

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення процесу технічного обслуговування
систем кондиціонування автомобілів сімейства WAG»**

Виконав: студент групи Ат-41

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Любомир ГОЛОВЧАНСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 629.4.048.3

Головчанський Любомир Олегович. Удосконалення процесу технічного обслуговування систем кондиціонування автомобілів сімейства WAG. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2023. 78 с.

Табл. 4; рис. 16; бібліогр. джерел 27.

У роботі проведено аналіз систем безпеки та комфорту транспортних засобів, які впливають на здоров'я та концентрацію водіїв. Встановлено, що комфортною для водія є температура 20...23 град за вологості повітря в салоні близько 60...70%. Для підтримання відповідного мікроклімату в салоні автомобіля використовують системи кондиціонування, що працюють за циклом Карно й використовують фізичні властивості газів та їх сумішей.

Наведено способи діагностики та перевірки системи кондиціонування, їх основні несправності. Проведено випробування автомобіля на довжині вибігу 1 км, початковий тиск фреону в системі кондиціонування становив приблизно 1,25 Бар та 2,0 Бар, температура повітря в салоні автомобіля в обох випадках становила 18 °С. За тиску фреону в системі кондиціонування 1,25 Бар, споживана потужність становила 4,479 кВт, а середня витрата палива – 6,82 л/100 км. За тиску фреону в системі кондиціонування 2,0 Бар, споживана потужність зменшилась до 4,297 кВт, при цьому середня витрата палива знизилась до 6,25 л/100 км.

Проведено розрахунок витрат пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом рухомого складу та економічну ефективність пропонуваніх рішень. Ефективність капітальних вкладень становить 20 %, загальна рентабельність становить 20,95%, фондоозброєність праці 35351 грн.\люд, а строк окупності – 5 років.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	
СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	10
1.1 Аналіз основних систем безпеки автомобілів.....	10
1.2 Вплив шуму та вібрації автомобіля на водія.....	16
1.3 Мікроклімат в автомобілі та його вплив на водія.....	19
1.4 Будова типової системи кондиціонування автомобілів.....	21
Висновки за розділом.....	24
РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Розрахунок річної виробничої програми автомобільного парку підприємства.....	26
2.2 Обґрунтування технічної готовності та експлуатації автомобілів.....	31
2.3 Розрахунок кількості робітників для виконання запланованого обсягу робіт по підприємству.....	35
Висновки за розділом.....	36
РОЗДІЛ 3	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	37
3.1 Методика діагностики системи кондиціонування.....	37
3.2 Випробування системи кондиціонування під час вибігу автомобіля.....	40
Висновки за розділом.....	45
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
4.1 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.....	46
4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації абразивних кругів....	49
4.3 Розрахунок витяжної вентиляції для дільниці.....	50

Висновки за розділом.....	55
РОЗДІЛ 5	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	56
5.1 Розрахунок витрат на експлуатаційні матеріали, технічне обслуговування і ремонт рухомого складу.....	56
5.2 Витрати на ТО і ПР рухомого складу.....	58
5.3 Оцінка вартості основних фондів і величини амортизаційних відрахувань.....	59
5.4 Розрахунок економічної ефективності проекту.....	60
Висновки за розділом.....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

В останні десятиліття вчені провели багато досліджень теплового комфорту в транспортних засобах та систем безпеки. Наприклад, оглядовість, тепловий комфорт, вплив автомобільної системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, ергономіка сидінь, подушки безпеки, також вплив інших автомобільних факторів. Причиною цього є надзвичайна концентрація теплового середовища та комфорту транспортного засобу через його значення для життя й здоров'я людини. Без систем кліматизації пасажирів не можуть витримати жарке літо чи морозну зиму, особливо маленькі діти і люди похилого віку або людей, які мають певні захворювання, адже їх стан дуже ризикований спекотним літом, коли автомобіль не кондиціонований і всередині температура може перевищувати 90 градусів.

За несприятливих впливів на водія сталося багато аварій, що підкреслює той факт, що теплове середовище має бути добре спроектованим і кондиціонування має важливе значення. З іншого боку, деякі правила встановлені для забезпечення енергозбереження та скорочення викидів, наприклад, у системах кондиціонування повітря при температурі нижче 12 градусів або вище 28 градусів. Таким чином дослідження теплового комфорту не тільки сприяє кращому тепловому мікроклімату, але й покращує контроль теплового середовища, тим самим зменшуючи споживання палива.

Тепловий комфорт – теплове відчуття людини навколишнього середовища, яке виражають рівень задоволеності тепловим впливом. Тепловий комфорт в автомобілях високо цінується як один із найважливіших факторів, не лише як комфортне теплове відчуття, а як хороший фізичний стан, покращення уваги та концентрації [1], [6], [8], [9].

Дослідники провели численні дослідження для оптимізації системи кліматизації. На сьогодні основна стандартна система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря вже встановлена у понад 85% нових транспортних засобів, що можуть задовільнити вимоги теплового комфорту більшості пасажирів.

Однак деякі приховані проблеми все ще існують і їх ще потрібно вирішити, наприклад погана якість повітря, місцевий температурний дискомфорт і цвіль, запах тощо.

Температура повітря - це середня температура повітря, що оточує тіло, проте в неоднорідному середовищі існує різниця між температурою поверхні і температурою теплового випромінювання, тому датчики температури використовуються для вимірювання та рекомендовані значення повинні знаходитися між значенням температури повітря та значенням середньої радіаційної температури. Крім того, датчик повинен бути якомога меншим, уникаючи теплового впливу випромінювання [15], [17].

Температурна зона повітря всередині транспортних засобів є неоднорідною через дію повітря системи кондиціонування та дуже малий простір, де легше впливати на температуру повітря шляхом теплообміну. Це термічне розшарування, що призводить до того, температури повітря на рівні голови є вищою ніж на рівні щиколотки, може викликати температурний дискомфорт. Стандарт ASHRAE 55 рекомендує, щоб різниця не перевищувала 3°C [17].

Іншим вагомим фактором є швидкість повітря - визначається як швидкість руху повітря в певній точці, незалежно від напрямку та регламентується стандартом ASHRAE 55 [17]. Швидкість повітря всередині транспортного засобу залежить від багатьох факторів. Потік повітря з системи кондиціонування збільшує швидкість повітря. Конвективному теплообміну також сприяє швидкість повітря і фізична активність людини. Людське тіло дуже чутливе до руху повітря, особливо шия та голова. Занадто великий рух або нерегулярний рух повітря може спричинити місцевий температурний дискомфорт. Таким чином, дуже важливо контролювати швидкість повітря. У транспортному засобі прийнятним значенням швидкості повітря є 0,1...0,4 м/с [1], [6], [15], [17].

В автомобільній промисловості стрімко зростає увага до автономних «самокерованих» транспортних засобів, зростає попит на більш відповідну для них систему безпеки.

Сучасні автомобілі оснащені як мінімум фронтальними подушками безпеки, вони вмонтовані у кермі та панелі приладів. Далі перший ряд оснащений бічними, колінними і дальніми бічними подушками безпеки. Для прикриття водія і пасажирів при бічному зіткненні транспортні засоби постачаються зі шторками та бічними подушками безпеки, встановленими на сидінні. Встановлені шторки безпеки у стелі, з обох сторін, починаючи від стійки кузова й назад до С-стійки. Це гарантує, що як передній, так і задній пасажирів будуть захищені [3], [15], [17].

Протягом останніх років у центрі уваги автомобільних систем безпеки була безпека водія або пасажирів на передніх сидіннях. Однак, автономні транспортні засоби не потребуватимуть водіїв-людей і більше пасажирів хочуть подорожувати на задньому сидінні. Різні місця в автомобілі часто розділяються, залежно від їх розташування в салоні автомобіля. Де передні сидіння називають першим рядом, а задні - другим ряду і так далі. Для оцінки безпеки усіх пасажирів проводять відповідну оцінку та сертифікацію Euro NCAP – це організація, яка проводить випробування транспортних засобів, під час яких кожен автомобіль отримує рейтинг безпеки за п'ятизірковою класифікацією (Euro NCAP, 2018). Це система рейтингу безпеки де клієнт може порівняти безпеку в різних автомобілях [3], [15].

Системи запобігання зіткненням вже використовуються в сучасних автомобілях. Ці системи здатні допомогти водієві, у випадку ситуації, коли порушується увага водія. Системи являють собою комбінацію алгоритмів попередження, адаптивної та активної систем. Наприклад, з'їзд зі смуги руху та проїжджої частини, тоді як адаптивні системи фар і круїз-контролю. Активні системи - електронний контроль курсової стійкості та розподіл гальм [4-7], [8], [9].

Іншим фактором впливу на водія є ергономіка — це взаємодія людини та машини, а також те, як використовувати теорії, дані та методи проектування для комфорту людини. Гарне ергономічне положення для сидіння - це збереження нижньої частини спини в природному положенні, позиція, яка зберігає той самий профіль нижньої частини спини під час вертикального стояння. Щоб підвищити зручне, ергономічне положення сидіння, розподіл тиску на людське тіло має велике значення. Цього можна досягти, забезпечивши розподілене сидіння. Що стосується тиску, розподіленого на спинку, то піковий тиск, який досягається в поперековому відділі сприймається як комфортніший. Проте спинка зі збільшеною поперековою підтримкою може бути незручним у довгостроковому використанні. Щоб досягти гарного ергономічного положення сидіння, кут α між сидінням і спинкою має становити 100-110 градусів [17].

Системи безпеки транспортних засобів є одними із найбільш досліджуваних напрямів автомобільної промисловості, в якому подушки безпеки та ремені безпеки, значно підвищили безпеку людей. Ремінь безпеки, призначений для фіксації пасажира в сидінні автомобіля. Під час зіткнення, ремінь безпеки знижує ризик серйозних травм на 60-70 відсотків і летальних випадків на 45 відсотків. Значним проривом була розробка триточкового ремня безпеки, фіксує як верхню, так і нижню частину тіла [9], [15], [16].

Станом на сьогодні провідні інженери працюють над подальшим удосконаленням ергономіки, комфорту та безпеки автомобіля.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Аналіз основних систем безпеки автомобілів

Значна кількість ДТП відбувається щороку, мільйони людей отримують травми на протязом року по всьому світу (ASIRT 2018). Тому виробниками розглядається як наступний важливий крок до безпечного автомобільного транспорту - розробка автономних транспортних засобів. Згідно ідеєю, менша участь людини призведе до загального зменшення ДТП тощо, основна маса яких спричинена недбалістю водіїв. Підвищення безпеки перевезень автомобільним транспортом є найвагомим фактором, який виправдовує впровадження безпілотних автомобілів [3-9], [16], [17].

Передбачається розвиток автоматизованих систем безпеки, що надають можливості щоб допомогти водіям і попередити їх, наприклад, попередження про зміну смуги руху, помічник паркування чи заднього ходу, щоб дозволити водієві знати про автомобілі та перешкоди, автоматичне гальмування або уповільнення автомобіля, щоб уникнути зіткнення з автомобілем або якийсь інший об'єкт поєднувати високотехнологічні автомобільні датчики, такі як камери.

До теперішнього часу існує п'ять епох розвитку систем безпеки, що стосуються автотранспортних засобів. Перша ера почалася з 1950 по 2000 рік, коли було введено кілька функцій, як круїз-контроль, ремені безпеки та антиблокування гальма. Друга ера з 2000 по 2010 роки принесла більш просунуті функції безпеки в транспортні засоби, як електронний контроль стійкості, виявлення сліпих зон, попередження про лобове зіткнення та вихід зі смуги руху. Третя ера між 2010 і 2016 роками забезпечила впровадження такі передові функції допомоги водієві, такі як відеосистеми заднього виду, автоматичне екстрене гальмування, автоматичне екстрене гальмування при появі пішоходів, попередження про перехресний рух позаду та допомога у центруванні смуги руху. Починається четверта ера з 2016 року, коли частково вводяться автоматизовані функції безпеки в автомобілі, які включають допомогу в утриманні в смузі, адаптивний круїз-контроль, допомогу в заторах

і самостійне паркування. П'ята ера триватиме з 2025 року, протягом цього часу очікується, що автомобілями керуватимуть без допомоги людини з розробкою інфраструктури для підтримки повністю автоматизованого водіння.

Автономне водіння є надзвичайно важливою темою в автомобільній промисловості в наші дні. Автомобільні компанії працюють і випробовують цю технологію з метою отримати перевагу в автомобільному ринку майбутнього. Однак в цьому секторі існує гостра потреба в обслуговуванні звичайних транспортних засобів та зробити їх достатньо безпечними та

к
о
Зараз в автомобілях активно розвиваються два напрями підвищення стандартів безпеки, а саме активна та пасивна. Під активною безпекою розуміються всі заходи та механізми безпеки, спрямовані на те, щоб уникнути аварії. З іншого боку, пасивна безпека включає в себе вбудовані в автомобіль технічні прийоми та засоби, які спрацьовують у разі фактичної аварії [4-8].

т
Таким чином, безпечний автомобіль можна визначити як такий, який новодиться передбачувано та є надійним у керуванні, а також захищає пасажирів у разі несприятливої події. Кількість функцій безпеки може сильно відрізнятись в різних автомобілях залежно від позиціонування на ринку та ціни.

[
Активна безпека складається з функцій, які спрямовані на те, щоб зробити транспортний засіб передбачуваним у своїх рухах і зручним для водія, щоб можна було взагалі уникнути нещасних випадків. Хороша система активної безпеки розроблена на більш фундаментальному рівні.

Конструкція та дизайн стосується не лише форми та естетики, які надають візуальної привабливості, а й різних інженерних рішень. Конструкція транспортного засобу відіграє дві різні ролі в системах активної та пасивної безпеки. У минулому автомобілі виготовлялися на платформі «кузов-на-рамі», яка забезпечувала високі навантажувальні можливості, але мало робила з точки зору стабільності руху та захисту. Розробка сучасного монококового шасі призвела до набагато стабільнішої та безпечнішої архітектури. Нижчий

центр ваги забезпечує стабільнішу їзду, особливо на поворотах і на високих швидкостях, порівняно з автомобілем з вищим центром ваги. Імовірність перекидання транспортного засобу значно зменшується завдяки зниженню центру ваги. У автомобілях з високим сидінням у шасі встановлюються стабілізатори поперечної стійкості, щоб зменшити прогин шасі, що сприяє крену кузова.

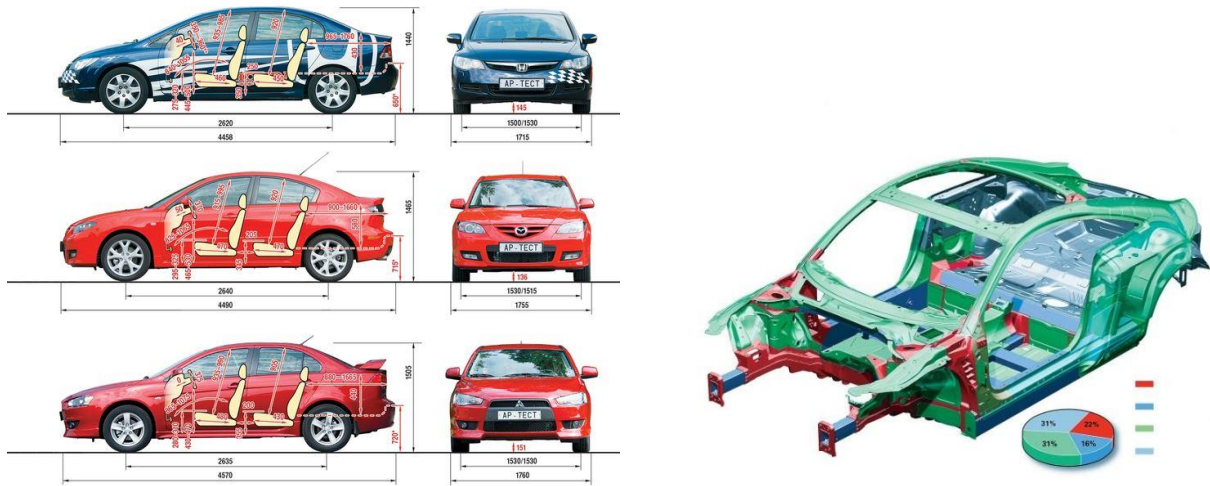


Рисунок 1.1 – Монококова конструкція кузова

Менша колісна база зменшує радіус повороту автомобіля (для довідки, маленький хетчбек може розвертатися набагато швидше великого седана). Це, у свою чергу, полегшує виконання маневрів та ухилення [3], [12-16].

Важкий транспортний засіб діє на землю з більшою силою, тим самим створюючи більше тертя. Це сприяє кращому зчепленню та запобігає втраті зчеплення автомобіля. Крім загальної ваги, важливу роль у керованості автомобіля відіграє розподіл ваги всередині автомобіля. Вищезазначені параметри не є обов'язковими для конструкції транспортного засобу, оскільки транспортні засоби значно відрізняються за формою, розміром, функціями та застосуванням. Транспортні засоби з більшою вантажопідйомністю можуть мати рамне шасі та вищий центр ваги.

У безпечному транспортному засобі використовується високоякісне обладнання та матеріали, що сприяє міцності конструкції та керованості автомобіля (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Різновиди технологій виготовлення автомобільного скла

Згідно вимоги розташування паливного баку повинно бути таким, щоб будь-який витік був спрямований убік від місця аварії. А саме розміщення бака має бути у найширшій частині кузова й захищено каркасом жорсткості. Аварії часто можуть бути спричинені пожежами або випадковими іскрами, які можуть запалити паливо, експоненціально зменшуючи шанси на виживання за несприятливих обставин (рис. 1.3).

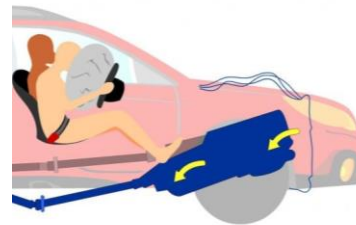


Рисунок 1.3 – Розташування компонентів для безпеки автомобіля

Елементи днища і моторного відсіку зроблені таким чином, щоб під час аварії компоненти трансмісії під переміщуються під кузов, а не вриваються в нього й потрапляють в салон [7-9].

Системи пасивної безпеки в автомобілях - це ті технічні рішення, які спрацьовують у разі непередбачуваної ситуації та спрямовані на забезпечення безпеки пасажирів. Активна безпека в автомобілі стосується тих систем, які допомагають водієві завчасно уникати аварій, а не покладатися на обладнання безпеки. Тому приймаючи рішення про покупку, люди часто можуть купувати певний автомобіль через додаткову комплектацію «функцій» безпеки,

доступних у цьому автомобілі. Активна безпека в транспортному засобі спрямована на уникнення аварій, а не на захист пасажирів від зіткнення під час їх виникнення.

Активна безпека складається з функцій, які спрямовані на те, щоб зробити транспортний засіб передбачуваним під час руху, зручним й зрозумілим для водія, щоб можна було уникнути непередбачуваних випадків. Список електронних систем безпеки, які є в середньому пасажирському транспортному засобі:

Антиблокувальна система гальм (ABS) і електронний розподіл гальмівних зусиль (EBD) працюють разом під час раптового та різкого гальмування, щоб запобігти блокуванню коліс. Зусилля, які активують гальма, потім розподіляються більш рівномірно, щоб уповільнити автомобіль контрольованим чином (рис. 1.4).

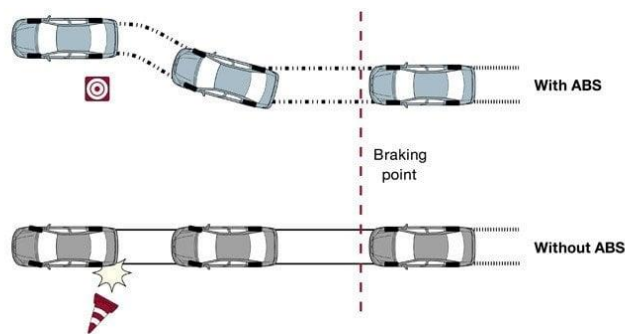


Рисунок 1.4 – Керованість автомобіля під час екстреного гальмування

Система допомоги у сліпих зонах і виїзді зі смуги руху (рис. 1.5). Допомагає при виїзді чи перелаштуванні зі смуги й може запобігти зіткненню з транспортними засобами, особливо тих, які наближаються ззаду на високій швидкості раптово змінюють смугу руху, малопомітних об'єктів (велосипедів, мотоциклів тощо). Моніторинг сліпих зон попереджає водія, щоб він міг провести необхідні зміни в траєкторії руху і запобігти зіткненню з будь-якими

Серед інших систем: проекційний дисплей проектує важливу інформацію на переднє лобове скло, щоб водієві не довелося відводити погляд від дороги, контроль уваги водія та сигналізація аналізу поведінки керма, щоб

визначити рівень втоми водія та запобігти відхиленню транспортних засобів від курсу; системи контролю тиску в шинах; адаптивний круїз-контроль враховує швидкість транспортних засобів, що рухаються попереду і уповільнює автомобіль без втручання водія, залежно від відстані між двома автомобілями; контроль тяги виявляє вільне обертання коліс і перерозподіляють потужність від карданного валу, щоб запобігти.

Під час зіткнення чи екстреного гальмування відбувається масивна передача імпульсу, що супроводжується швидким уповільненням. Це може призвести до того, що пасажирі раптово нахилиться вперед або назад на надзвичайно високих швидкостях і так само швидко зупиняться. У результаті різні частини та внутрішні органи тіла прискорюються з різною швидкістю, спричиняючи травми в екстремальних ситуаціях. Для цього в автомобілях використовуються подушки безпеки, які монтують в багатьох місцях автомобіля і надуваються майже миттєво під час зіткнення (рис. 1.5).

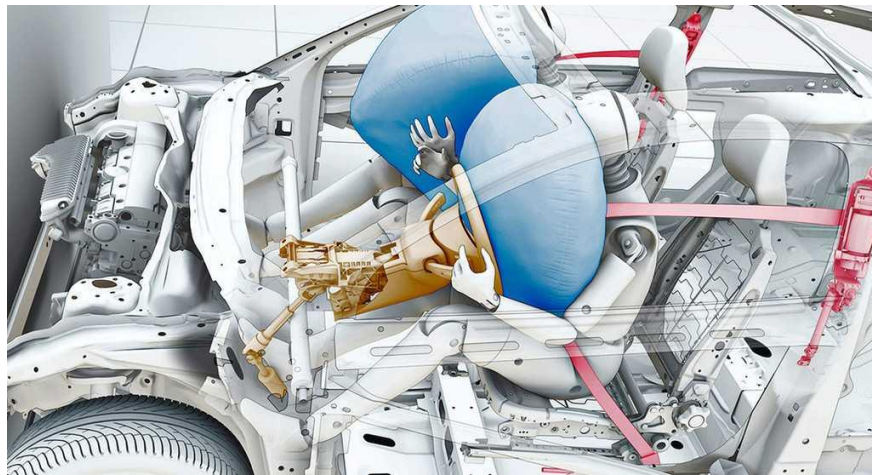


Рисунок 1.5 – Робота подушок безпеки автомобіля

Подушка безпеки - це амортизаційний мішок, який майже миттєво роздувається під час удару, щоб перехопити частину тіла людини, спрямовану на нього. Під час перехоплення подушка безпеки стискається, щоб поглинути більшу частину удару, а потім повільно спускається, щоб поступово уповільнити тіло.

У комерційних автомобілях також використовуються вантажні бар'єри, які не дозволяють багажу пересуватися вперед і вдарити пасажирів ззаду.

1.2 Вплив шуму та вібрації автомобіля на водія

Шум і вібрація транспортних засобів є важливими напрямками досліджень в автомобільній промисловості. Адже рівень зовнішнього шуму регулюється законодавством про шумове забруднення довкілля, тоді як внутрішній шум і відчуття вібрації оцінюють самі клієнти. У деяких автомобілях вплив шуму та вібрації здійснює значний вплив на психологічне

а Використання в конструкції автомобіля полегшених металів загалом зменшують загальні габарити автомобіля, його вагу, зменшує викиди та покращує паливну економічність. Однак тонкі полегшені легші компоненти автомобіля не поглинають шум і вібрацію так як більш важкі компоненти, що викликає багато додаткових проблем для інженерів-конструкторів.

и Шум, вібрація та жорсткість мають поєднувати багато якостей та показників для досягнення бажаної продуктивності й автомобіля. Цей енергетичний підхід використовується у процесі проектування автомобіля, тестування з метою рестайлінгу під час експлуатації й виявлення неполадок.

Шум автомобіля визначається як будь-який неприємний або несподіваний звук, що створюється віброючим об'єктом і має наростаючий характер для пасажирів транспортних засобів і навколишнього середовища. Тоді як вібрація визначається як будь-яке небажане циклічне повторення руху предмета вперед-назад або вгору-вниз, вона, тісно пов'язана з надійністю транспортного засобу та його міцністю.

в Загальновідомо, що звук є результатом механічних коливань, які діють у пружному середовищі. Джерело звуку виробляє певну кількість звукової енергії за одиницю часу, з іншого боку, інтенсивність звуку, яка вимірюється в певній точці залежить не тільки від потужності джерела звуку, а відстані від нього та кількості енергії, що поглинається навколишнім середовищем [2]. Тому вкрай важливо оцінити звукоізоляцію та рівень шуму в салоні, особливо динамічного та шуму контакту коліс з дорожнім покриттям, Найчастіше зустрічається:

я

[

- Гул;
- Биття та удари;
- Шум від контакту з дорожнім покриттям;
- Писк гальм.

Дорожній шум виникає через нерівності дороги і через їх жорстку взаємодію та передачу створюваних коливань підвіскою на кузов автомобіля. Тому за певного значення частоти коливань може виникнути резонанс. Дорожній шум найчастіше виникає в діапазоні частот від 40 до 550 Гц [2].

Крім змінних шумів можуть виникати і постійно діючі як, наприклад, шум двигуна внутрішнього згорання. Їх поділяють на наступні категорії:

- тональні фонові шуми (турбонаддуву, генератора, підшипників);
- імпульсні шуми (процес горіння, детонація, робота форсунки);
- аеродинамічні шуми потоків (наприклад, шум потоку всмоктування, вихлопу).

Іншим негативним явищем є вібрації, вони найчастіше виникають через складну структуру і велику кількість обертових компонентів автомобіля. Поява вібрації найчастіше спостерігається через ефект тремтіння кермі, а його причиною зазвичай є погане балансування коліс тощо.

Іншим джерелом шуму та вібрації транспортного засобу є двигун внутрішнього згорання, особливо дизельний з системою старт-стоп чи відключення робочих циклів. Двигун найчастіше кріпиться на гумових чи гідравлічних опорах.

Аналогічна ситуація виникає під час роботи підвіски, адже вона передає коливання з певними параметрами амплітуди та частоти. Наприклад коливання частотою 38...44 Гц спричиняють у пасажирів дискомфорт. Значну шкоду завдають коливання з частотою близькою до резонансних частот роботи (скорочень) певних органів людини (серця тощо).

Параметри вібрації залежить від нерівності дорожнього покриття та величини жорсткості підвіски та її конструктивних особливостей (рис. 1.6).



a)

б)

a) - напівзалежна торсіонна б) – незалежна багатоважільна

Рисунок 1.6 – Типи підвісок автомобіля

Оскільки коливання та вібрації підвіски й кузова автомобіля не вдається погасити остаточно, то їх стараються знизити до певних мінімальних значень без шкоди здоров'ю людини. Рівень вібрації напряму залежить від інтенсивності налаштування підвіски, її стану та нерівностей дорожнього покриття. Частота вібрацій на твердих грантових дорогах частота коливань в середньому становить 12...25 Гц. На асфальтно-бетонних дорогах з фракцією щебеню 2...25 мм частота вібрації становитиме 8...17 Гц на швидкості руху автомобіля близько 50 км [2], [3].

Якщо мікропрофіль поверхні дороги має перепади нерівностей в межах елементів підвіски та пружних властивостей пневматичних шин. За більшого значення перепадів нерівностей в межах 5... і більше мм, шини та підвіска гасять віброколивання лише частково.

1.3 Мікроклімат в автомобілі та його вплив на водія

Водії автомобілів часто пересуваються в агресивних умовах навколишнього середовища (дощ, сніг, пориви вітру, спека чи мороз). Для того щоб нівелювати негативний вплив середовища у автомобілях, тракторах та спецтехніці використовують системи кліматизації (підтримання комфортного

мікроклімату). Основними системами підтримання температурного режиму є конвекційні обігрівачі та системи кондиціонування повітря (AACS).

Звичайні системи кондиціонування повітря мають схожий принцип роботи що й холодильні установки, що працюють за ідеальним зворотний цикл Карно. Цикл холодильної системи складається з чотирьох оборотних термодинамічних процесів, а саме ізотермічне стиснення, ізотермічне відведення тепла, адіабатичне розширення та адіабатичне додавання тепла

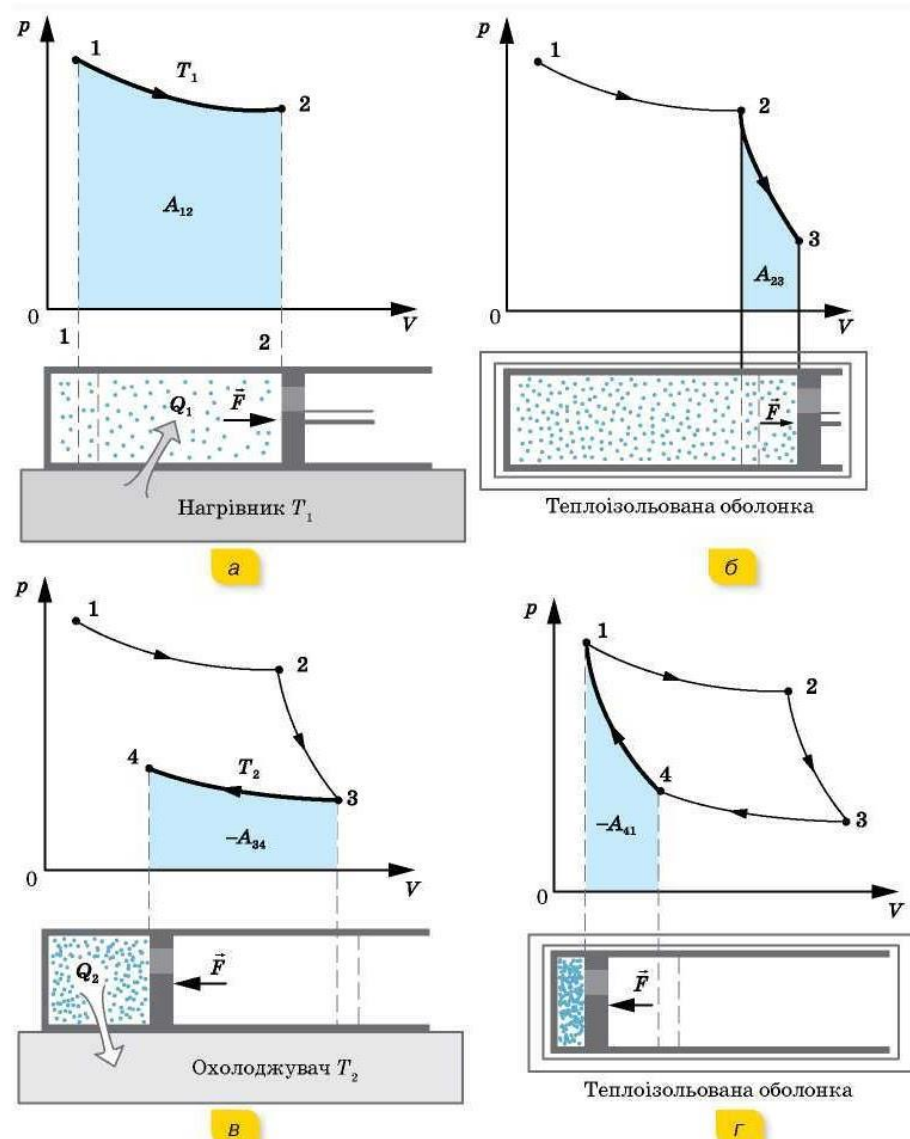


Рисунок 1.7 – Цикл карно для теплових машин

У стаціонарних системах кондиціонування проблема витoku холодоагенту менша, ніж у автомобільних, оскільки її компоненти та сполучні трубопроводи піддаються постійній вібрації, що призводить до

розгерметизації трубопроводів і витоку холодоагенту в атмосферу. В даний час використовувані гідрофторвуглеці мають високий ступінь впливу на процеси глобального потепління [3], [15-17].

В якості енергоносія системи кондиціонування повітря використовують холодоагенти - це чисті речовини або суміші речовин. Використання холодоагентів, почалося ще з «ефірів», тоді як сучасних холодильних системах і системах кондиціонування в основному використовуються холодоагенти, які містять вуглець, водень і галогени, такі як хлор, фтор і бром. Гази, такі як CO₂, охолодження та кондиціонування повітря. До 1986 року хлорфторвуглецеві і гідрохлорфторвуглецеві часто використовувалися як холодоагенти, але їх проблема полягає в тому, що хлор, присутній у фреонах є основною причиною руйнування озонового шару. Після Монреальського протоколу 1987 р фреони марок R11, R22, R113, R114, які спричиняють руйнування озонового шару, були остаточно заборонені. Згодом їх замінили на гідрофторвуглеці (HFC) фреони марок R32, R125, R134a, R143a, R236 і R245 тощо.

1.4 Будова типової системи кондиціонування автомобілів

Автомобільний кондиціонер бере привід від двигуна за допомогою привідного паса допоміжного обладнання. Справна система кондиціонування для зниження температури середовища до певного рівня використовує

Процес охолодження енергоносія є досить простим він полягає у нагнітанні та стисненні газу в механічному компресором з подальшою його конденсацією та зріджуванні в радіаторі системи. Далі зріджений газ подається у розширювальний клапан чи розширювальної декомпресійної трубки. після цього відбувається його різке розширення та випаровування. Різке розширення та випаровування повертає холодоагент назад у газоподібний стан, даний ефект відбувається в розширювальному клапані чи трубці. Від типу розширювального елемента (розширювальний клапан/розширювальна трубка)

система кондиціонування відрізняється способом роботи усієї системи. У розширювальному клапані величина потоку може змінюватись положенням голки (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Схема роботи системи кондиціонування автомобіля

У типовій системі кондиціонування функціонує дві функціональні лінії (HP – high pressure) у ній протікає гарячий холодоагент під значним тиском 14...18 Bar. Гарячий холодоагент під високим тиском проходить через радіатор для відведення значної кількості тепла [2], [17].

Із випарника холодоагент виходить у газоподібному стані під низьким тиском (LP – low pressure). Для випарування можливих включень рідкого холодоагенту у лінії зворотного току встановлюють фільтр-осушувач між випарником та компресором (рис. 1.9).

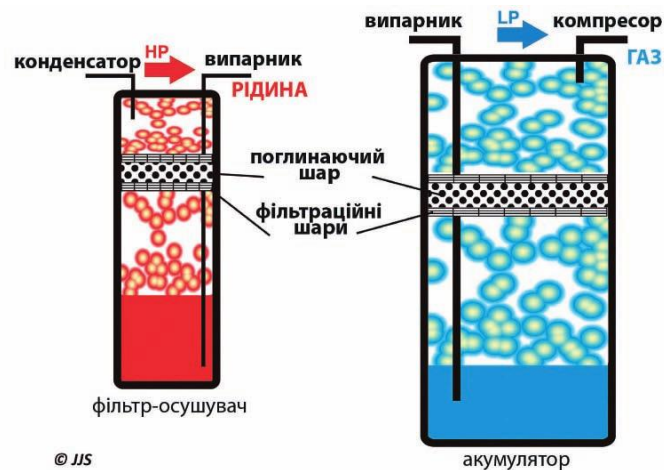


Рисунок 1.9 – Схема роботи фільтра-осушувача

На сьогодні у виробництво впроваджено п'ять основних типів компресорів кондиціонерів:

- Поршневий компресор кондиціонера має найдовшу історію використання та є найбільш поширеними. У такому компресорі поршень стискає повітря, рухаючись вгору і вниз всередині циліндра, а ефект вакууму, створений цим рухом, всмоктує холодоагент (рис. 1.10).

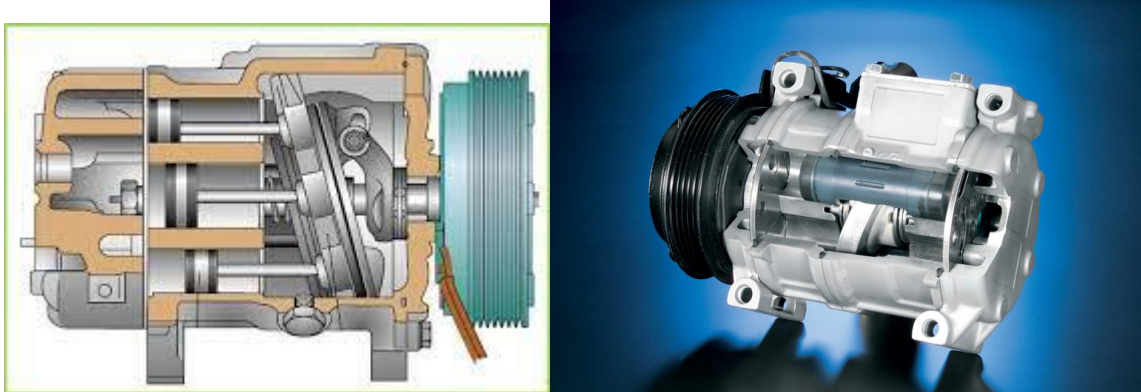


Рисунок 1.10 – Поршневий компресор

- Шнековий компресор кондиціонера;
- Гвинтовий компресор кондиціонера;
- Роторний компресор кондиціонера;
- Відцентровий компресор кондиціонера.

У системі кондиціонування використовують два основні радіатори, де відбувається теплообмін. Зовнішнім виглядом та конструктивно зору конденсатор і випарник (рис. 1.11) схожі між собою.



Рисунок 1.11 – Загальний вигляд конденсатора та випарника

Їх основна різниця це форма та температура роботи. У конденсаторі (розміщується за радіатором системи охолодження ДВЗ) під високим тиском нагрівається та зріджується холодоагент. Конденсатор охолоджується вентилятором радіатора системи охолодження ДВЗ.

Випарник має невеликі розміри й працює під низьким тиском, в ньому циркулює холодний газоподібний холодоагент. Конденсатор розміщується в парі з вентилятором, після ввімкнення якого працює система кондиціонування повітря [17].

Висновки за розділом

1. Проведено аналіз систем безпеки та комфорту транспортних засобів, які одними із найбільш досліджуваних напрямів автомобільної промисловості. Велику увагу приділяють впливу різноманітних сторонніх факторів на здоров'я та концентрацію водіїв. Станом на сьогодні провідні інженери працюють над подальшим удосконаленням ергономіки, комфорту та безпеки автомобіля.

2. Досліджено, що рівень вібрації напряму залежить від інтенсивності руху, налаштування підвіски, її стану та нерівностей дорожнього покриття. Частота вібрацій на твердих ґрунтових дорогах в середньому становить 12...25 Гц. На асфальтно-бетонних дорогах з фракцією щебеню 2...25 мм частота вібрації становитиме 8...17 Гц на швидкості руху автомобіля близько 50 км/год.

Встановлено, що комфортною для водія є температура 20...23 град. за вологості повітря в салоні близько 60...70% Для цього використовують системи кондиціонування, що працюють за циклом Карно й використовують фізичні властивості газів та їх сумішей

У типовій системі кондиціонування функціонує дві функціональні лінії (НР – high pressure) у ній протікає гарячий холодоагент під значним тиском 14...18

Гарячий холодоагент під високим тиском проходить через радіатор для відведення значної кількості тепла. Із випарника холодоагент виходить у газоподібному стані під низьким тиском (LP – low pressure). Для випарування можливих включень рідкого холодоагенту у лінії зворотного току встановлюють фільтр-осушувач між випарником та компресором.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок річної виробничої програми автомобільного парку підприємства

Програма технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів у виробничій програмі підприємства (АТП) описує кількість планованих обслуговувань на день, рік і в один цикл. Виконання цих обслуговувань в повному обсязі забезпечує високу готовність технічного стану транспортного засобу і зменшує необхідність у ремонті. ТО виконується як з видаленням та розбиранням агрегатів і вузлів з автомобіля, так і без них. Деякі вузли знімають з автомобіля для проведення контролю на спеціальних стендах і приладах у випадку, коли неможливо переконатися в їхній повній справності.

Виробнича програма є основою для визначення щорічного обсягу робіт з ТО та ремонту, потрібної кількості робочої сили, вибору методів ТО та ремонту автомобілів і технологічного обладнання для зон та ремонтних ділянок АТП [12-14], [18].

ТО рухомого складу поділяється залежно від періодичності, переліку та складності робіт на наступні категорії:

- Щоденне технічне обслуговування (ЩО)
- Перше технічне обслуговування (ТО-1)
- Друге технічне обслуговування (ТО-2)
- Сезонне обслуговування (СО)
- Поточний ремонт (ПР)

ЩО автомобілів передбачено для загального контролю, забезпечення безпеки руху, належного зовнішнього вигляду, заправлення паливом, мастильними матеріалами, охолоджувальною рідиною, виконання мийних робіт та, у деяких випадках, санітарної обробки кузова. ЩО виконується перед виїздом автомобіля на лінію та після закінчення роботи і повернення в АТП.

Основна мета ТО-1 і ТО-2 для автомобілів полягає виявленні та запобіганні відмов і несправностей шляхом своєчасного проведення контрольних-діагностичних, виявлення зносу деталей і вузлів, кріпильних,

регулювальних, мастильних та інших робіт. ТО повинно забезпечувати безвідмовну роботу транспортних засобів у межах встановлених періодичностей пробігу, включених до обов'язкового переліку операцій ТО-1 і ТО-2 проводяться після визначеного пробігу. Вихідні дані для розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 2.1 [12-14], [18].

Таблиця 2.1 - Вихідні дані виробничої програми

Марки автомобілів	A_i , авт.	$L_{сд.}$, КМ	Умови експлуатації і режим роботи автомобіля		
			$KУЕ$	$Др.$, дні	$Tн.$, год.
VAG-Group	120	250	2	255	12

При розрахунках приймаємо наступні позначення:

A_i – спискова кількість автомобілів на обслуговуванні;

$L_{сд}$ – орієнтовний середньодобовий пробіг автомобілів;

L – пробіг автомобіля до заїзду для ремонту або ТО;

N – кількість операції ТО, ПР рухомого складу за цикл або за рік.

Періодичність ТО-1 і ТО-2 для автомобілів VAG-Group становить:

$$L^H_{ТО-1} = 5000 \text{ (км);}$$

де $L^H_{ТО-1}$ – нормативна періодичність до ТО-1;

$$L^H_{ТО-2} = 20000 \text{ (км);}$$

де $L^H_{ТО-2}$ – нормативна періодичність до ТО-2;

Враховуючи трудомісткість технічних дій і ПР становить:

$$T_{ЩО} = T^H_{ЩО} \cdot K_M; \quad (2.1)$$

де $T_{ЩО}$ – трудомісткість виконання 1-го ЩО;

K_M – коефіцієнт механізації робіт ЩО;

$$K_M = 1 - \frac{M}{100}; \quad (2.2)$$

де M – доля механізованих робіт в ЩО (%);

Приймаємо $M = 35 \%$;

$$K_M = 1 - \frac{35}{100};$$

$$K_m = 0,65 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

$$T_{\text{ЩО}}^n = 0,50 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

де $T_{\text{ЩО}}^n$ – нормативна трудомісткість виконання одного ЩО;

$$T_{\text{ТО-1}}^n = 2,9 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

де $T_{\text{ТО-1}}^n$ – нормативна трудомісткість виконання одного ТО-1;

$$T_{\text{ТО-2}}^n = 11,7 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

де $T_{\text{ТО-2}}^n$ – нормативна трудомісткість виконання одного ТО-2;

$$T_{\text{пр}}^n = 3,2 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

де $T_{\text{пр}}^n$ – питома трудомісткість поточного ремонту;

$$T_{\text{ЩО}} = 0,50 \cdot 0,65 = 0,33 \text{ (люд}\cdot\text{год)};$$

Сезонне обслуговування становить 20% від трудомісткості ТО-2:

$$T_{\text{ЩО}} = 0,2 \cdot T_{\text{ТО-2}}^n;$$

$$T_{\text{ЩО}} = 0,2 \cdot 11,7 = 2,34 \text{ (люд}\cdot\text{год)};$$

Середній пробіг до КР автомобіля становить:

$$L_{\text{КР}}^n = 300000 \text{ (км)};$$

де $L_{\text{КР}}^n$ – нормативний пробіг автомобіля до КР;

Час простою автомобіля в ТО і ремонті становить:

$$D_{\text{ТО ПР}} = 0,2 \text{ днів/1000 км};$$

де $D_{\text{ТО ПР}}$ – час простою автомобіля в ТО і ПР;

$$D_{\text{КР}} = D_{\text{КР}}^n + D_{\delta}; \quad (2.3)$$

де $D_{\text{КР}}^n$ – нормативний час простою автомобіля в КР;

D_{δ} – час доставки автомобіля на АРЗ і назад, днів;

Приймаємо $D_{\text{КР}}^n = 12$ днів;

$$D_{\delta} = 0,2 \cdot D_{\text{КР}}^n; \quad (2.4)$$

$$D_{\delta} = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ (днів)};$$

$$D_{\text{КР}} = 12 + 2,4 = 14,4 \text{ (днів)};$$

Періодичність ТО та ПР можна зменшувати чи збільшувати залежно від умов експлуатації:

$$L_{TO-1} = L_{TO-1} \cdot K; \quad (2.5)$$

де K – коефіцієнт коригування нормативу в залежності від КУЕ ДТЗ;

Приймаємо $K = 0,7$;

$$L_{TO-1} = 5000 \cdot 0,7 = 3500 \text{ (км)};$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-2} \cdot K; \quad (2.6)$$

$$L_{TO-2} = 20000 \cdot 0,7 = 14000 \text{ (км)};$$

$$L_{KP} = L_{KP}^H \cdot K; \quad (2.7)$$

$$L_{KP} = 300000 \cdot 0,7 = 210000 \text{ (км)};$$

Далі проводять корекцію значень періодичності ТО і пробігу до КР у відповідності до середньодобового пробігу ($L_{сд}$):

$$a = \frac{L_{TO-1}}{L_{сд}}; \quad (2.8)$$

$$a = \frac{3500}{250} = 14;$$

Тоді скоректована періодичність ТО-1 у відповідності до пробігу становить [12-14], [18]:

$$L_{TO-1} = L_{сд} \cdot a; \quad (2.9)$$

$$L_{\hat{o}1-1} = 250 \cdot 14 = 3500 \text{ (км)};$$

Аналогічно визначаємо відкориговану періодичність до ТО-2 і пробігу КР;

$$b = \frac{L_{TO-2}}{L_{TO-1}}; \quad (2.10)$$

$$b = \frac{14000}{3500} = 4;$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-1} \cdot b; \quad (2.11)$$

$$L_{TO-2} = 3500 \cdot 4 = 14000 \text{ (км)};$$

$$c = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-2}}}; \quad (2.12)$$

$$c = \frac{210000}{14000} = 15;$$

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{ц}} = L_{\text{ТО-2}} \cdot c; \quad (2.13)$$

де $L_{\text{ц}}$ – відкоригована величина пробігу да капітального ремонту:

$$L_{\text{кр}} = 14000 \cdot 15 = 210000 \text{ км.}$$

Визначаємо кількість ТО за допомогою формул:

$$N_{\text{кр}}^{\text{ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{кр}}}; \quad (2.14)$$

де $L_{\text{ц}}$ – відкоригована величина за цикл;

$L_{\text{кр}}$ – періодичність до КР;

$$N_{\text{кр}}^{\text{ц}} = \frac{210000}{210000} = 1 \text{ (ремонт);}$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО-2}}} - N_{\text{кр}}^{\text{ц}}; \quad (2.15)$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{ц}} = \frac{210000}{14000} - 1 = 14 \text{ (обсл.);}$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{кр}}^{\text{ц}} + N_{\text{ТО-2}}^{\text{ц}}); \quad (2.16)$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{ц}} = \frac{210000}{3500} - (1 + 14) = 45 \text{ (обсл.);}$$

ЩО рекомендується проводити кожного позазмінний час, їх кількість становить:

$$N_{\text{ЩО}}^{\text{ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{сд}}}; \quad (2.17)$$

$$N_{\text{що}^{\text{н}}} = \frac{210000}{250} = 840 \text{ (обсл.)}$$

2.2 Обґрунтування технічної готовності та експлуатації автомобілів

Наступна послідовність передбачає [12-14], [18] визначення коефіцієнтів технічної готовності автомобілів, що розраховується з виразу:

$$\alpha_T = \frac{D_{\text{ец}}}{D_{\text{ец}} + D_{\text{рц}}} ; \quad (2.18)$$

де $D_{\text{ец}}$, $D_{\text{рц}}$ – відповідно кількість днів експлуатації та простою автомобілів за один цикл.

$$D_{\text{ец}} = N_{\text{що}^{\text{н}}} = 840 \text{ (днів)};$$

$$D_{\text{рц}} = D_{\text{кр}} + \frac{D_{\text{то пр}} \cdot L_{\text{ц}}}{1000} \cdot K_{\text{зп}} ; \quad (2.19)$$

$$D_{\text{рц}} = 28.8 + \frac{0.2 \cdot 210000}{1000} \cdot 0.25 = 39.3 \text{ (днів)};$$

$$\alpha_T = \frac{840}{840 + 39.9} = 0,95 ;$$

Далі можемо встановити коефіцієнт використання автомобіля:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{\alpha_T \cdot D_{\text{р}}}{D_{\text{к}}} \cdot K_{\text{зв}} ; \quad (2.20)$$

де $D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів протягом року (приймаємо 255);

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{0,96 \cdot 255}{365} \cdot 0,95 = 0,64 ;$$

Тоді визначається річний пробіг автомобілів для всього підприємства відповідно до обсягу робіт:

$$L_{\text{рп}} = D_{\text{к}} \cdot \alpha_{\text{п}} \cdot L_{\text{сд}} \cdot A_i ; \quad (2.21)$$

де A_i – наявність автомобілів в АТП;

$$L_{PII} = 365 \cdot 0,64 \cdot 250 \cdot 260 = 15184000 \text{ (км)}.$$

Виробничу програму, як правило розраховують на один рік, яка залежить від нормативного значення кількості технічних впливів за кожним із видів ТО. Кожен такий вплив множать на його трудомісткість. Для поточних ремонтів річного пробігу автомобілів кожного класу встановлюють питомі трудомісткості таких операцій. Тоді коефіцієнт переходу від циклів технічного обслуговування до поточних ремонтів протягом року визначають:

$$\eta_P = \frac{365 \cdot \alpha_{II}}{\text{Дец}}; \quad (2.22)$$

$$\eta_P = \frac{365 \cdot 0,64}{840} = 0,28.$$

Після цього необхідно встановити кількість капітальних ремонтів протягом року:

$$N^P_{KP} = N^{II}_{KP} \cdot \eta \cdot A_I; \quad (2.23)$$

$$N^P_{KP} = 1 \cdot 0,28 \cdot 260 = 73 \text{ (ремонтів);}$$

Тоді необхідно встановити кількість заходів з технічного обслуговування протягом року:

$$N^P_{\text{ЩО}} = N^{II}_{\text{ЩО}} \cdot \eta \cdot A_I; \quad (2.24)$$

$$N^P_{\text{ЩО}} = 840 \cdot 0,28 \cdot 260 = 31152 \text{ (обсл);}$$

$$N^P_{\text{ТО-1}} = N^{II}_{\text{ТО-1}} \cdot \eta \cdot A_I; \quad (2.25)$$

$$N^P_{\text{ТО-1}} = 45 \cdot 0,28 \cdot 260 = 3276 \text{ (обсл);}$$

$$N^P_{\text{ТО-2}} = N^{II}_{\text{ТО-2}} \cdot \eta \cdot A_I; \quad (2.26)$$

$$N^P_{\text{ТО-2}} = 14 \cdot 0,28 \cdot 260 = 1019,2 \text{ (обсл);}$$

$$N^P_{\text{СО}} = 2 \cdot A_I; \quad (2.27)$$

$$N^P_{\text{СО}} = 2 \cdot 260 = 520 \text{ (обсл)}.$$

Відповідно до методу ТО автомобілів встановлюють кількість технічних дій за одну зміну:

Визначаємо змінну програму ЩО:

$$N_{\text{що}}^{\text{ЗМ}} = \frac{N_{\text{що}}^{\text{Р}}}{D_{\text{що}}^{\text{Р}} \cdot C}; \quad (2.28)$$

де $D_{\text{що}}^{\text{Р}}$ – кількість днів роботи відповідної дільниці протягом року;

C – середнє значення змін:

$$N_{\text{що}}^{\text{ЗМ}} = \frac{31152}{255 \cdot 15} = 8.14 \text{ (обсл);}$$

$$N_{\text{то-1}}^{\text{ЗМ}} = \frac{N_{\text{то-1}}^{\text{Р}}}{D_{\text{то-1}}^{\text{Р}} \cdot C}; \quad (2.29)$$

де $D_{\text{то-1}}^{\text{Р}}$ – середнє значення змін для зони проведення ТО-1 протягом року;

$$N_{\text{то-1}}^{\text{ЗМ}} = \frac{3276}{255 \cdot 15} = 0.86 \text{ (обсл);}$$

$$N_{\text{то-2}}^{\text{ЗМ}} = \frac{N_{\text{то-2}}^{\text{Р}}}{D_{\text{то-2}}^{\text{Р}} \cdot C}; \quad (2.30)$$

де $D_{\text{то-2}}^{\text{Р}}$ – кількість днів роботи зони ТО-2 в році;

$$N_{\text{то-2}}^{\text{ЗМ}} = \frac{1019.2}{255 \cdot 15} = 0.27 \text{ (обсл).}$$

Річний обсяг робіт, пов'язаних з технічним обслуговуванням і ремонту автомобілів становить:

$$T_{\text{що}}^{\text{Р}} = N_{\text{що}}^{\text{Р}} \cdot T_{\text{що}}; \quad (2.31)$$

$$T_{\text{що}}^{\text{Р}} = 31152 \cdot 0.5 = 15576 \text{ (люд.год);}$$

$$T_{\text{то-1}}^{\text{Р}} = N_{\text{то-1}}^{\text{Р}} \cdot T_{\text{то-1}}; \quad (2.32)$$

$$T_{\text{то-1}}^{\text{Р}} = 3276 \cdot 2.9 = 9500.4 \text{ (люд.год);}$$

$$T_{\text{TO-2}}^P = N_{\text{TO-2}}^P \cdot T_{\text{TO-2}}; \quad (2.33)$$

$$T_{\text{TO-2}}^P = 1019.2 \cdot 11.7 = 11924.6 (\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$T_{\text{CO}}^P = N_{\text{CO}}^P \cdot T_{\text{CO}}; \quad (2.34)$$

$$T_{\text{CO}}^P = 520 \cdot 0.33 = 171.6 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Загальна трудомісткість робіт для виконання річної виробничої програми підприємства становитиме:

$$T_{\text{пр}}^P = \frac{L_{\text{рп}} \cdot T_{\text{пр}}}{1000}; \quad (2.35)$$

$$T_{\text{пр}}^P = \frac{15184000 \cdot 3.2}{1000} = 48588.8 (\text{люд} \cdot \text{год});$$

Результати розрахунків узагальнюємо та заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Результати річного обсягу робіт

Вид робіт	Позначення	Кількість за рік, або річний пробіг автомобіля	Трудомісткість робіт	Річний обсяг робіт в люд/год
ЩО	$T_{\text{ЩО}}^P$	31152	0,5	15576
ТО-1	$T_{\text{ТО-1}}^P$	3276	2.9	9500.4
ТО-2	$T_{\text{ТО-2}}^P$	1019.2	11.7	11924.6
СО	$T_{\text{СО}}^P$	520	3.2	171.6
ПР	$T_{\text{пр}}^P$	15184000	0.33	48588.8
Всього	$T_{\text{ТО пр}}^P$	-	-	37172.6

2.3 Розрахунок кількості робітників для виконання запланованого обсягу робіт по підприємству

Кількість виробничих працівників для реалізації виробничої програми розраховуємо за формулою:

$$P_T = \frac{T_{\text{пр агр}}}{\Phi_{\text{рм}}}; \quad (2.36)$$

де $\Phi_{\text{рм}}$ – річний фонд часу одного робочого місця (для 1 зміни).

Враховуючи 5-ти денний робочий тиждень визначаємо річний ремонтний виробничий фонд для одного робочого місця виробничої зони:

$$\Phi_{\text{рм}} = T_{\text{зм}} \cdot (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}); \quad (2.37)$$

Аналогічний розрахунок проводимо для 6-ти денного робочого тижня:

$$\Phi_{\text{рм}} = T_{\text{зм}} \cdot (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}) - (D_{\text{нс}} \cdot 1 + D_{\text{св}} \cdot 2); \quad (2.38)$$

$$P_T = \frac{8745.98}{2011} = 4,3;$$

Приймаємо 4 працівників, встановлюємо наступні параметри фонду робочого часу:

$$T_{\text{зм}} = 8 \text{ год.};$$

$$D_{\text{в}} = 104 \text{ год.};$$

$$D_{\text{св}} = 7 \text{ год.};$$

$$D_{\text{нс}} = 7 \text{ год.};$$

$$D_{\text{к}} = 365 \text{ год.};$$

$$D_{\text{с}} = 52 \text{ год.};$$

$$\Phi_{\text{рм}} = 8 \cdot (365 - 104 - 7) - (7 \cdot 1 + 7 \cdot 2) = 2011 \text{ (год)}.$$

Визначаємо штатну кількість робітників:

$$P_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{шт}}}; \quad (2.38)$$

де $\Phi_{\text{шт}}$ – річний виробничий час штатного робітника.

$$\Phi_{\text{шт}} = \Phi_{\text{рм}} - t_{\text{відп}} - t_{\text{нн}}; \quad (2.39)$$

де $t_{\text{нн}}$ – час відсутності з поважних причинах;

$$t_{\text{нн}} = 0,04 \cdot (\Phi_{\text{рм}} - t_{\text{відп}}); \quad (2.40)$$

$$t_{\text{нн}} = 0,04 \cdot (2011 - 24) = 79,5 \text{ (год)};$$

$$\Phi_{\text{шт}} = 2011 - 24 - 79,5 = 1907,5 \text{ (год)};$$

$$P_{\text{шт}} = \frac{8745.98}{1907,5} = 4.6 \text{ (робітників)}.$$

Приймаємо 5 робітників.

Висновки за розділом

1. Розраховано виробничу програму технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів, що включає кількість планованих обслуговувань на день, рік та за один цикл. Виконання виробничої програми в повному обсязі забезпечує високу готовність технічного стану транспортного засобу і зменшує його необхідність у ремонті.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Методика діагностики системи кондиціонування

Через складність конструкції та специфіку роботи діагностика та перевірка системи кондиціонування вимагає цілого ряду поетапних заходів, серед яких [17], [24]:

- система повністю справна, необхідно заправити фреон;
- розгерметизація елементів системи;

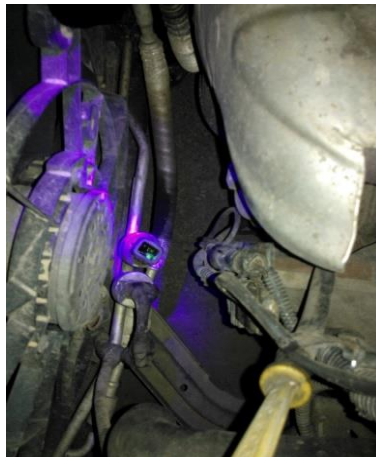


Рисунок 3.1 – Пошук розгерметизації системи кондиціонування за допомогою ультрафіолетового індикатора

- забруднення та забивання елементів системи;
- пробуксовування паса допоміжного обладнання або несправність електромагнітної муфти приводу;
- вихід з ладу компресора;
- вихід з ладу компонентів електронної системи керування.

Основною та найбільш вартісною поломкою системи кондиціонування є поломка компресора. Однак, на початковому етапі найчастіше виходить з ладу електромагнітна муфта. Її спрацювання перевіряють за характерним спрацюванням (клацанням). Дану муфту важко діагностувати на непрацюючому двигуні, тому діагностику краще проводити вдвох, де один з учасників під капотом контролює процес з'єднання муфти з шківом компресора кондиціонера.

Для діагностики роботоздатності електромагнітної муфти та компресора запропоновано ряд операцій (табл. 3.1), за допомогою яких можна встановити й локалізувати пошук несправності системи загалом [12-14], [24].

Таблиця 3.1 – Маршрутна карта діагностики кондиціонера

Перевірка працездатності електромагнітної муфти компресора	
<p>на вимкненому двигуні, від'єднують електричне живлення від компресора, знявши відповідний конектор штекера</p>	
<p>проводом з'єднують плюсову клему конектора на компресорі з плюсовою клемою акумулятора, в момент підключення живлення муфта повинна спрацювати – переміститись, і в цей момент чути клацання; примикання муфти до шківа повинно бути повним, далі необхідно прокурутити шків муфти й виключити її проковзування</p>	
Перевірка працездатності компресора автомобіля	
<p>У випадку підозри на несправність компресора кондиціонера необхідно підключити автоматичну установку для заправки фреону, під'єднуємо її до системи кондиціонування, проводять контрольне вимірювання тиску, запускають двигун;</p>	

продовження таблиці 3.1

<p>запускають двигун та включають та вмикають кондиціонер, спостерігають за показаннями манометра в обидвох лініях тиску; на манометрі установки для заправки повинен зрости тиск у магістралі високого тиску;</p>	
<p>якщо тиск поступово зростає, то це свідчить, що компресор справний; якщо ж проблема з недостатнім охолодженням залишилась, тоді несправність шукають в елементах системи кондиціонування.</p>	
<p>Перевірка рівня/заміна мастила в компресорі</p>	
<p>вмикають режим охолодження кондиціонера, витримують в даному режимі протягом п'ятнадцяти-двадцяти хвилин; після зупинки двигуна, здійснюють перевірку рівня оливи в компресорі за допомогою оглядового вікна, важливо, щоб рівень знаходився на позначці вище нижньої точки, але не вище 1/8 висоти оглядового вікна (за наявності такого) по-перше, масло не повинно утворювати піну. Якщо спостерігається спінення, це може свідчити про наявність витoku фреону, який потрібно усунути.</p>	

продовження таблиці 3.1

<p>По-друге, якщо рівень масла вище норми, надлишкове масло слід видалити з системи. Це можна зробити шляхом зливання зайвої кількості масла. По-третє, якщо рівень масла занадто низький, необхідно додати необхідну кількість масла до системи, щоб забезпечити оптимальний рівень.</p> <p>Важливо пам'ятати про ці рекомендації під час перевірки та обслуговування компресора, щоб забезпечити його нормальну роботу та тривалу ефективність.</p>	
---	--

3.2 Випробування системи кондиціонування під час вибігу автомобіля

Автомобілі VAG-Group входять до концерну Volkswagen AG та є одним з найбільших автомобільних концернів у світі, який володіє кількома марками, включаючи Volkswagen, Audi, Porsche, Škoda, SEAT та інші. Кожна з цих марок може мати свою власну систему клімат-контролю для своїх автомобілів.

В Volkswagen і Audi, наприклад, використовується система клімат-контролю, яка називається "Climatronic". Ця система дозволяє водію та пасажиром автомобіля встановлювати бажану температуру в салоні та контролювати рівень повітряного потоку. Вона також може включати функції, такі як автоматичний контроль температури, регулювання вентиляції та наявність фільтрів для очищення повітря в салоні [9], [17].

У Porsche можна зустріти систему клімат-контролю під назвою "Porsche Climate Control" або "Porsche Advanced Climate Control". Вона також надає можливість користувачам налаштовувати бажану температуру та рівень повітряного потоку, а також включає додаткові функції, такі як підігрів сидінь та регулювання вентиляції.

Для автомобілів Škoda та SEAT також використовуються подібні системи клімат-контролю, які можуть відрізнятися за назвою та деякими функціями в залежності від конкретної моделі. Система клімат-контролю в автомобілях даної групи складається з наступних компонентів:

Кондиціонер є основним компонентом системи. Він відповідає за охолодження або нагрівання повітря, яке потрапляє в салон автомобіля. Кондиціонер використовує компресор, холодоагент і теплообмінник для здійснення вказаних функцій.

Контролер клімату є інтерфейсом за допомогою якого водій і пасажир можуть налаштувати параметри клімат-контролю. Це може бути сенсорний екран, кнопки або ручки, що дозволяють вибрати бажану температуру, режими розподілу повітря, швидкість вентилятора тощо.

Система клімат-контролю включає різні датчики, які збирають дані про температуру та вологість та випромінювання. Ці датчики допомагають системі регулювати клімат у салоні автомобіля, забезпечуючи комфортні умови для пасажирів. Система клімат-контролю використовує електронні керуючі блоки, які обробляють інформацію від датчиків і контролера клімату і відповідають за керування роботою кондиціонера, вентиляторів і розподілу повітря.





Рисунок 3.2 – Наповнення системи клімат-контролю автомобіля Škoda Octavia A5 холодоагентом

Для автомобіля Škoda Octavia A5 з бензиновим двигуном 1,6 MPI рекомендований тиск для заправки системи клімат-контролю може бути різним залежно від кількості холодоагента, яка використовується у конкретній моделі. Зазвичай, стандартні заправки системи в автомобілях використовують R134a. Для цього типу холодоагента, оптимальний рекомендований тиск зазвичай коливається в межах від 1,5...2,0 бар. Проте, точні значення можуть бути вказані в інструкції до автомобіля або в технічних специфікаціях.

Для визначення впливу роботи та технічного стану системи кліматизації автомобіля Škoda Octavia A5 проведено дорожні випробування рекомендується звернутися до посібника з експлуатації автомобіля або проконсультуватися з офіційним дилером Škoda. Вони нададуть детальну інформацію та поради щодо правильної заправки системи клімат-контролю вашого автомобіля.

Для розрахунку споживаної потужності використано програму Torque Pro, що є додатком для діагностики автомобілів, який зазвичай використовується для отримання даних про двигун, включаючи споживану потужність. Щоб визначити споживану потужність двигуна за допомогою Torque Pro необхідно запустити додаток Torque Pro та встановити з'єднання між додатком і OBD-II адаптером через тип з'єднання (Bluetooth або Wi-Fi).

Після встановлення з'єднання обирають панель приладів або дашборд у додатку, де необхідно відображати споживану потужність двигуна. У списку

доступних параметрів фіксують значення, що відповідає споживаній потужності двигуна. Зазвичай це показник «Engine Power» або інші параметри, які можуть вказувати на споживану потужність, такі як «Power» або «Engine Load» (рис. 3.3).

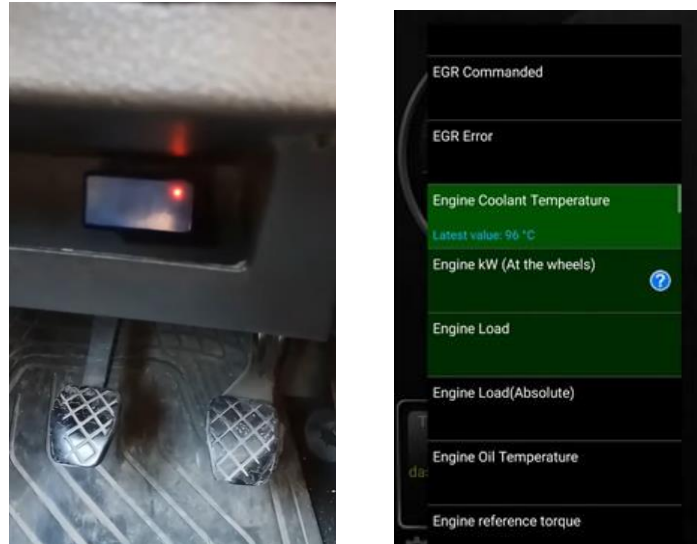
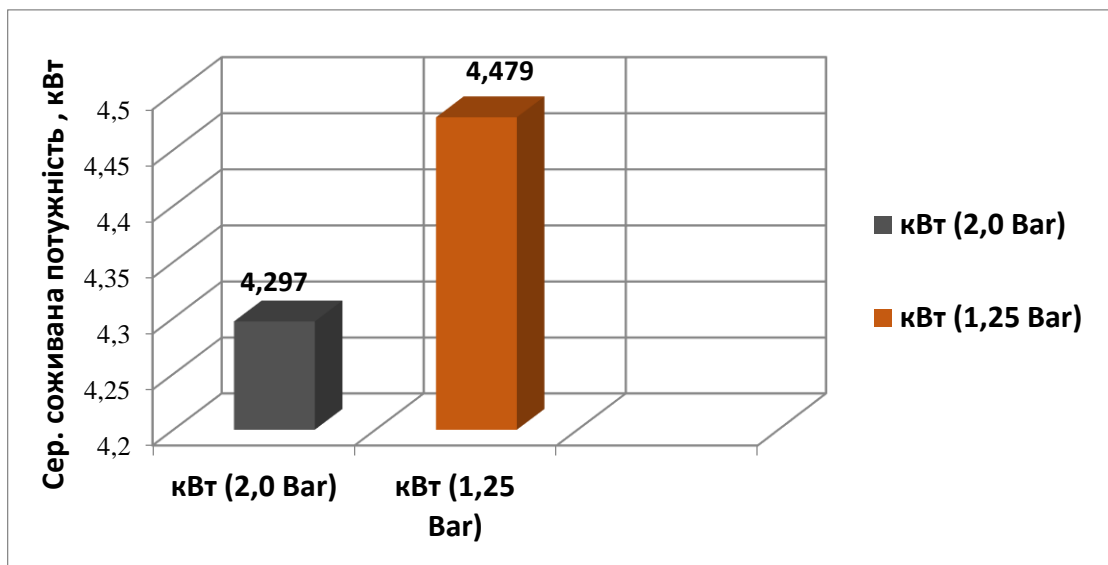


Рисунок 3.3 – Запис Log-файлу параметрів роботи двигуна автомобіля Skoda Octavia A5

Для випробування проведено вибіг автомобіля на відрізку 1 км. Умови випробування були наступні (рис. 3.4):

- початковий тиск фреону в системі кондиціонування - 1,25 Bar (дод. А);
- наповнена система кондиціонування, тиск фреону - 2,0 Bar (дод. Б);
- температура навколишнього середовища – 23 °С;
- встановлена температура в салоні автомобіля – 18 °С.



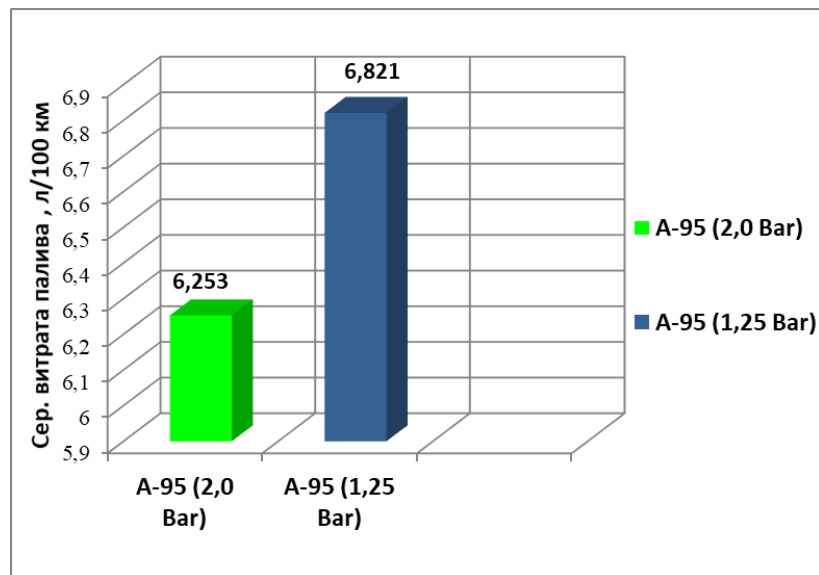


Рисунок 3.4 – Результати випробування системи кондиціонування автомобіля Skoda Octavia A5

Випробування автомобіля проводилось наступним чином: початковий тиск фреону в системі кондиціонування становив приблизно 1,25 Bar; довжина вибігу становила 1 км; за допомогою сканера ELM-327 лог-файл (дод. А); після наповнення системи до 2,0 Bar (дод. А) проведено аналогічний вибіг довжиною 1 км (рис. 3.4); температура повітря в салоні автомобіля в обох випадках становила 18 °С.

Після розкодування та статистичної обробки отриманих даних, встановлено. За тиску фреону в системі кондиціонування 1,25 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С становила 4,479 кВт, а середня витрата палива – 6,82 л/100 км.

За тиску фреону в системі кондиціонування 2,0 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С зменшилась до 4,297 кВт, при цьому середня витрата палива знизилась до 6,25 л/100 км.

Висновки за розділом

1. Наведено способи діагностики та перевірки системи кондиціонування, основні несправності якої: втрата фреону; розгерметизація елементів системи; забруднення та забивання елементів системи;

несправність електромагнітної муфти приводу; вихід з ладу компресора; вихід з ладу компонентів електронної системи керування.

2. Проведено випробування автомобіля проводилось на довжині вибігу становила 1 км, початковий тиск фреону в системі кондиціонування становив приблизно 1,25 Bar та 2,0 Bar температура повітря в салоні автомобіля в обох випадках становила 18 °С.

За тиску фреону в системі кондиціонування 1,25 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С становила 4,479 кВт, а середня витрата палива – 6,82 л/100 км.

За тиску фреону в системі кондиціонування 2,0 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С зменшилась до 4,297 кВт, при цьому середня витрата палива знизилась до 6,25 л/100 км.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційно-технічних та інших заходів з попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних збитків, зменшення негативних екологічних наслідків, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж, а також евакуації з зони виникнення та можливого розповсюдження пожежі людей, документів і матеріальних цінностей [10], [25].

Для забезпечення безпеки персоналу та пожежників, які беруть участь у гасінні пожежі електроустановок під напругою, застосовуються індивідуальні ізолюючі електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, боти).

Кількість заземлень та індивідуальних ізолюючих захисних засобів і місця їх зберігання визначаються керівниками енергетичних об'єктів з розрахунку подачі вогнегасних засобів на електроустановки, які знаходяться під напругою.

Випробування електрозахисних засобів виконується енергетичним об'єктом в установленому порядку.

Забороняється використання заземлюючих пристосувань і електрозахисних засобів для інших цілей, крім випадків пожеж або проведення спільних з пожежними підрозділами ДПО тренувань (навчань) на об'єкті.

При виникненні пожежі на енергетичному об'єкті особа, яка першою виявила займання, зобов'язана негайно повідомити начальника зміни електростанції (диспетчера або чергового підстанції, підприємства електромереж), старшого зміни та приступити до гасіння пожежі засобами пожежогасіння, дотримуючись при цьому правил техніки безпеки.

Начальник зміни електростанції (диспетчер підстанції або підприємства електромережі) під час гасіння пожежі повинен забезпечити посилення охорони території об'єкта і не допускати до місця пожежі сторонніх осіб.

Старший у зміні особисто або за допомогою чергового персоналу зобов'язаний визначити місце осередку пожежі, можливі шляхи її поширення, загрозу діючому електрообладнанню, яке опинилося в зоні пожежі, можливість виникнення нових осередків горіння на іншому електрообладнанні, а також до прибуття пожежних підрозділів виконати такі роботи:

- особисто або з допомогою чергового персоналу перевірити ввімкнення автоматичної установки пожежогасіння (при її наявності), а у випадку відмови задіяти її в ручному режимі;

- вжити заходів із створення безпечних умов для персоналу і пожежних підрозділів для ліквідації пожежі;

- провести можливі операції на технологічних установках (вимкнення або перемикання на обладнанні, витіснення водню з генератора, зняття напруги з електроустановок, зливання мастила з мастилобаків турбогенераторів тощо);

- приступити до гасіння пожежі силами та засобами енергетичного об'єкта;

- виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, яка добре знає місце заземлення технічних засобів і розташування під'їзних шляхів та вододжерел;

- при необхідності вжити заходів для охолодження водою металевих ферм, колон будівлі за допомогою пожежних кранів або стаціонарно встановлених лафетних пожежних стволів з урахуванням дотримання заходів техніки безпеки;

- проінформувати керівника гасіння пожежі (КГП) про безпечні маршрути руху пожежних на бойові позиції.

Під час гасіння пожежі робота пожежних підрозділів (розміщення сил і засобів пожежогасіння, зміна позицій, перехід від одних засобів

пожежогасіння до інших тощо) проводиться з урахуванням вказівок старшої особи з присутніх інженерно-технічних працівників енергетичного об'єкта або ОВБ [10], [25].

В свою чергу, старший з присутніх інженерно-технічних працівників або ОВБ погоджує з КГП свою роботу і розпорядження, а також інформує під час гасіння пожежі про зміни в стані роботи електроустановок та іншого обладнання.

Займання в електроустановках під напругою ліквідуються персоналом енергетичного об'єкта за допомогою ручних і пересувних вогнегасників. Гасіння пожежі ручними засобами в дуже задимлених приміщеннях енергетичних об'єктів (з видимістю до 10 метрів), з проникненням в них без зняття напруги з електроустановок і кабельних ліній не допускається.

Під час гасіння пожежі компактними та розпиленими струменями без зняття напруги з електроустановок ствол повинен бути заземлений, а ствольник має працювати в діелектричних ботах, діелектричних рукавицях і знаходитись на відстані від вогнища пожежі не меншій ніж 4–10 м залежно від рівня напруги.

Гасіння пожежі в приміщеннях з електроустановками під напругою всіма видами піни, а також водою зі змочувачами за допомогою ручних засобів забороняється. Особовому складу пожежних підрозділів категорично забороняється проводити будь-які переключення та інші операції з електротехнічним обладнанням на електростанції та підстанції.

Заходити до розподільчих улаштування та інших приміщень електротехнічних улаштувань з метою гасіння пожежі особовий склад пожежних підрозділів має право лише після одержання допуску та інструктажу персоналу, який обслуговує цей пристрій.

Основою безпечного гасіння пожежі електроустановок під напругою є суворе дотримання організаційно-технічних заходів, а також усвідомлена дисципліна пожежників, які зобов'язані суворо виконувати всі заходи із забезпечення безпеки гасіння.

Гасіння пожежі електроустановки під напругою КГП має право розпочати тільки після одержання відповідного письмового допуску та інструктажу персоналом, який обслуговує цю установку.

Гасіння пожежі електроустановок під напругою здійснюється за виконання таких обов'язкових умов:

не допускається наближення пожежних до струмопровідних частин електроустановок на відстань менше 4 метрів;

маршрути руху пожежних на бойові позиції КГП повинен погоджувати з черговим персоналом енергооб'єкта і конкретно вказувати кожному пожежнику під час інструктажу;

- пожежні і водії пожежних автомобілів, які забезпечують подачу вогнегасних речовин, повинні працювати в діелектричних рукавицях і взутті; подавання вогнегасних речовин необхідно проводити після заземлення ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів;

- перестановку сил і засобів, зміну бойових позицій тощо КГП повинен виконувати після узгодження зі старшою посадовою особою з присутнього інженерно-технічного персоналу енергетичного об'єкта.

4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації абразивних кругів

Робота з абразивними інструментами представляє підвищену небезпеку унаслідок високих швидкостей різання, можливості розриву круга, утворення абразивного пилу і наявності аерозолів СОЖ. Перед початком роботи кожен круг до установки на верстат має бути перевірений на відсутність тріщин, вибоїн і інших дефектів. Круг без тріщин, підвішений на дерев'яний або металевий стрижень, при легкому простукуванні по торцю дерев'яним молоточком повинен видавати чистий звук. Круг із звуком, що деренчить, бракується. Перед установкою на шліфувальний або заточний верстат круг має бути випробуваний на міцність на спеціальних верстатах з швидкістю в 1,3—

разу більше робочої швидкості протягом 3—5 мін залежності від діаметру круга.

Після закріплення у фланцях круг необхідно балансувати. По *ГОСТ 3060—75* статичне балансування виробляється на спеціальних верстатах, простих по своїй конструкції. Вони мають два паралельних сталевих, загартованих, чисто і точно прошліфованих валика, посередині яких встановлюється круг на облямовуванні. У фланцях є важки балансувань, які переміщуються в кільці пазу в потрібне положення до тих пір, поки круг з облямовуванням рівноважно не стоятиме на валиках стійко в будь-якому положенні. Зазор між периферією круга і передньою кромкою запобіжного козирка або кожуха має бути не більше 6 мм.

На робочому місці не повинно бути нічого зайвого. Бруд, пил, масло мають бути прибрані і на підлогу покладений дерев'яний настил. Необхідно надіти запобіжні окуляри; халат повинен мати вузькі манжети і бути застебнутий. Перед початком роботи перевірити справність верстата і місцевого освітлення.

При правці кругів дотримуються ті ж правила безпеки, що і при шліфуванні і заточуванні. Правлячий інструмент має бути жорстко закріплений на верстаті. Ручні правлячі інструменти повинні мати майданчики для опори їх на станину і упор, що оберігає від виривання інструменту з рук під час правки. Правлячий інструмент слід підводити до поверхні круга дуже обережно, плавно.

.3 Розрахунок витяжної вентиляції для дільниці

Для нормальної роботи працівників в дільниці ремонту рульових рейок розраховуємо витяжну вентиляцію.

Схема витяжної мережі показана на рис. 4.1.

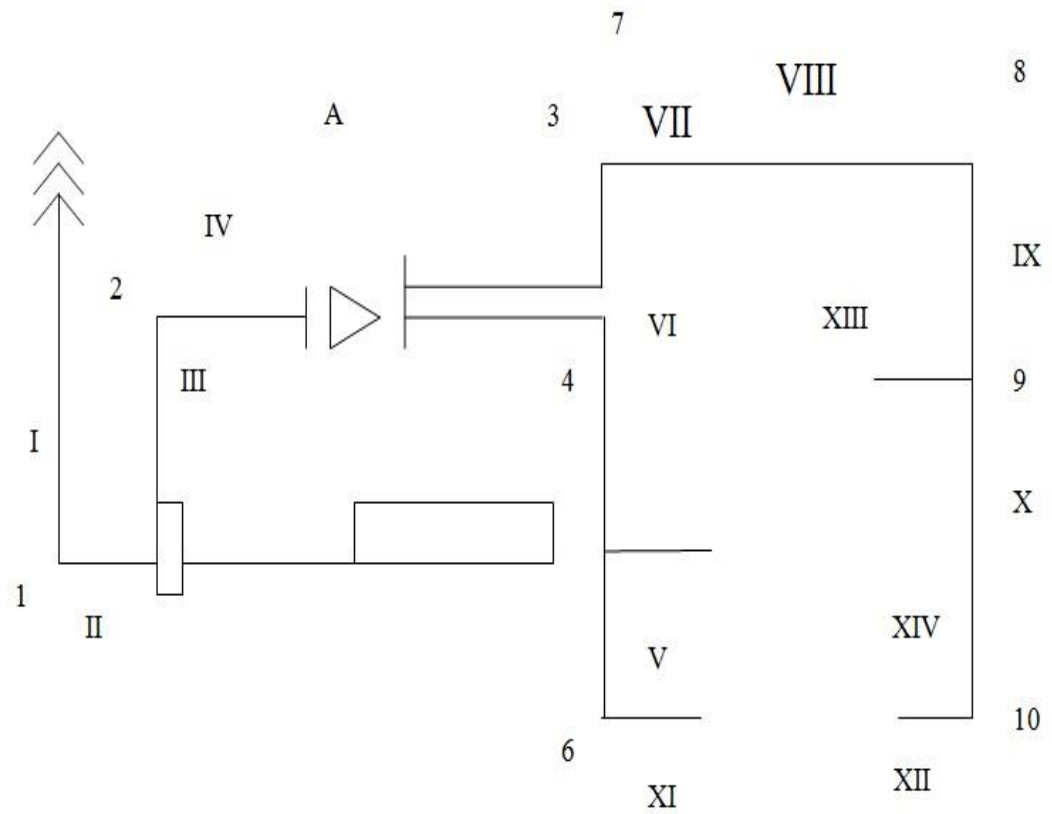


Рисунок 4.1 – Схема витяжної мережі:

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X – ділянки мережі;

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – згини повітропроводів;

A – перехід;

= 0,6 м;

= 0,1 м.

Таблиця 4.1 - Таблиця довжин ділянок труб витяжної мережі

= 1,5 м	= 3 м
= 1,0 м	= 3 м
= 0,5 м	= 6м
= 1 м	3 м
3 м	= 6 м

Визначаємо продуктивність вентилятора:

$$W_B = K_3 \cdot W$$

де K_3 – коефіцієнт запасу; $K_3 = 1,3 \dots 2$. Приймаємо $K_3 = 1,5$.

Для приміщень з нормальним мікрокліматом і при вмісті шкідливих речовин в межах норми повітрообмін визначаємо за формулою:

$$W = n \cdot W_0$$

Згідно пояснювальної записки дипломного проекту $n = 3$ чол.

У зв'язку з тим, що на одного працюючого припадає більше 20 м^3 об'єму приміщення приймаємо $W_0 = 20 \text{ м}^3/\text{год}$ [6].

Отже:

$$W = 3 \cdot 20 = 60, \text{ м}^3/\text{год.},$$

$$W_B = 1,5 \cdot 60 = 90, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Враховуючи кратність повітрообміну $m = 12$, тоді

$$W = m \cdot W_B$$

$$W = 12 \cdot 80 = 960, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо втрати тиску на прямих ділянках труб

$$H_{вп} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot v_{cp}^2}{2d_T}$$

де φ_T – коефіцієнт, який враховує опір сталевих труб (для сталевих труб – 0,02)

v_{cp} – середня швидкість повітря на ділянці повітряної сітки, $v_{cp} = 8 \dots 12 \text{ м/с}$.

– довжина ділянки труби;

– діаметр труби;

ρ_B – густина повітря, для даних кліматичних умов $1,2 \text{ кг/м}^3$.

$$H_{впI} = \frac{0,02 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 3 \text{ Па};$$

$$H_{впII} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 3,5 \text{ Па};$$

$$H_{впIII} = \frac{0,02 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 11^2}{2 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ Па};$$

$$H_{впIV} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 2$$

Па;

$$H_{BIV} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ Па;}$$

$$H_{BIVI} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ Па;}$$

$$H_{BIVII} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,6} = 1,15 \text{ Па;}$$

$$H_{BIVIII} = \frac{0,02 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,6} = 0,48 \text{ Па;}$$

$$H_{BIVIX} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,6} = 0,06 \text{ Па;}$$

$$H_{BIX} = \frac{0,02 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 1,21^2}{2 \cdot 0,6} = 0,2 \text{ Па;}$$

$$H_{BIXI} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,1} = 3,86 \text{ Па;}$$

$$H_{BIXII} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,1} = 0,96 \text{ Па;}$$

$$H_{BIXIII} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,1} = 0,36 \text{ Па;}$$

$$H_{BIXIV} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,36 \text{ Па.}$$

Розраховуємо місцеві втрати тиску в переходах та жалюзі

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B$$

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 80 \text{ Па;}$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 65,8 \text{ Па;}$$

$$H_{M3} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ Па;}$$

$$H_{M4} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,46$$

$$H_{M5} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ Па;}$$

$$H_{M6} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,24 \text{ Па;}$$

$$H_{M7} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 4^2 \cdot 1,2 = 10,6 \text{ Па;}$$

$$H_{M8} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,6 \text{ Па;}$$

$$H_{M9} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ Па};$$

$$H_{M10} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ Па}.$$

Визначаємо втрати в переході

$$H_{MA} = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B$$

$$H_{MA} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,9 \text{ Па}.$$

Визначаємо втрати в жалюзях:

$$H_{MXI} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 5^2 \cdot 1,2 = 16,5 \text{ Па};$$

$$H_{MXII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ Па};$$

$$H_{MXIII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 6^2 \cdot 1,2 = 23,8 \text{ Па};$$

$$H_{MXIV} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 32 \text{ Па}.$$

Визначаємо сумарні втрати тиску

$$H_{BII} = H_{BII I} + H_{BII II} + H_{BII III} + \dots + H_{BII XIV}$$

$$H_{BII} = 3 + 3,5 + 1,25 + 2 + 2 \cdot 3,84 + 1,15 + 0,45 + 0,06 + 0,2 + 3,86 + 0,96 + 2 \cdot 0,36 = 24,86$$

Па.

$$H_{BM} = H_{BM1} + H_{BM2} + H_{BM3} + \dots + H_{BM10} + H_{MA} + H_{MXI} + H_{MXII}$$

Н

В

Визначаємо загальні втрати:

М

$$H = H_{BII} + H_{BM}$$

$$H = 24,86 + 450,76 = 475,62 \text{ Па}.$$

Тому, приймаємо вентилятор № 3,2, з електродвигуном 4A80A4, частотою обертання $n = 1420 \text{ хв}^{-1}$, $N = 1,1 \text{ кВт}$, вентилятор серії В-ц14-46.

Отже, достатню кількість свіжого повітря на ділянці по ремонту кондиціонера забезпечено.

Висновки за розділом

У розділі розглянуто заходи з підвищення безпеки праці, проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час робіт з електрообладнанням автомобілів.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат на експлуатаційні матеріали, технічне обслуговування і ремонт рухомого складу

Розрахунок проводиться по марках автомобілів [11], [19].

Для автомобілів VAG потреба в пальному розраховується по формулі:

$$B_{\text{заг.}} = 1,005 \cdot \left(H_1 \cdot \frac{L_{\text{сп.}}}{100} \right) \cdot \left(1 + H_4 \cdot \frac{M_{\text{зим.}}}{12} \cdot 100 \right) \quad (5.1)$$

де H_1 - норма витрат пального на 100 км пробігу, л;

H_4 - надбавка на зимовий період (5%);

$M_{\text{зим.}}$ - кількість зимових місяців (при $t < 0^\circ\text{C}$).

$$B_{\text{заг.}} = 1,005 \cdot 2656500 \cdot \frac{9,5}{100} \cdot \left(1 + 5 \cdot \frac{4}{12 \cdot 100} \right) = 257856 \text{ л.}$$

Витрати на пальне складають:

$$З_{\text{п.}} = B_{\text{заг.}} \cdot Ц_{\text{п.}} \cdot \frac{K_{\text{тп-з}}}{1,2} \quad (5.2)$$

де $Ц_{\text{п.}}$ - ціна придбання пального, грн./л (приймається оптова ціна пального);

$K_{\text{тп-з}}$ - коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат (2...10%).

$$З_{\text{п.}} = 257856 \cdot 3,1 \cdot \frac{1,02}{1,2} = 679451 \text{ грн.}$$

Потрібна кількість мастильних матеріалів розраховується на основі витрат мастил, які встановлені на 100 л витраченого пального [11], [19]:

- витрати на моторне мастило:

$$З_{\text{мм}} = H_{\text{мм}} \cdot B_{\text{заг.}} \cdot Ц_{\text{мм}} \cdot \frac{K_{\text{тп-з}}}{100 \cdot 1,2}$$

$$З_{\text{мм}} = 1,5 \cdot 257856 \cdot 1,87 \cdot \frac{1,04}{100 \cdot 1,2} = 6268 \text{ грн.}$$

- витрати на трансмісійне мастило:

$$Z_{тр.м} = H_{тр.м} \cdot B_{заг.} \cdot Ц_{тр.м} \cdot \frac{K_{тр-3}}{100 \cdot 1,2} \quad (5.3)$$

$$Z_{тр.м} = 0,15 \cdot 257856 \cdot 4,4 \cdot \frac{1,04}{100 \cdot 1,2} = 1475 \text{ грн.}$$

-Витрати на пластичні мастила:

$$Z_{пм} = H_{пм} \cdot B_{заг.} \cdot Ц_{пм} \cdot \frac{K_{тр-3}}{100 \cdot 1,2}$$

$$Z_{пм} = 0,1 \cdot 257856 \cdot 4,03 \cdot \frac{1,04}{100 \cdot 1,2} = 901 \text{ грн.}$$

-витрати на спеціальні мастила:

$$Z_{см} = H_{см} \cdot B_{заг.} \cdot Ц_{см} \cdot \frac{K_{тр-3}}{100 \cdot 1,2} \quad (5.4)$$

$$Z_{см} = 0,05 \cdot 257856 \cdot 4,32 \cdot \frac{1,04}{100 \cdot 1,2} = 483 \text{ грн.}$$

де $H_{мм}, H_{тр.м}, H_{пм}, H_{см}$ - норми витрат мастила на 100 л пального;

$Ц_{мм}, Ц_{тр.м}, Ц_{пм}, Ц_{см}$ - ціна придбання мастил.

-витрати на гас:

$$Z_2 = H_2 \cdot B_{заг.} \cdot Ц_2 \cdot \frac{K_{тр-3}}{100 \cdot 1,2} \quad (5.5)$$

$$Z_2 = 0,5 \cdot 257856 \cdot 2,05 \cdot \frac{1,04}{100 \cdot 1,2} = 2291 \text{ грн.}$$

-витрати на обтиральні матеріали:

$$Z_{об.} = H_{об.} \cdot A_c \cdot Ц_{об.} \cdot K_{тр-3} \quad (5.6)$$

де $Ц_{об.}$ - ціна обтиральних матеріалів, грн. /кг;

$H_{об.}$ - норма витрат обтиральних матеріалів, кг (приймається 24...26 кг на один автомобіль в рік).

$$Z_{об.} = 10 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 1,04 = 416 \text{ грн.}$$

-витрати на інші експлуатаційні матеріали:

$$Z_{ін.} = H_{ін.} \cdot A_c \quad (5.7)$$

де $H_{ин.}$ - норма витрат інших експлуатаційних матеріалів, грн. /авт.

$$Z_{ин.} = 150 \cdot 40 = 6000 \text{ грн.}$$

Всього витрат:

$$Z_{п-мас1} = Z_n + Z_{мм} + Z_{тр.м} + Z_{пм} + Z_{см} + Z_z + Z_{об.} + Z_{ин.} \quad (5.8)$$

$$Z_{п-мас1} = 679451 + 6268 + 1475 + 901 + 483 + 2291 + 416 + 6000 = 697285 \text{ грн.}$$

5.2 Витрати на ТО і ПР рухомого складу

Витрати на запчастини і матеріали для рухомого складу [26], [27]:

$$Z_{зч.мат.} = 0,05 \cdot \Phi_a \quad (5.9)$$

де Φ_a - балансова вартість автомобілів.

Для автомобілів VAG:

$$Z_{зч.мат.1} = 0,05 \cdot 842800 = 42140 \text{ грн.}$$

Потреба в автомобільних шинах:

$$A_{ш} = L_{зр.} \cdot n_{ш} \cdot \frac{K_{ш}}{L_{н}} \quad (5.10)$$

де $n_{ш}$ - число шин на кожному автомобілі без врахування запасного колеса, шт.;

$K_{ш}$ - коефіцієнт, який враховує перепробіг шин понад встановлених норм пробігу;

$L_{н}$ - нормативний пробіг шин даної марки, км.

Витрати на шини:

$$Z_{ш} = A_{ш} \cdot C_{ш} \cdot \frac{K_{ш-з}}{1,2} \quad (5.11)$$

де $C_{ш}$ - ціна комплекту (покришка, обвідна стрічка, камера) без врахування ПДВ.

Для автомобіля AUDI використовуються шини марки 195/65R15:

$$A_{ш1} = 2656500 \cdot 4 \cdot \frac{1}{55000} = 193 \text{ шт.}$$

$$З_{\text{м1}} = 193 \cdot 180 \cdot \frac{1,04}{1,2} = 30108 \text{ грн.}$$

5.3 Оцінка вартості основних фондів і величини амортизаційних відрахувань

Вартість основних фондів оцінюється по структурі основних фондів АТП. Балансова вартість автомобілів розраховується в залежності від пробігу з початку експлуатації [11], [19].

Балансова вартість автомобілів VAG:

$$\hat{O}_{\text{ал}} = 140 \cdot 450000 = 6300000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів визначаємо за формулою:

$$\Phi_{\text{осн.}} = \frac{\Phi_a \cdot 100}{a}, \quad (5.11)$$

де a - доля вартості транспортних засобів від вартості основних фондів АТП, %.

$$\hat{O}_{\text{ін.}} = \frac{6300000 \cdot 100}{50} = 126000000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування транспортних засобів визначаємо за формулою:

$$A_B = \frac{H_{\text{ав}} \cdot \Phi_{\text{бал.}}}{100} \quad (5.12)$$

де $H_{\text{ав}}$ - норма амортизаційних відрахувань;

$\Phi_{\text{бал}}$ - балансова вартість автомобілів, грн.

$$\hat{A}\hat{A} = \frac{20 \cdot 6300000}{100} = 1260000 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати дану статтю витрат розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг}}} &= 0,25 \cdot (\Phi_{\text{сн}} + З_{\text{н-мас}} + З_{\text{и}} + З_{\text{ТОІПР}} + AB_{\text{мз}} + \Phi_{\text{ін.в}}) \\ \Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг}}} &= 0,25 \cdot (0,3864 \cdot \Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг}}} + З_{\text{н-мас}} + З_{\text{и}} + З_{\text{ТОІПР}} + AB_{\text{ТЗ}} + 0,15 \times \\ &\times (\Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг}}} + 0,3864 \cdot \Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг}}} + З_{\text{н-мас.}} + З_{\text{и}} + З_{\text{ТОІПР}} + AB_{\text{ТЗ}})) \end{aligned} \quad (5.13)$$

$$\Phi_{\text{ЗП}_{\text{заг.}}} = 0,3377 \cdot (2275379 + 80089 + 156065 + 1248520) = 1269770 \text{ грн.}$$

Розрахунок відрахувань в фонд соціального страхування, пенсійний, зайнятості. Величина відрахувань складає 38,64% від суми основної та додаткової заробітної плати всіх категорій працюючих на АТП.

$$\Phi_{с.п.} = 0,3864 \cdot \Phi ЗП_{заг.} \quad (5.14)$$

$$\Phi_{с.п.} = \frac{38,64}{100} \cdot 1269770 = 490639 \text{ грн.}$$

Оплата праці апарату управління зонами ТО і ПР; нарахування на соціальні заходи; службові відрядження персоналу дільниць; амортизаційні нарахування, утримання і ремонт основних засобів загальновиробничого призначення; витрати на опалення, освітлення, водопостачання, водовідведення та інше утримання виробничих приміщень; витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього природного середовища; внутрішньозаводське переміщення деталей, запасних частин. Приймаємо за даними АТП 2,2% від прямих витрат.

$$З_{заг} = 0,022 \cdot З_{пр} = 0,022 (ЗП + Нар + З_{пмас} + З_{ш} + З_{експ} + З_{ав}) \quad (5.15)$$

$$З_{заг} = 0,022 \cdot З_{пр} = 0,022(1269770 + 490639 + 2275379 + 80089 + 156065 + 828069) = 6348531 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок економічної ефективності проекту

Ефективність капітальних вкладень оцінюється по формулі:

$$E = \frac{П}{K} \quad (5.16)$$

де K - капіталовкладення в АТП, приймаємо їх рівними вартості основних фондів, збільшеній на 10% (проектно-пошукові роботи, підготовка кадрів, утримання дирекції підприємства та ін.).

$$A = \frac{2386032}{1,1 * 10845600} = 0,2$$

Строк окупності:

$$T_{ок.} = \frac{1}{E} \quad (5.17)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ років.}$$

Загальна рентабельність:

$$R_{заг.} = \frac{\Pi}{\Phi_{осн.} + \Phi_{об.н.}} \cdot 100\%$$

(Вартість нормованих оборотних фондів приймається 5% від вартості основних фондів).

$$R_{заг.} = \frac{2386032}{10845600 \cdot 1,05} \cdot 100\% = 20,95\%$$

Фондовіддача основних фондів:

$$\Phi_B = \frac{Д}{\Phi_{осн.}} \quad (5.18)$$

$$\Phi_B = \frac{8696346}{10845600} = 0,95$$

Фондоозброєність праці:

$$\Phi_O = \frac{Д}{N_{АТП}} \quad (5.19)$$

$$\Phi_O = \frac{8696346}{246} = 35351 \text{ грн. /чол.}$$

Висновки за розділом

1. Проведено розрахунок витрат пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом рухомого складу та обгрунтовано економічну ефективність пропонованих рішень. Ефективність капітальних вкладень становить 20 %, загальна рентабельність становить 20,95%, фондоозброєність праці 35351 грн.\чол, а строк окупності – 5 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведено аналіз систем безпеки та комфорту, транспортних засобів, які впливають на здоров'я та концентрацію водіїв. Досліджено, що рівень вібрації напряму залежить від інтенсивності руху, налаштування підвіски, її стану та нерівностей дорожнього покриття. Частота вібрацій на твердих ґрунтових дорогах в середньому становить 12...25 Гц. На асфальтно-бетонних дорогах з фракцією щебеню 2...25 мм частота вібрації становитиме 8...17 Гц на швидкості руху автомобіля близько 50 км/год.

Встановлено, що комфортною для водія є температура 20...23 град. за вологості повітря в салоні близько 60...70%. Для цього використовують системи кондиціонування, що працюють за циклом Карно й використовують фізичні властивості газів та їх сумішей.

У типовій системі кондиціонування функціонує дві функціональні лінії (HP – high pressure) у ній протікає гарячий холодоагент під значним тиском 14...18 відведення значної кількості тепла. Із випарника холодоагент виходить у газоподібному стані під низьким тиском (LP – low pressure). Для випарування можливих включень рідкого холодоагенту у лінії зворотного току встановлюють фільтр-осушувач між випарником та компресором.

4. Розраховано виробничу програму технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів, що включає кількість планованих обслуговувань на день, рік та за один цикл. Виконання виробничої програми в повному обсязі забезпечує високу готовність технічного стану транспортного засобу і зменшує його необхідність у ремонті.

5. Наведено способи діагностики та перевірки системи кондиціонування, основні несправності якої: втрата фреону; розгерметизація елементів системи; забруднення та забивання елементів системи; несправність електромагнітної муфти приводу; вихід з ладу компресора; вихід з ладу компонентів електронної системи керування.

6. Проведено випробування автомобіля проводилось на довжині вибігу становила 1 км, початковий тиск фреону в системі кондиціонування становив приблизно 1,25 Bar та 2,0 Bar температура повітря в салоні автомобіля в обох випадках становила 18 °С. За тиску фреону в системі кондиціонування 1,25 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С становила 4,479 кВт, а середня витрата палива – 6,82 л/100 км.

За тиску фреону в системі кондиціонування 2,0 Bar, споживана потужність для підтримання заданої температури 18 °С зменшилась до 4,297 кВт, при цьому середня витрата палива знизилась до 6,25 л/100 км.

7. Проведено розрахунок витрат пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом рухомого складу та обгранкувано економічну ефективність пропонованих рішень. Ефективність капітальних вкладень становить 20 %, загальна рентабельність становить 20,95%, фондоозброєність праці 35351 грн./дюд, а строк окупності – 5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aoki Akira. Directional stability and controllability of multi-articulated vehicles. Akira Aoki, Yoshitaka Marumo, Ichiro Kageyama // *Journal of Environment and Engineering*. 2011. Vol. 6, No. 1. P. 150 – 164.
2. Auweraer, Hvd., Mas, P., Dom, S., Vecchio, A., Jassens, K., Van de Ponsele, P.: Transfer Path Analysis in the Critical Path of Vehicle Refinement: The Role of Fast, Hybrid and Operational Path Analysis, in: Noise and Vibration Conference and Exhibition, St. Charles, Illinois, May 15-17. SAE 2007.
3. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.
4. EBS Electronically Controlled Brake System [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.autosluzby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153\[1\].pdf](http://www.autosluzby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153[1].pdf).
5. EBS Electronically Controlled Brake System Basic Training [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/00/57/8150100573-22.pdf>.
6. Janssens, K., Mas, P., Gielen, L., Gajdatsy, P. et al.: A Novel Transfer Path Analysis Method Delivering a Fast and Accurate Noise Contribution Assessment, SAE Technical Paper 2009-26-0047, 2009.
7. MIATLUK M., KAMIŃSKI Z.: Brake systems of road vehicles. Calculations. Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2005.
8. Systems for the safety of commercial vehicles of today and tomorrow / WABCO. – Hannover, 2002. 15 p.
9. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
10. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів: Світ, 1995. 288 с

11. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень. Практикум : [навч. посіб.] / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа Вінниця : ВНТУ, 2013. 113 с.

12. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. Київ: Либідь, 2003. 424 с.

13. Канарчук, В. Е. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів [Текст] : підручник для вузів : у 3 кн. Кн. 2 : Організація, планування й управління / В. Е. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 383 с.

14. Канарчук, В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів [Текст] : підручник. Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. Київ : Вища шк., 1994. 600 с.

15. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с

16. Кисляков В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисляков, В.В.Лущик. Київ: Либідь, 2000. 399 с.

17. Куліков Ю.А., Грибініченко М.В., Гончаров А.В. Системи охолодження, вентиляції та опалення автомобілів: Монографія. Луганськ: СНУ ім. В. Даля. 2006. 248 с.

18. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. Київ: Знання-Прес, 2004. 478 с.

19. Наказ Міністерства транспорту України “Про правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів” від 11.11.2002 р., № 792: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0122-03>.

20. Сахно В. П. Вплив перекоосу мостів причіпних ланок на показники стійкості автопоїзда / В. П. Сахно, В. М. Поляков, О. М. Тімков, М. І. Файчук, В. М. Босенко, Д. Л. Мойся // *Автошляховик України: Науково-виробничий журнал*. № 4 (246). 2015. С. 16 – 21.

21. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ / А.П. Солтус. Київ: Арістей, 2010. 155 с.
22. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 176 с.
23. Стійкість дорожньо-транспортних засобів. Терміни та визначення : ДСТУ 3736:98. – [Чинний від 1999-07-01]. Офіційне видання. Київ: Держстандарт України, 1999. III, 11 с. (Державний стандарт України).
24. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.
25. Типове положення про систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті. *Перевізник*. Червень, 2004. №7. С. 18- 20.
26. Шевчук Р. С. Економічна оцінка спеціалізованої сільсько-подарської техніки: Методичні рекомендації. / Р. С. Шевчук, О. М. Крупич. Львів, 1994. 27 с.
27. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник / Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.

ДОДАТКИ

0,000	-	7,052	-
0,000	-	7,052	-
0,000	0,764	7,052	0,082
0,000	4,608	7,052	0,490
0,000	12,100	7,051	1,435
0,000	4,058	7,051	0,545
0,000	4,023	7,051	0,618
0,000	4,023	7,050	0,618
0,000	4,023	7,050	0,618
0,000	-	7,050	-
0,000	0,754	7,050	0,084
0,000	3,663	7,050	0,472
0,000	3,663	7,050	0,472
0,000	3,663	7,050	0,472
0,000	-	7,050	-
0,000	7,000	7,050	0,697
0,000	17,347	7,049	2,231
0,000	13,568	7,049	2,446
0,000	5,629	7,048	0,870
0,000	7,892	7,048	0,947
0,000	8,354	7,047	1,033
2,770	8,593	7,047	1,108
0,000	34,578	7,045	6,412
0,000	11,318	7,044	1,770
0,000	27,454	7,043	3,632
0,000	41,335	7,042	6,378
0,000	39,657	7,041	6,895
0,000	37,579	7,039	7,135
10,968	27,792	7,037	7,135
12,430	27,792	7,035	7,135
14,112	27,792	7,033	5,765
16,010	17,656	7,031	2,814
18,196	18,983	7,030	3,098
20,218	37,198	7,029	6,264
22,471	37,198	7,026	6,264
24,802	18,866	7,024	3,327
27,254	18,236	7,023	3,273
41,765	18,958	7,021	3,456
40,935	18,958	7,018	3,456
43,445	18,958	7,017	3,456
43,371	18,400	7,015	3,411
43,366	18,400	7,013	3,411
41,118	18,400	7,010	3,411
42,597	-	7,009	-
41,398	-	7,007	-
42,641	-	7,006	-
42,500	-	7,002	-
42,510	-	7,001	-
44,327	-	6,999	-
43,488	19,700	6,998	3,683
45,247	18,874	6,995	3,586
45,247	18,874	6,993	3,586
46,262	18,874	6,991	3,586
46,557	-	6,990	-
46,049	17,724	6,987	3,455
47,122	18,733	6,985	3,714
43,903	18,733	6,983	3,714
46,564	18,281	6,982	3,758
48,211	19,069	6,978	3,976
49,825	19,006	6,976	4,042

48,925	19,006	6,975	4,042
50,298	18,321	6,971	3,935
49,751	18,321	6,969	3,935
51,145	18,388	6,967	4,045
54,643	18,388	6,966	4,045
54,775	19,032	6,962	4,248
52,375	19,032	6,960	4,248
52,431	19,032	6,958	4,248
55,894	-	6,956	-
55,099	-	6,953	-
53,298	-	6,951	-
52,568	18,498	6,949	4,201
52,707	18,498	6,947	4,201
53,796	19,598	6,943	4,454
52,334	19,598	6,941	4,454
51,428	19,598	6,939	4,454
50,759	18,687	6,937	4,248
52,269	18,687	6,934	4,248
52,790	18,687	6,932	4,248
52,768	-	6,930	-
53,122	-	6,926	-
54,237	-	6,924	-
52,875	-	6,923	-
51,878	-	6,921	-
54,132	-	6,917	-
54,665	-	6,915	-
52,512	-	6,913	-
54,011	-	6,909	-
55,659	-	6,907	-
54,773	-	6,905	-
52,086	-	6,903	-
53,870	-	6,900	-
53,731	-	6,898	-
51,219	-	6,896	-
51,310	18,903	6,894	4,224
51,675	18,903	6,891	4,224
51,382	18,903	6,889	4,224
52,471	18,468	6,887	4,220
52,444	18,468	6,884	4,220
53,051	18,468	6,882	4,220
53,743	-	6,880	-
52,799	18,214	6,878	4,236
53,107	18,214	6,874	4,236
53,539	18,214	6,872	4,236
53,872	-	6,870	-
55,021	18,351	6,867	4,345
55,855	18,351	6,865	4,345
56,641	18,351	6,863	4,345
55,746	-	6,861	-
55,027	-	6,857	-
51,576	-	6,856	-
48,071	-	6,854	-
43,975	-	6,853	-
38,479	-	6,851	-
35,009	13,099	6,850	2,351
33,667	27,538	6,849	5,335
32,889	55,767	6,846	12,067
34,777	55,190	6,845	13,194
36,074	45,264	6,843	10,773
38,583	45,264	6,842	10,773

40,329	45,264	6,839	10,773
41,192	36,237	6,837	10,773
43,268	18,643	6,836	10,773
44,924	37,131	6,834	7,538
46,129	18,717	6,831	3,876
47,978	18,717	6,829	3,876
47,946	19,178	6,827	4,069
47,919	19,178	6,825	4,069
49,125	19,014	6,822	4,091
49,416	19,014	6,820	4,091
47,687	19,014	6,818	4,091
49,599	-	6,815	-
50,046	-	6,813	-
50,087	-	6,812	-
48,895	-	6,810	-
48,176	-	6,807	-
47,035	19,010	6,805	3,942
47,038	19,385	6,804	4,100
45,663	19,385	6,802	4,100
48,500	19,385	6,798	4,100
49,657	-	6,797	-
48,291	-	6,795	-
46,010	-	6,793	-
47,453	-	6,790	-
48,893	-	6,789	-
48,802	-	6,787	-
48,917	35,966	6,784	7,175
48,260	19,494	6,782	3,998
48,193	19,494	6,781	3,998
47,176	18,343	6,779	3,847
48,443	18,697	6,775	4,011
47,896	18,228	6,774	3,960
49,820	18,228	6,772	3,960
50,700	18,228	6,770	3,960
52,762	-	6,767	-
51,324	18,522	6,765	4,001
51,660	18,522	6,764	4,001
53,487	18,459	6,760	4,090
53,035	19,152	6,758	4,276
52,697	19,152	6,757	4,276
51,606	19,152	6,755	4,276
52,029	-	6,751	4,276
52,872	-	6,749	4,276
53,596	-	6,748	4,276
52,918	-	6,746	4,276
52,266	-	6,742	4,276
50,472	-	6,740	4,276
50,833	-	6,739	4,276
52,205	-	6,737	4,276
52,786	-	6,733	4,276
53,937	-	6,731	4,276
55,249	-	6,730	-
55,338	-	6,728	-
55,308	-	6,724	-
54,941	-	6,723	-
54,993	-	6,721	-
54,916	-	6,717	-
52,703	-	6,716	-
50,720	-	6,714	-
49,818	-	6,712	-

48,593	-	6,709	-
48,234	-	6,708	-
45,041	-	6,706	-
42,295	-	6,705	-
38,507	-	6,703	-
34,008	-	6,702	-
29,631	13,243	6,701	2,023
26,409	52,891	6,699	9,226
22,108	53,789	6,698	10,688
16,030	53,341	6,697	11,891
17,741	43,880	6,695	9,990
21,893	43,880	6,693	9,990
26,240	38,027	6,691	6,965
30,741	37,331	6,690	7,179
32,948	36,804	6,687	7,360
33,941	18,669	6,685	3,836
35,479	18,669	6,683	3,836
35,368	17,971	6,682	3,771
37,707	19,745	6,679	4,219
41,331	18,110	6,677	3,910
43,425	19,551	6,675	4,256
47,390	19,551	6,673	4,256
50,137	19,551	6,670	4,256
52,158	-	6,668	5,374
48,198	-	6,666	5,374
49,001	-	6,663	5,374
50,909	-	6,662	6,081
57,854	-	6,660	6,736
60,445	-	6,657	7,118
54,599	-	6,656	7,630
47,718	-	6,654	7,630
39,689	-	6,653	7,630
40,697	-	6,652	7,630
36,958	-	6,649	-
28,953	26,355	6,648	5,613
26,120	14,028	6,647	3,137
27,369	26,092	6,644	6,167
29,200	41,003	6,643	10,204
28,742	13,404	6,641	3,468
30,771	14,380	6,639	3,416
31,282	14,380	6,637	3,416
33,649	18,214	6,636	3,530
37,592	18,890	6,634	3,656
40,936	18,890	6,631	3,656
42,610	18,890	6,630	3,656
43,431	-	6,628	1,227
43,449	-	6,626	4,410
42,636	-	6,624	5,102
41,244	-	6,623	8,039
37,134	-	6,622	2,176
35,857	-	6,620	4,475
34,755	-	6,619	7,709
34,690	-	6,618	5,112
33,906	-	6,616	5,727
32,270	-	6,615	5,727
33,113	-	6,614	6,023
30,063	-	6,613	2,961
28,343	-	6,612	2,040
26,415	-	6,611	1,890
24,599	-	6,611	1,451

21,256	7,905	6,610	1,227
19,442	25,156	6,609	4,410
20,885	24,369	6,608	5,102
21,971	33,302	6,607	8,039
24,515	11,544	6,607	2,176
26,377	26,039	6,605	4,475
27,387	41,272	6,604	7,709
35,009	25,369	6,603	5,112
36,673	26,879	6,602	5,727
36,986	26,879	6,599	5,727
37,338	27,140	6,598	6,023
37,377	13,021	6,596	2,961
38,839	13,298	6,595	3,081
39,526	13,479	6,593	3,201
40,457	13,479	6,591	3,201
41,066	13,479	6,590	3,201
41,731	-	6,587	-
41,642	17,728	6,586	3,071
41,557	17,728	6,585	3,071
41,611	17,918	6,583	3,174
42,500	17,918	6,581	3,174
43,440	17,918	6,579	3,174
44,476	18,574	6,578	3,304
43,186	18,574	6,575	3,304
43,066	18,574	6,574	3,304
42,550	17,680	6,572	3,216
45,565	17,680	6,570	3,216
45,541	17,680	6,568	3,216
44,031	-	6,567	-
43,054	-	6,566	-
42,977	-	6,563	-
43,040	-	6,561	-
42,562	-	6,560	-
42,428	-	6,559	-
42,069	-	6,556	-
41,157	-	6,555	-
39,943	-	6,554	-
38,277	-	6,552	-
36,910	-	6,550	-
35,348	-	6,549	-
Σ		6,821	4,479

0,000	-	6,525	-
0,000	-	6,525	-
0,000	0,764	6,525	0,082
0,000	4,608	6,525	0,490
0,000	12,100	6,524	1,435
0,000	4,058	6,524	0,545
0,000	4,023	6,524	0,618
0,000	4,023	6,523	0,618
0,000	4,023	6,523	0,618
0,000	-	6,523	-
0,000	0,754	6,523	0,084
0,000	3,663	6,523	0,472
0,000	3,663	6,523	0,472
0,000	3,663	6,523	0,472
0,000	-	6,523	-
0,000	7,000	6,523	0,697
0,000	17,347	6,522	2,231
0,000	13,568	6,522	2,446
0,000	5,629	6,521	0,870
0,000	7,892	6,521	0,947
0,000	8,354	6,520	1,033
2,770	8,593	6,520	1,108
0,000	34,578	6,518	6,412
0,000	11,318	6,517	1,770
0,000	27,454	6,516	3,632
0,000	41,335	6,515	6,378
0,000	39,657	6,514	6,895
0,000	37,579	6,512	7,135
10,968	27,792	6,510	5,765
12,430	27,792	6,508	5,765
14,112	27,792	6,506	5,765
16,010	17,656	6,504	2,814
18,196	18,983	6,503	3,098
20,218	37,198	6,502	6,264
22,471	37,198	6,499	6,264
24,802	18,866	6,497	3,327
27,254	18,236	6,496	3,273
41,765	18,958	6,494	3,456
40,935	18,958	6,491	3,456
43,445	18,958	6,490	3,456
43,371	18,400	6,488	3,411
43,366	18,400	6,486	3,411
41,118	18,400	6,483	3,411
42,597	-	6,482	-
41,398	-	6,480	-
42,641	-	6,479	-
42,500	-	6,475	-
42,510	-	6,474	-
44,327	-	6,472	-
43,488	19,700	6,471	3,683
45,247	18,874	6,468	3,586
45,247	18,874	6,466	3,586
46,262	18,874	6,464	3,586
46,557	-	6,463	-
46,049	17,724	6,460	3,455
47,122	18,733	6,458	3,714
43,903	18,733	6,456	3,714
46,564	18,281	6,455	3,758
48,211	19,069	6,451	3,976

49,825	19,006	6,449	4,042
48,925	19,006	6,448	4,042
50,298	18,321	6,444	3,935
49,751	18,321	6,442	3,935
51,145	18,388	6,440	4,045
54,643	18,388	6,439	4,045
54,775	19,032	6,435	4,248
52,375	19,032	6,433	4,248
52,431	19,032	6,431	4,248
55,894	-	6,429	-
55,099	-	6,426	-
53,298	-	6,424	-
52,568	18,498	6,422	4,201
52,707	18,498	6,420	4,201
53,796	19,598	6,416	4,454
52,334	19,598	6,414	4,454
51,428	19,598	6,412	4,454
50,759	18,687	6,410	4,248
52,269	18,687	6,407	4,248
52,790	18,687	6,405	4,248
52,768	-	6,403	-
53,122	-	6,399	-
54,237	-	6,397	-
52,875	-	6,396	-
51,878	-	6,394	-
54,132	-	6,390	-
54,665	-	6,388	-
52,512	-	6,386	-
54,011	-	6,382	-
55,659	-	6,380	-
54,773	-	6,378	-
52,086	-	6,376	-
53,870	-	6,373	-
53,731	-	6,371	-
51,219	-	6,369	-
51,310	18,903	6,367	4,224
51,675	18,903	6,364	4,224
51,382	18,903	6,362	4,224
52,471	18,468	6,360	4,220
52,444	18,468	6,357	4,220
53,051	18,468	6,355	4,220
53,743	-	6,353	-
52,799	18,214	6,351	4,236
53,107	18,214	6,347	4,236
53,539	18,214	6,345	4,236
53,872	-	6,343	-
55,021	18,351	6,340	4,345
55,855	18,351	6,338	4,345
56,641	18,351	6,336	4,345
55,746	-	6,334	-
55,027	-	6,330	-
51,576	-	6,329	-
48,071	-	6,327	-
43,975	-	6,326	-
38,479	-	6,324	-
35,009	13,099	6,323	2,351
33,667	27,538	6,322	5,335
32,889	55,767	6,319	12,067
34,777	55,190	6,318	13,194

36,074	45,264	6,316	10,773
38,583	45,264	6,315	10,773
40,329	45,264	6,312	10,773
41,192	36,237	6,310	6,894
43,268	18,643	6,309	3,683
44,924	37,131	6,307	7,538
46,129	18,717	6,304	3,876
47,978	18,717	6,302	3,876
47,946	19,178	6,300	4,069
47,919	19,178	6,298	4,069
49,125	19,014	6,295	4,091
49,416	19,014	6,293	4,091
47,687	19,014	6,291	4,091
49,599	-	6,288	-
50,046	-	6,286	-
50,087	-	6,285	-
48,895	-	6,283	-
48,176	-	6,280	-
47,035	19,010	6,278	3,942
47,038	19,385	6,277	4,100
45,663	19,385	6,275	4,100
48,500	19,385	6,271	4,100
49,657	-	6,270	-
48,291	-	6,268	-
46,010	-	6,266	-
47,453	-	6,263	-
48,893	-	6,262	-
48,802	-	6,260	-
48,917	35,966	6,257	7,175
48,260	19,494	6,255	3,998
48,193	19,494	6,254	3,998
47,176	18,343	6,252	3,847
48,443	18,697	6,248	4,011
47,896	18,228	6,247	3,960
49,820	18,228	6,245	3,960
50,700	18,228	6,243	3,960
52,762	-	6,240	-
51,324	18,522	6,238	4,001
51,660	18,522	6,237	4,001
53,487	18,459	6,233	4,090
53,035	19,152	6,231	4,276
52,697	19,152	6,230	4,276
51,606	19,152	6,228	4,276
52,029	-	6,224	-
52,872	-	6,222	-
53,596	-	6,221	-
52,918	-	6,219	-
52,266	-	6,215	-
50,472	-	6,213	-
50,833	-	6,212	-
52,205	-	6,210	-
52,786	-	6,206	-
53,937	-	6,204	-
55,249	-	6,203	-
55,338	-	6,201	-
55,308	-	6,197	-
54,941	-	6,196	-
54,993	-	6,194	-
54,916	-	6,190	-

52,703	-	6,189	-
50,720	-	6,187	-
49,818	-	6,185	-
48,593	-	6,182	-
48,234	-	6,181	-
45,041	-	6,179	-
42,295	-	6,178	-
38,507	-	6,176	-
34,008	-	6,175	-
29,631	13,243	6,174	2,023
26,409	52,891	6,172	9,226
22,108	53,789	6,171	10,688
16,030	53,341	6,170	11,891
17,741	43,880	6,168	9,990
21,893	43,880	6,166	9,990
26,240	38,027	6,164	6,965
30,741	37,331	6,163	7,179
32,948	36,804	6,160	7,360
33,941	18,669	6,158	3,836
35,479	18,669	6,156	3,836
35,368	17,971	6,155	3,771
37,707	19,745	6,152	4,219
41,331	18,110	6,150	3,910
43,425	19,551	6,148	4,256
47,390	19,551	6,146	4,256
50,137	19,551	6,143	4,256
52,158	-	6,141	-
48,198	-	6,139	-
49,001	-	6,136	-
50,909	-	6,135	-
57,854	-	6,133	-
60,445	-	6,130	-
54,599	-	6,129	-
47,718	-	6,127	-
39,689	-	6,126	-
40,697	-	6,125	-
36,958	-	6,122	-
28,953	26,355	6,121	5,613
26,120	14,028	6,120	3,137
27,369	26,092	6,117	6,167
29,200	41,003	6,116	10,204
28,742	13,404	6,114	3,468
30,771	14,380	6,112	3,416
31,282	14,380	6,110	3,416
33,649	18,214	6,109	3,530
37,592	18,890	6,107	3,656
40,936	18,890	6,104	3,656
42,610	18,890	6,103	3,656
43,431	-	6,101	-
43,449	-	6,099	-
42,636	-	6,097	-
41,244	-	6,096	-
37,134	-	6,095	-
35,857	-	6,093	-
34,755	-	6,092	-
34,690	-	6,091	-
33,906	-	6,089	-
32,270	-	6,088	-
33,113	-	6,087	-

30,063	-	6,086	-
28,343	-	6,085	-
26,415	-	6,084	-
24,599	-	6,084	-
21,256	7,905	6,083	1,227
19,442	25,156	6,082	4,410
20,885	24,369	6,081	5,102
21,971	33,302	6,080	8,039
24,515	11,544	6,080	2,176
26,377	26,039	6,078	4,475
27,387	41,272	6,077	7,709
35,009	25,369	6,076	5,112
36,673	26,879	6,075	5,727
36,986	26,879	6,072	5,727
37,338	27,140	6,071	6,023
37,377	13,021	6,069	2,961
38,839	13,298	6,068	3,081
39,526	13,479	6,066	3,201
40,457	13,479	6,064	3,201
41,066	13,479	6,063	3,201
41,731	-	6,060	-
41,642	17,728	6,059	3,071
41,557	17,728	6,058	3,071
41,611	17,918	6,056	3,174
42,500	17,918	6,054	3,174
43,440	17,918	6,052	3,174
44,476	18,574	6,051	3,304
43,186	18,574	6,048	3,304
43,066	18,574	6,047	3,304
42,550	17,680	6,045	3,216
45,565	17,680	6,043	3,216
45,541	17,680	6,041	3,216
44,031	-	6,040	-
43,054	-	6,039	-
42,977	-	6,036	-
43,040	-	6,034	-
42,562	-	6,033	-
42,428	-	6,032	-
42,069	-	6,029	-
41,157	-	6,028	-
39,943	-	6,027	-
38,277	-	6,025	-
36,910	-	6,023	-
35,348	-	6,022	-
Σ		6,253	4,297