34

Вступ

У сучасному світі важко уявити життя людства без транспортної системи. Автомобілі – найпоширеніша частина цієї системи. Вони використовуються у широкому спектрі послуг та потреб, зокрема під час перевезення пасажирів і вантажів, а також забезпечення інших людських потреб.

Безпечне використання автомобілів у значній мірі залежить від ефективності роботи і справності гальмівної системи.

Сьогодні неможливо уявити безпеку автомобіля без ефективного і надійного гальмівного управління. Тому на нових автомобілях сучасні інженери удосконалюють або доповнюють систему гальмування. Зазвичай багато доповнень йдуть в додаткових опціях, їх треба купувати окремо, але економія на своїй безпеці може вийти куди дорожче, ніж вартість цих потрібних доповнень.

Сучасний автомобіль характеризується добрими показниками паливної економічності, маневреності, екологічності під час його руху в досить великому діапазоні робочих швидкостей. В даному випадку варто зазначити, що під час руху в різноманітних умовах руху (грунтові дороги, шосе, пересічена місцевість, підйоми і спуски, різноманітні повороти) для забезпечення безпечних умов руху доводиться постійно чергувати рівномірний рух з фазами розгону, сповільнення, стоянки автомобіля з працюючим на холостому ході двигуном. В таких ситуаціях надто важливу роль відводиться гальмівній системі, особливо з ABS, яка б забезпечувала шляхом ефективного гальмування швидке зменшення швидкості, зупинку автомобіля, достатньою маневреність

У зв'язку з вищезазначеним для більшості тих, хто експлуатує автомобілі, удосконалює їх конструктивні елементи важливим є одержання достатніх і глибоких знань про призначення, конструкцію, принцип дії, технічне обслуговування, умови експлуатації їх гальмівної системи. З

огляду на це було сформовано тему, мету роботи і визначені задачі для її досягнення.

Метою роботи було розробка, виготовлення та інсталяція навчально-демонстраційного стенду гальмівної системи автомобіля з ABS, конструкція і обладнання якого дозволяла проводити комп'ютерну діагностику гальм.

Для досягнення даної мети необхідно було вирішити **наступні задачі**:

- здійснити аналіз існуючих конструкцій гальмівних систем автомобілів;

- розробити комп'ютерну модель та виготовити раму стенду, обладнати її основними елементами гальмівної системи автомобіля;

- провести інсталяцію та провести перевірку функціональності та роботоздатності розробленого стенду гальмівної системи з ABS автомобіля Volkswagen B5;

- здійснити комп'ютерну діагностику основних елементів гальмівної системи автомобіля, встановленої на розробленому стенді;

- розрахувати статті витрат та собівартість виготовлення навчально-лабораторного стенда гальмівної системи автомобіля.

Об'єктом досліджень були складові гальмівної системи автомобіля, комп'ютерна діагностика, навчально-лабораторний стенд.

Предмет досліджень – залежність значень діагностичних параметрів гальмівної системи автомобіля від технічного стану її складових елементів.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ З ABS

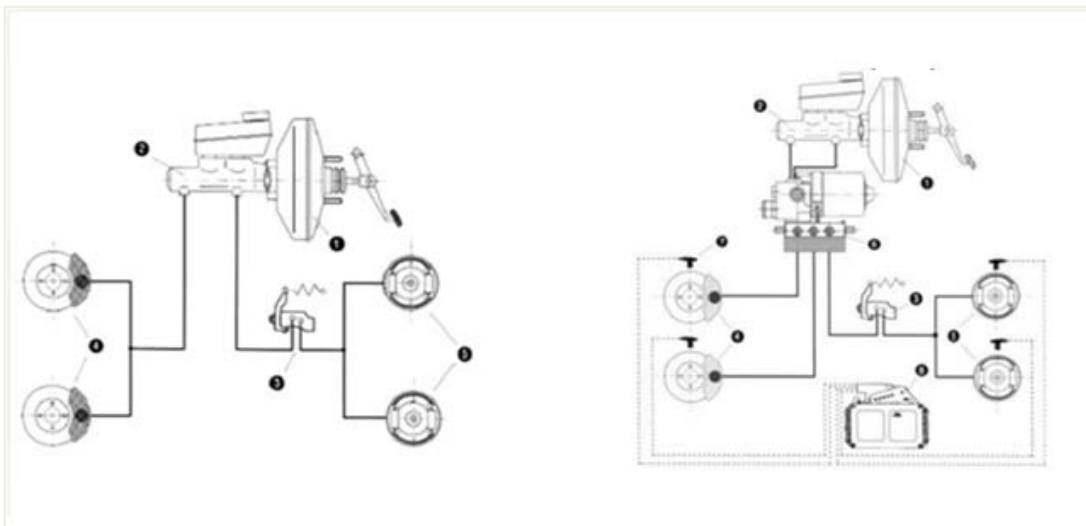
1.1. Основні функції системи ABS

Для зменшення сили гальмування, а також для того, щоб колеса не блокувались, автомобілі обладнують системою ABS (протиблокувальною гальмівною системою). Ця система контролює тиск гальмівної рідини, що діє на гальмівні поршні так, що колеса не блокуються навіть тоді, якщо водій різко натискає на педаль гальм. Це допомагає підтримувати належну стійкість напрямку руху під час екстреного гальмування [1,5,20]. Дана система дозволяє водію з великим зусиллям натискати на педаль гальма, не побоюючись заносу. Система ABS регулює гальмівний тиск, щоб ефективно блокувати колеса на всіх поверхнях, та уможлиблює контроль за транспортним засобом. Це забезпечує ефективність руху не тільки на сухому асфальті, але і під час сильних дощів та у всіх інших несприятливих погодних умовах. Також "недосвідчений водій" повинен вміти опанувати автомобіль невеликим рухом керма. ABS також допомагає при гальмуванні на поворотах. Автомобіль без ABS в цьому випадку може втратити управління. ABS допомагає (але не гарантує) відновити управління при бічному ковзанні. Відповідні рухи керма допомагають вивести автомобіль з ковзання, що дозволяє безпечно гальмувати або уникати перешкод. У критичних під час гальмування ситуаціях колеса можуть блокуватися. Це може бути викликано панічною реакцією водія на появу несподіваної перешкоди або через мокру або слизьку дорогу. Далі можлива втрата керованості автомобіля, що може призвести до аварії. Антиблокувальна система ABS розпізнає під час гальмування, яке колесо чи кілька коліс є схильними до блокування та підтримує постійний тиск у гальмівній системі або зменшує його [13]. Недопущення блокування коліс дозволяє автомобілю не втратити керованість, а разом з тим забезпечує швидке та безпечне гальмування [20,7].

1.2. Будова системи ABS

Гальмівна система ABS складається з компонентів, що входять до звичайної гальмівної системи. Основними складовими її елементами є [2,12]:- педаль гальма; допоміжний пристрій; головний циліндр; резервуар гальмівної рідини; жорсткі гальмівні шланги; гнучкі гальмівні шланги; колісні гальма

Як додаткові елементи виступають: датчі швидкості колеса; блок управління; гідравлічний агрегат; датч тиску педалі гальма; індикатор, що інформує водія про правильну роботу системи ABS.



а)

б)

Рис.1.1. Класична гальмівна система (а) та гальмівна система з ABS (б)

1- вакуумний гідропідсилювач; 2 – гальмівний циліндр; 3 – гальмівний розподільник; 4 - гальма передніх коліс; 5 – гальма задніх коліс; 6 – гідравлічний агрегат системи ABS (модулятор тиску); 7 – датч колової швидкості коліс; 8 – блок керування ABS.

У звичайному автомобілі компоненти ABS зазвичай розташовані так, як показано на рис. 1.2.

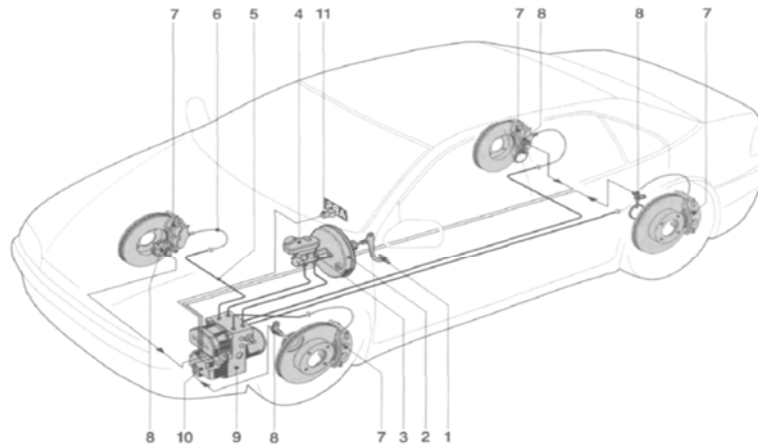


Рис.1.2. Розміщення на автомобілі складових частин гальмівної системи з ABS

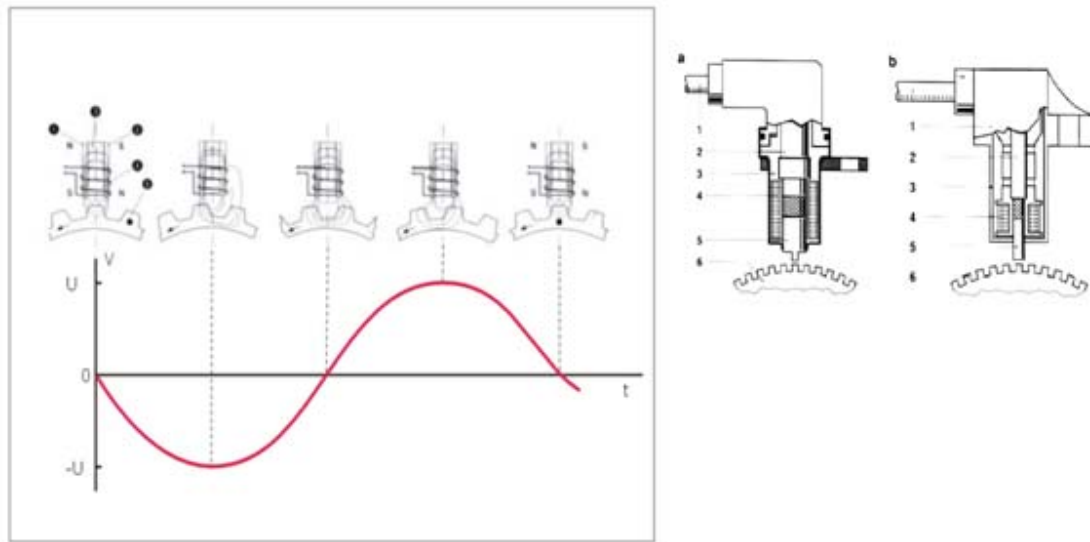
1 - педаль гальма; 2 - опорний пристрій; 3 - гальмівний циліндр 4 - розширювальний бак; 5 - жорсткий гальмівний шланг, 6 - гнучкий гальмівний шланг; 7 - колісне гальмо; 8 - датчик швидкості колеса; 9 - агрегат гідравлічний, 10 - блок управління ABS; 11- індикатор ABS

Для правильної роботи система ABS повинна отримувати від транспортного засобу різні види інформації. Вона отримує цю інформацію завдяки сигналам, що генеруються датчиками та подаються від інших частин транспортного засобу [10,15]. Ці сигнали поділяються на основні та додаткові.

До основних сигналів відносять, ті які надходять від: 15 – сигналу запалення (+12В); 31 – маси; давачів швидкості коліс; давача стоп-сигналу; 30 – живлення з акумулятора (+12В).

До додаткових сигналів відносять: прискорення гальмування; G-сенсор; рівень гальмівної рідини; тиск гальмівної системи; блок керування двигуном; блок керування коробкою перемикачів передач [4].

Рис. 1.4. Будова індуктивного давача



1 – корпус давача; 2 – постійний магніт; 3 – корпус обмотки; 4 – обмотка; 5 – осердя; 6 – інформаційне колесо

У системі, встановленій на платі, всі сигнали є в аналоговій формі. У нових системах деяка інформація передається у вигляді цифрового сигналу по лінії CAN / LIN. Дана система використовує давачі швидкості індуктивного (пасивного) колеса.

Рівень сигналу, що генерується давачем (значення напруги), залежить від швидкості обертання коліс та зазору між давачем і зубчастим колесом. Зміна швидкості колеса також тягне за собою зміну частоти генерованого сигналу. На форму сигналу впливає геометрія зубців інформаційного колеса та геометрія серцевини давача.

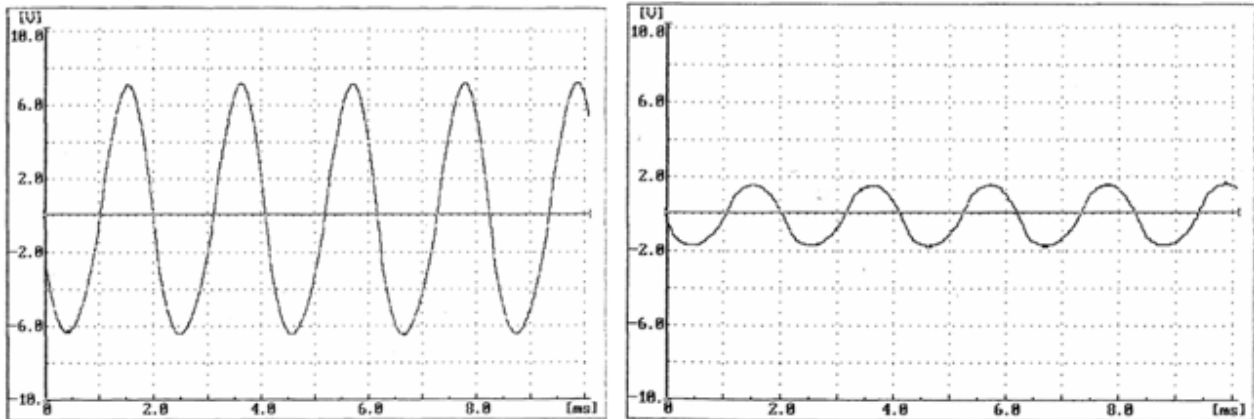


Рис. 1.5. Залежність величини сигналу від проміжків між зубцями інформаційного колеса

Основним давачем, що інформує про початок процесу гальмування, є вимикач стоп-сигналу автомобіля.

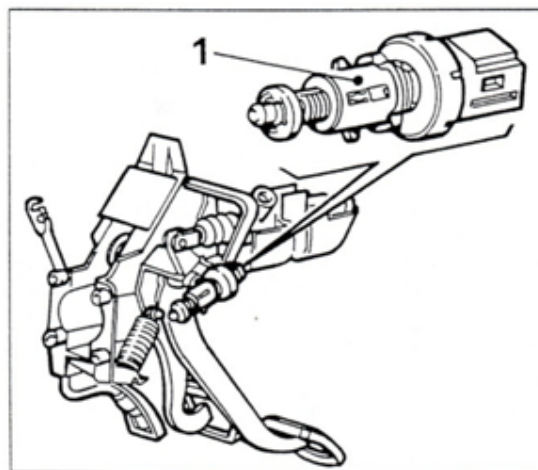


Рис.1.6. Вимикач стоп-сигналу автомобіля

Всі сигнали надходять до блоку управління ABS, де на їх основі формуються сигнали, що управляють клапанами гідравлічної системи.

Даний блок також безпосередньо керує **світловим індикатором**, розташованим на **панелі** транспортного засобу [4,5,22].

1.3.Характеристика основних фаз роботи системи ABS

Під час швидкого гальмування давачі швидкості колеса виявляють різку зміну швидкості колес [8,19,20]. Електронний блок керування (ЕБК) антиблокувальної гальмівної системи (ABS) розраховує швидкість колеса та зміни цих швидкостей, а результати використовуються для обчислення швидкості транспортного засобу.

На цій основі електронний блок управління (ЕБК) визначає умови взаємодії шини з дорожнім покриттям і посилає керуючі сигнали на соленоїди, забезпечуючи оптимальний тиск гальмівної рідини в кожному **колісному колі**.

Соленоїдні клапани, використовуючи сигнали електронного блоку управління, зменшують або збільшують тиск гальмівної рідини. За необхідності, вони підтримують тиск рідини в гальмівній системі на постійному рівні, завдяки чому забезпечується значення ковзання на оптимальному рівні в діапазоні від 10 до 30%, запобігаючи таким чином блокуванню коліс [12,22].

Функціонування системи ABS розділено на 4 фази

Фаза 1 - розташування елементів, як показано на **рис. 1.7**. Поки блок управління не отримує сигнал про натискання на педаль гальма, контролер записує лише вхідні сигнали і не посилає ніяких керуючих сигналів на гідравлічний агрегат. Клапани знаходяться в положенні спокою, двигун насоса вимкнений.

Це положення виникає також у випадку, коли блок управління визначає несправність у системі та переходить в аварійну ситуацію. За таких умов у розпорядженні водія є класична гальмівна система, а індикатор системи ABS загоряється.

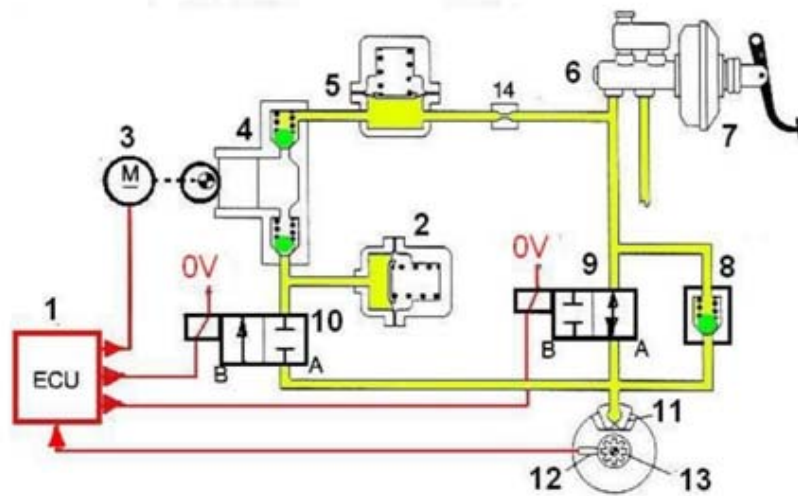


Рис.1.7 – Характеристика фази 1 (нейтральне положення) роботи системи ABS

1 – блок керування ABS; 2 – ресивер; 3 - електродвигун насосу; 4 – насос; 5 – ресивер; 6 – головний гальмівний циліндр; 7 – вакуумний підсилювач; 8 – зворотній клапан; 9 – вхідний електроклапан; 10 – вихідний електроклапан; 11 – робочий гальмівний циліндр; 12 – давач швидкості колеса; 13 – інформаційний диск

Фаза 2 – фаза нарощування тиску (рис.1.8). гальма, і сигнал про це

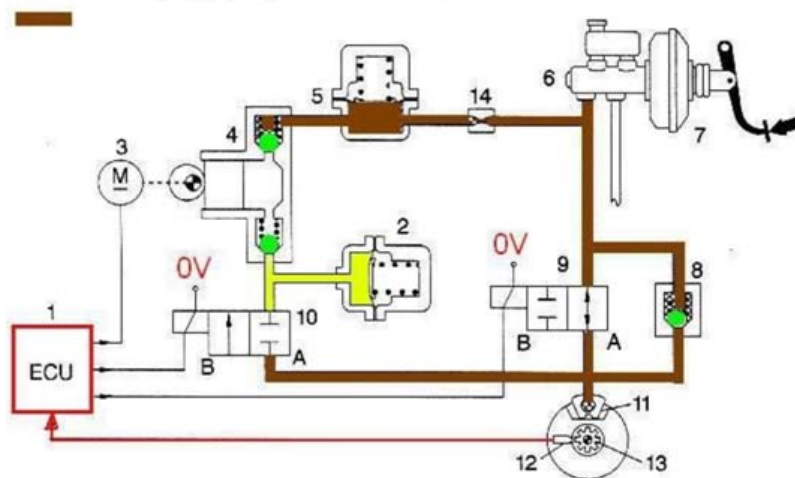


Рис.1.8 – Характеристика фази 2 (нарощування тиску) роботи системи ABS

Водій натискає на педаль і тиск передається на блок управління [16,24]. Положення елементів не змінюється, а тиск у гальмівній системі залежить лише від тиску на педаль гальма. Блок управління аналізує сигнали датчиків швидкості колеса, щоб виявити занадто великий момент ковзання.

Фаза 3 - підтримка тиску.

Блок управління виявляє суттєве зниження швидкості колеса. В даній ситуації спрацьовує впускний електромагнітний клапан, відключаючи гальмівний циліндр колеса від головного циліндра. Незважаючи на продовження натискання на педаль гальма, тиск у решті системи зростає, а тиск у циліндрі не збільшується [23].

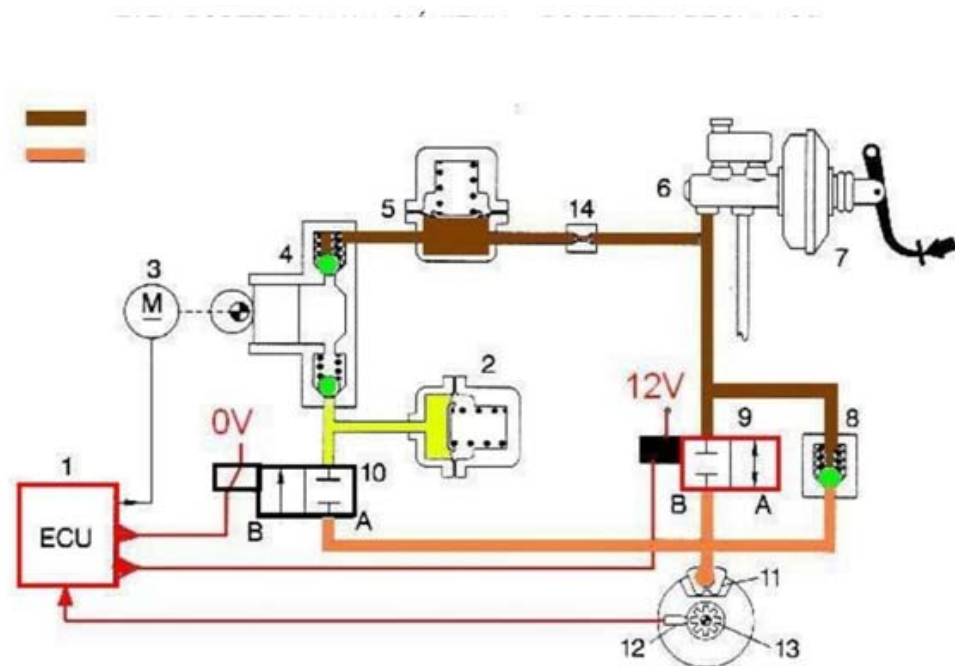
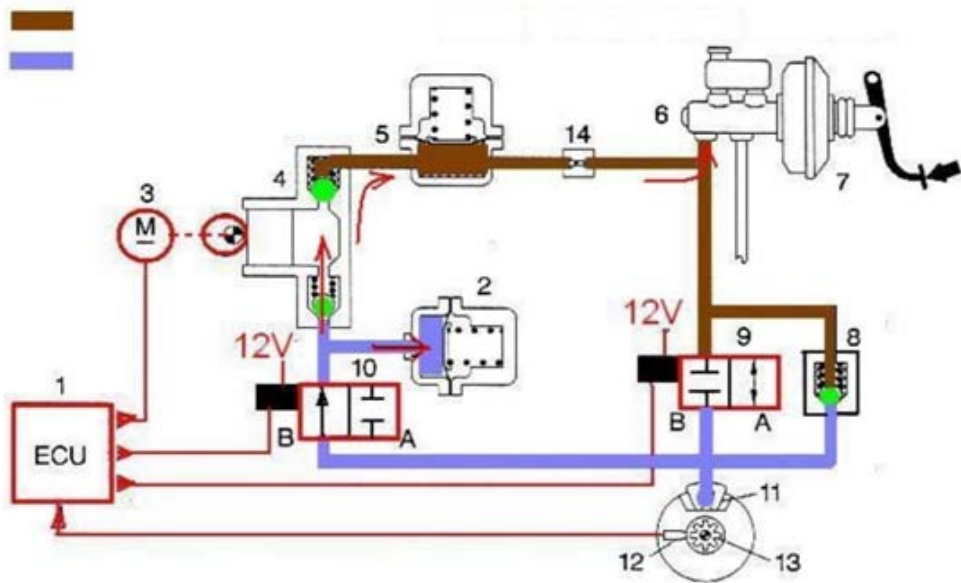


Рис.1.9 – Характеристика фази 3 (підтримки тиску) роботи системи ABS

Фаза 4 - зниження тиску (рис.1.9). Для запобігання подальшого зниження швидкості колеса і, як наслідок, його блокування, блок

управління керує вихідним клапаном і одночасно запускає насос гідравлічного агрегату [3,11]. Оскільки водій постійно натискає на педаль гальма і в системі є створений головним циліндром тиск, то гальмівна рідина не може витікати з циліндра. Насос перекачує її назад у резервуар через головний циліндр. У цій фазі водій відчуває вібрації на педалі гальма, оскільки тиск, що створюється агрегатом насоса, більший, ніж тиск, що створюється головним циліндром. Це змушує насос **перевернути** секцію розвантаження. Пульсаційні демпфери застосовуються для зменшення піків



тиску гідравлічної рідини, які можуть порушити систему та призвести до її пошкодження.

Рис.1.10 – Характеристика фази 4 (зниження тиску) роботи системи ABS

Вищезазначені фази слідують одна за одною до тих пір, поки транспортний засіб не зупиниться, або поки водій не зніме ногу з педалі гальма. Цей процес здійснюється для кожного колеса окремо [3,10,11].

Наведені фази роботи свідчать про достатню складність гальмівної системи автомобіля з ABS. Для кращого вивчення її конструктивних особливостей, принципом функціонування, методами комп'ютерної діагностики доцільним є виготовлення демонстраційно-навчальних стендів. Крім цього, вони уможливають симулювати несправності та помилки, які виникають під час гальмування, досліджувати електричні сигнали давачів швидкості коліс тощо.

3.2. Дослідження електричних сигналів давачів швидкості обертання коліс

Розроблений демонстраційно-навчальний стенд дозволяє проводити комп'ютерну діагностику гальмівної системи з ABS, досліджувати електричні сигнали давачів швидкості коліс, симулювати несправності системи, а також досліджувати зміну тиску у гальмівних механізмах залежно від процесу гальмування.

Для проведення електричних вимірювань індуктивних давачів використовувались роз'єми на блоці керування ABS. Їх проводять як за допомогою мультиметра, так і осцилографа.

Використання осцилографа є доцільнішим з точки зору наочності сигналів давачів та можливостей подальшого їх аналізу.

Під час дослідження електричних сигналів давачів швидкості обертання коліс демонстраційно-навчального стенду використовувався цифровий USB осцилограф HANTEK 1008B (рис.3.1).

Рис. Цифровий осцилограф HANTEK 1008B

Даний осцилограф було під'єднано до стенду (рис....). і використано для проведення дослідження форми електричних сигналів, отриманих із давачів швидкості обертання коліс,

Рис. Підключення осцилографа HANTEK 1008В до стенду гальмівної системи автомобіля

В процесі виконання досліджень з використанням осцилографа HANTEK 1008В вивчали форму сигналів від індукційних давачів. Для цього використовувався один або два його вхідних канали.

На рис. 3.1, 3.2, 3.3 показано форму сигналу індуктивного сенсора при різних швидкостях обертання колеса.

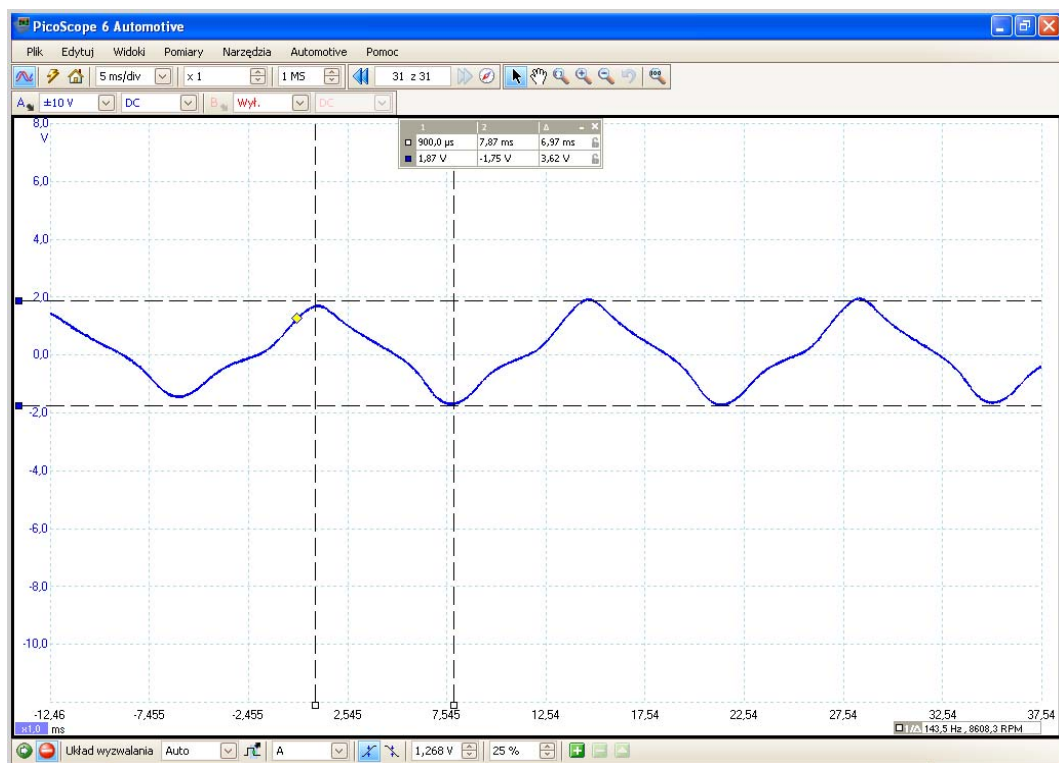


Рис. 3.1 Форма сигналу давача швидкості колеса при низькій швидкості його обертання (частота сигналу - близько 72 Гц)

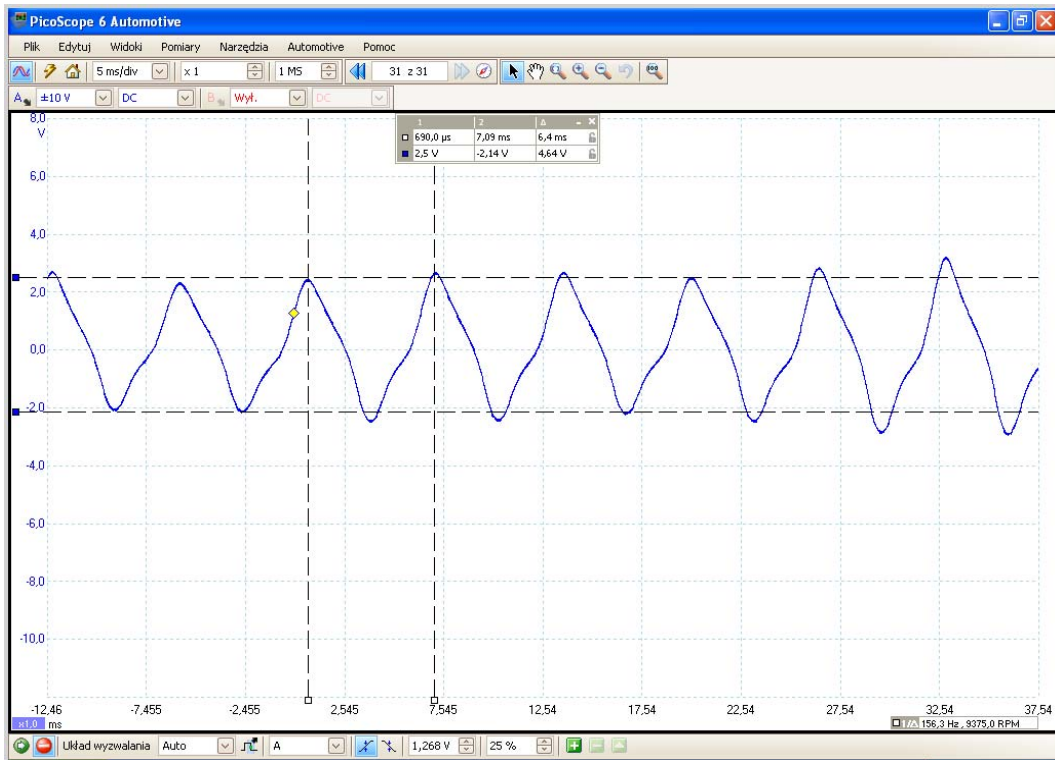


Рис. 3.2 Форма сигналу датчика швидкості колеса при середній швидкості його обертання (частота сигналу - близько 197 Гц)

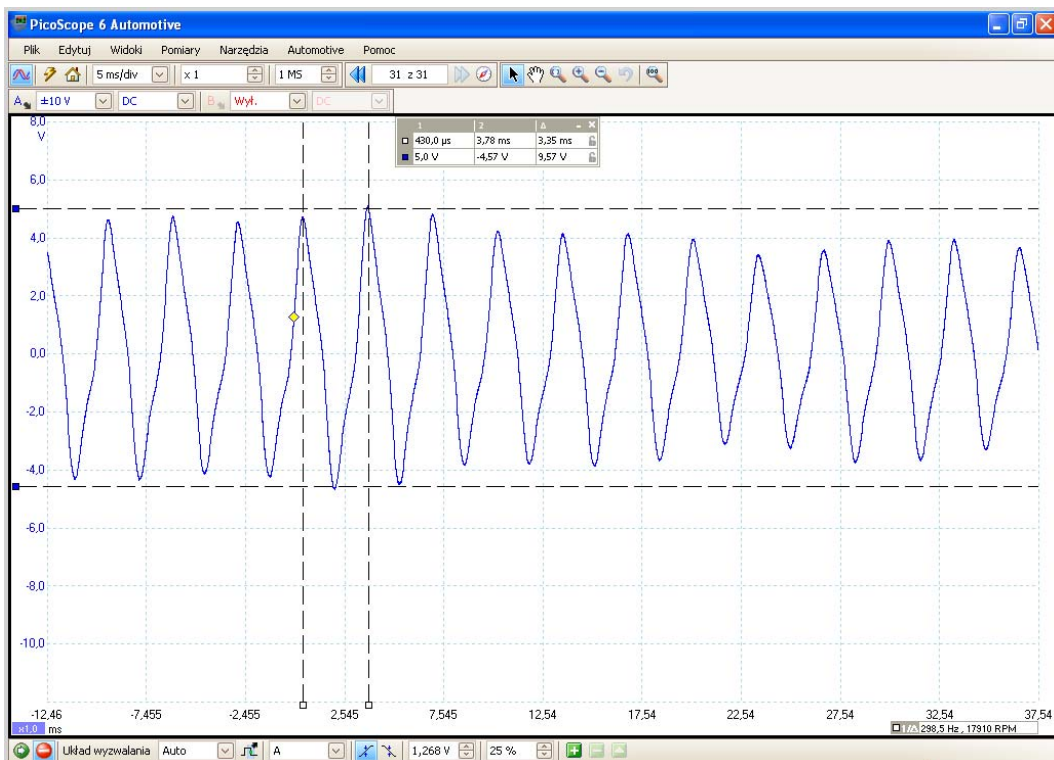


Рис. 3.3 Форма сигналу датчика швидкості колеса при низькій швидкості його обертання (частота сигналу - близько 298 Гц)

З отриманих осцилограм видно, що зі збільшенням швидкості руху автомобіля частота збільшується. Поряд із цим спостерігаємо збільшення амплітуди сигналу, що є характерним для датчиків індуктивного типу.

На рис. 3.4, 3.5, 3.6 показані залежності амплітуди вихідного сигналу на індуктивному датчі від величини зазору між датчем та інформаційним диском.

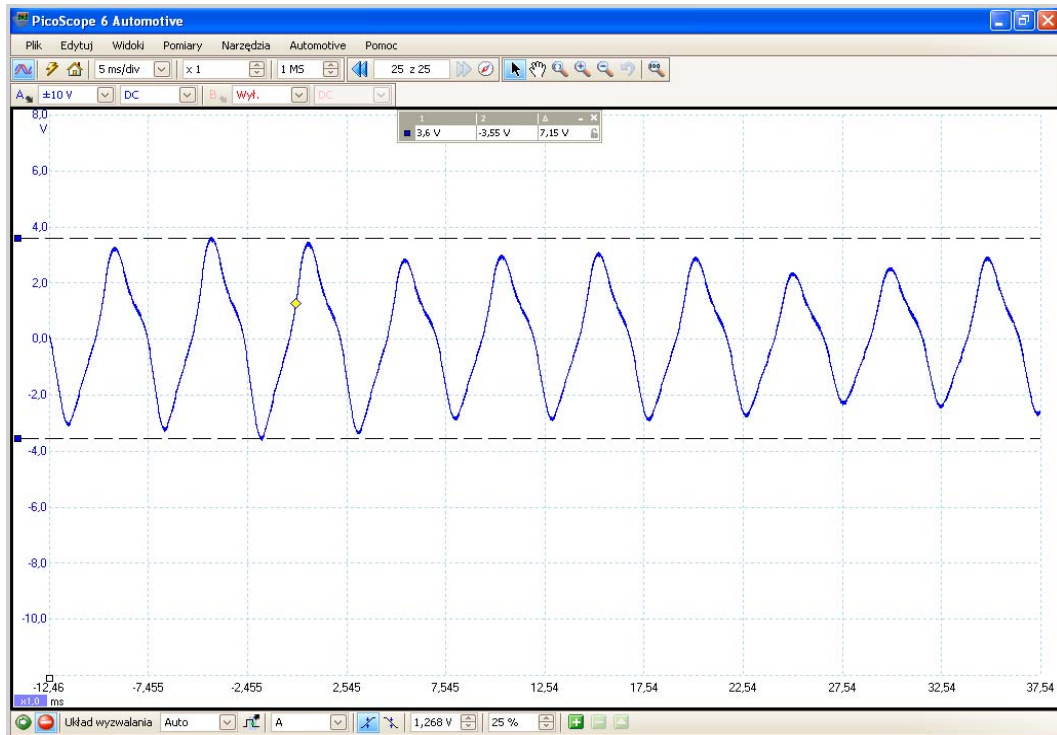


Рис. 3.4 Форма сигналу напруги датча для зазору 1 мм, розмах сигналу становить 7В

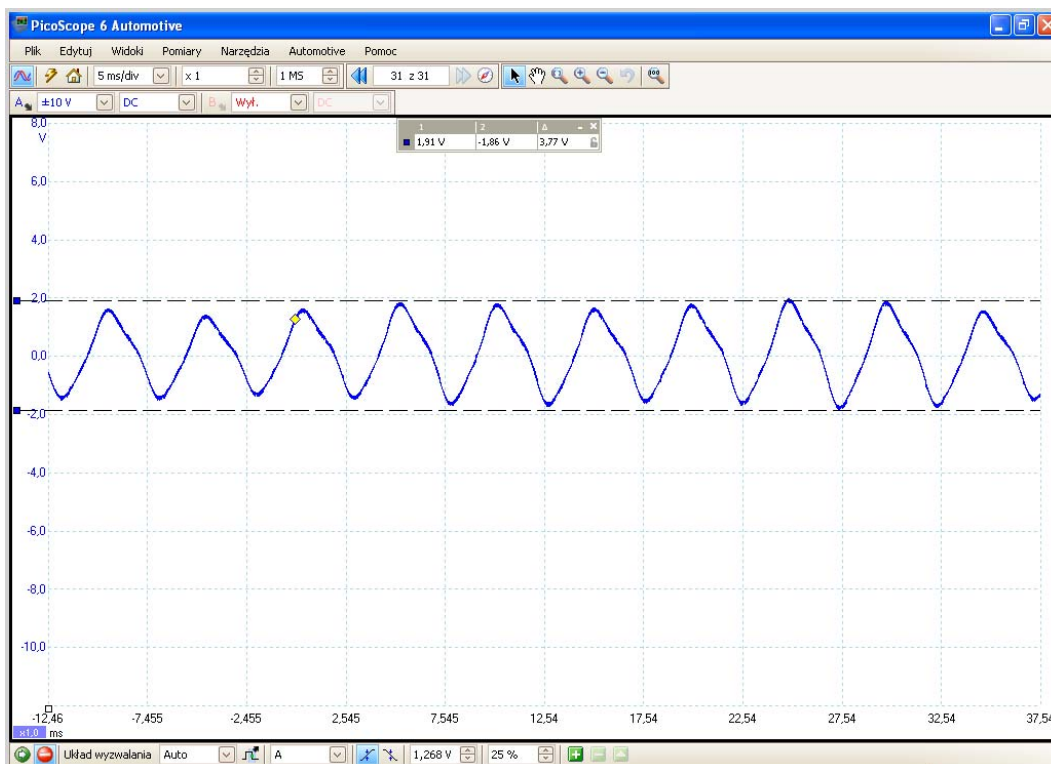


Рис. 3.5 Форма сигналу напруги давача для зазору 1,5 мм, розмах сигналу становить 4В

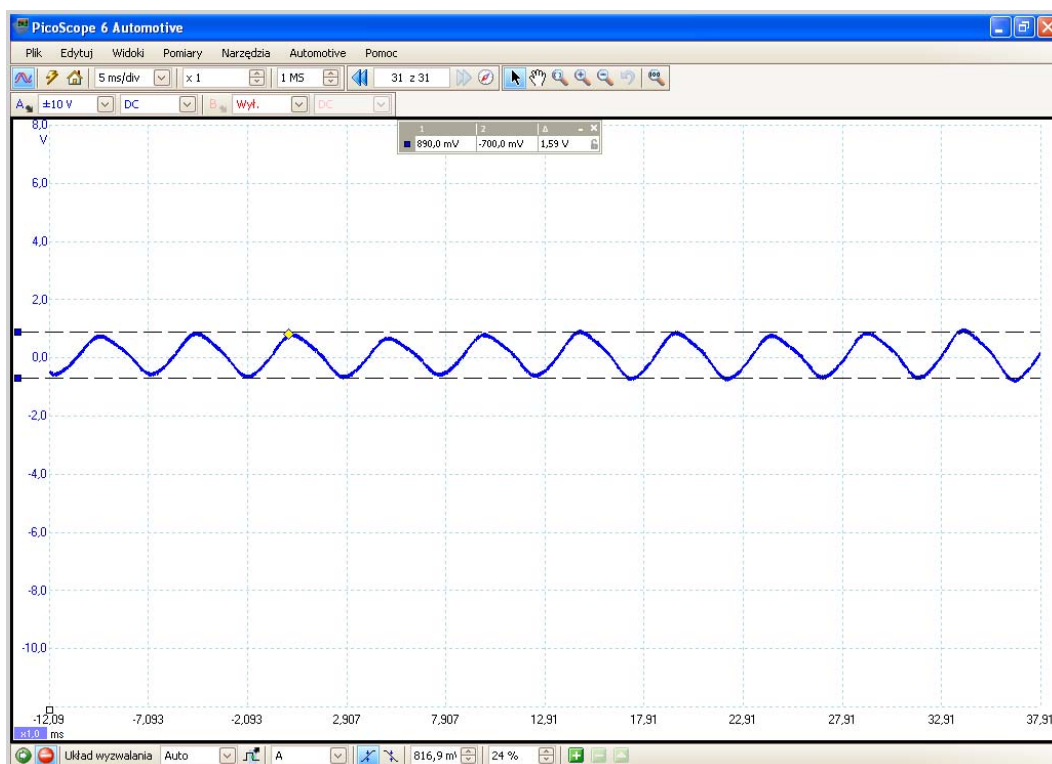


Рис.3.6 Форма сигналу напруги давача для зазору 2 мм, розмах сигналу становить 1,5V

В даному випадку спостерігаємо залежність амплітуди вихідного сигналу від повітряного зазору між давачем та інформаційним диском. При збільшенні повітряного зазору амплітуда сигналу знижується внаслідок послаблення магнітного поля, що діє між давачем та інформаційним диском.

На рис. 3.7 зображено форму сигналу із двох давачів швидкості обертання коліс. Як видно за формою сигналів їх частоти співпадають, що свідчить про однакову швидкість обертання коліс, проте амплітуди сигналів суттєво відрізняються. Така ситуація має місце тоді, коли один із давачів має занадто великий повітряний зазор (в даному випадку давач, сигнал із якого приходить на 2-ий канал осцилографа). Поряд із цим видно спотворення сигналу швидкості колеса. В цьому випадку блок керування зареєстрував похибку за сигналом швидкості із сенсора.



Рис. 3.7 Сигнал із двох сенсорів швидкості обертання колеса із різними повітряними зазорами.

Розроблений демонстраційно-навчальний стенд дозволяє проводити комп'ютерну діагностику гальмівної системи, досліджувати електричні сигнали із давачів швидкості обертання коліс та симулювати несправності в даній системі.

4. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ СТЕНДУ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

В процесі проектування та виробництва демонстраційно-навчального стенду гальмівної системи автомобіля, обладнаної ABS, важливим питанням є розрахунок собівартості його виготовлення. Даний поузник можна розрахувати за формулою:

$$C = Z_{од} + B_c + E_c + B_{рем} + B_{вд} + B_{ину} + A_{обу} + B_n + B_{пру}, \quad (4.1)$$

де $Z_{од}$ – заробітна плата основна і додаткова, грн.;

B_c – відчислення до фонду соцстраху, а також в інші фонди (приймається як 38% від $Z_{од}$);

E_c – витрати на електроенергію та інші види енергії;

$B_{рем}$ – витрати на обслуговування і ремонт використовуваного обладнання;

$B_{вд}$ – витрати на змінні, а також інші допоміжні матеріали;

$B_{ину}$ – витрати на експлуатацію ріжучого та іншого інструменту;

$A_{обу}$ – амортизація універсального обладнання у відсотках;

B_n – витрати на догляд за приміщеннями і витрати на них;

$B_{пру}$ – витрати на використання спеціальних пристосувань.

Здійснивши розрахунок за кожною статтею та врахувавши ціну покупних деталей було визначено ціну лабораторного стенду гідропідсилювача керма автомобіля (табл.).

Таблиця – Статті витрат та ціна стенду гальмівної системи з ABS

Статті витрат	Ціна, грн
Змінні витрати	
Заробітна плата	779,3
Відрахування до соцстраху	296,134
Електрична енергія	6,82
Ремонт	0,22
Допоміжні матеріали	6,375
Експлуатація універсального ріжучого інструменту	0,005
Експлуатація універсального оснащення	0,088
Амортизація універсального обладнання	1,58
Експлуатація приміщення	0,91
Всього	1091,43
Покупні деталі	
Гальмівна педаль	1600
Корпус кріплення гальмівної педалі	800
Вакуумний підсилювач	2000
Головний гальмівний циліндр	1200
Блок управління ABS	2300
Вимикач стоп сигналу	100
Передні гальмівні диски, 2шт	2000
Передні супорта, 2шт	2800
Гальмівні колодки, 4шт	800
Датчики швидкості передніх коліс, 2шт	2000
Гальмівні трубопроводи і шланги, наконечники	950
Передні колеса з дисками, 2шт	2000
Вакуумний насос	1600
Електродвигун	2000
Приводний ремінь	300
Рама стенда	2000
Гальмівна рідина	100
Бачок для рідини	200
опорні колеса (4 шт)	600
Всього	25350
Ціна стенду	26441,43

Беручи до уваги відображені в табл. 4.1 дані можна зробити висновок, що ціна запропонованого і виготовленого стенду системи гальм автомобіля Volkswagen B5 становить 26441, 43 гривень.

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: **«Розробка та інсталяція лабораторного стенду для комп'ютерної діагностики гальмівної системи автомобіля»**

В роботі надано характеристику конструкціям гальмівних систем автомобілів. Доведено доцільність та ефективність їх обладнання системою ABS.

Для кращого вивчення конструкції і принципів роботи, умов функціонування, правил технічного обслуговування, проведення комп'ютерної діагностики запропоновано розробку лабораторного стенду гальмівної системи автомобіля марки Volkswagen B5.

В процесі виконання роботи розроблено конструкцію і виготовлено конструкцію рами стенду, яка є його основною складовою одиницею. Проведений її розрахунок свідчить про достатній коефіцієнт запасу міцності та можливість витримувати прикладені до неї навантаження.

На запропонованій рамі було розміщено всі складові гальмівної системи з ABS, що дозволило повністю відобразити її конструктивні особливості, сконструйовано привод коліс і проведено інсталяцію виготовленого стенду. В результаті цього було підтверджено його роботоздатність та можливість проведення лабораторних досліджень.

Розроблено методику комп'ютерної діагностики, проведено її апробацію та здійснено перевірку технічного стану основних елементів гальмівної системи автомобіля Volkswagen B5, встановлених на розробленому стенді.

Встановлено, що стенд є корисними для використання в навчальному процесі студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» під час вивчення дисциплін «Автомобілі», «Комп'ютерна діагностика автомобілів».

Визначено основні статті витрат та розраховано вартість виготовленого лабораторного стенду гальмівної системи автомобіля.