

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

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»


Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: «Розробка конструкції елементів пасивної безпеки для вантажного автомобіля»

Шифр: КРБАТ 25.22119.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група АТс -22-1  Б.Р. Волянський

Керівник

 д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

ч 06 2025_р.

Хмельницький, 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»
Спеціалізація: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедрою ТАМ
_____ Диха О.В. _____
" 10 " квітня 2025 р. _____

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Волянський Богуслав Романович

1. Тема проекту:

«Розробка конструкції елементів пасивної безпеки для вантажного автомобіля»

керівник проекту: Диха Олександр Володимирович, д.т.н., проф.

Затверджено наказом університету від 7 лютого 2025р. № 26

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на будову та обслуговування систем безпеки автомобіля.*
- 2) *Технологічний процес монтажу елементів безпеки автомобіля.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

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

1. *Аналіз конструкцій систем пасивної безпеки автомобіля*
2. *Тягово-динамічний розрахунок автомобіля*
3. *Розробка подушок безпеки для автомобіля*
4. *Розробка технологічного процесу монтажу подушок безпеки*

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання: 10 квітня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз конструкцій систем пасивної безпеки автомобіля	1.05.2025	
2	Тягово-динамічний розрахунок автомобіля	15.05.2025	
3	Розробка подушок безпеки для автомобіля	25.05.2025	
4	Розробка технологічного процесу монтажу подушок безпеки	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент

 Волянський Б.Р.

Керівник роботи

 Диха О.В.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 84 сторінок, кількість рисунків – 34, таблиць – 15, додатків – 2, кількість джерел згідно із переліком посилань – 11.

Студент гр. АТс-22-2 Волянський Б.Р.

Тема «Розробка конструкції елементів пасивної безпеки для вантажного автомобіля»

Ця кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці подушок безпеки для автомобілів з метою підвищення рівня пасивної безпеки та зниження наслідків ДТП. Розробка нових та вдосконалення існуючих систем пасивної безпеки, таких як подушки безпеки, сприяють зниженню травматизму та смертності в ДТП, що є актуальним завданням у сфері автотранспорту.

Мета роботи: Розробка та впровадження подушок безпеки для вантажного автомобіля з метою підвищити безпеку, надійність та функціональність даного автомобіля.





Завдання роботи:

1. Аналіз конструкції систем пасивної безпеки, у тому числі застосовуваних на вантажних автомобілях;
2. Формування пропозицій по розробці конструкції подушок безпеки для автомобіля ;
3. Проведення необхідних конструкторських розрахунків;
4. Розробка необхідних технологічних операцій складання розробленої подушки безпеки;
5. Розробка вимог по безпеки організації і проведення складальних робіт;

Перелік ключових слів: вантажні автомобілі, системи пасивної безпеки, конструкція подушок безпеки, технологічний процес збирання

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Аналіз конструкцій систем пасивної безпеки автомобіля	9
1.1 Поняття та елементи пасивної безпеки транспортних засобів.....	9
1.2 Еволюція систем безпеки автомобілів	13
1.3 Оцінка пасивної безпеки автомобілів за допомогою манекенів	15
1.4. Порядок проведення сертифікаційних вантажних випробувань автомобілів на безпеку	18
2 Тягово-динамічний розрахунок автомобіля	21
2.1 Вихідні дані для розрахунку	21
2.2 Визначення зовнішньої швидкісної характеристики двигуна	22
2.3 Розрахунок силового балансу	23
2.4 Розрахунок динамічного фактора	25
2.5 Розрахунок потужнісного балансу	26
2.6 Розрахунок прискорень транспортного засобу	28
3 Розробка подушок безпеки для автомобіля	31
3.1 Пристрій та принцип роботи подушок безпеки транспортних засобів коштів	31
3.2 Розробка кінематичної схеми проектованого устрою.....	34
3.3 Конструкторські розрахунки елементів системи безпеки	40

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Волянський				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Диха				4	80	
Н.контр.	Бабак				ХНУ, гр. АТс-22-2		
Затвер	Диха						

4 Розробка технологічного процесу монтажу подушок безпеки	48
5 Безпека та екологічність ділянки механічного складання	52
5.1 Конструктивно-технологічна та організаційно-технічна характеристика технічного об'єкта	52
5.2 Ідентифікація професійних ризиків	55
5.3 Методи та способи зниження професійних ризиків	55
5.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкта	57
5.5 Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкта	59
Висновок.....	60
Список використаної літератури та джерел.....	63

Додатки

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		5

Вступ

У сучасному світі безпека на дорогах залишається одним із пріоритетних напрямків в автомобільній індустрії. Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) часто є причиною тяжких травм і навіть загибелі людей, тому розробка та вдосконалення систем пасивної безпеки, включаючи подушки безпеки, відіграють ключову роль у захисті життя та здоров'я водіїв та пасажирів.

Ця кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці подушок безпеки для автомобілів з метою підвищення рівня пасивної безпеки та зниження наслідків ДТП. Розробка нових та вдосконалення існуючих систем пасивної безпеки, таких як подушки безпеки, сприяють зниженню травматизму та смертності в ДТП, що є актуальним завданням у сфері автотранспорту. Робота над розробкою подушок безпеки передбачає впровадження новітніх технологій, матеріалів та конструкцій, що сприяє технологічному розвитку та інноваціям в автомобільній галузі.

В умовах суворих норм та вимог до пасивної безпеки автотранспорту розробка подушок безпеки для автомобілів є необхідним кроком для відповідності стандартам та забезпечення безпеки водіїв та пасажирів. Впровадження власних розробок у галузі безпеки автомобілів дозволяє компанії підвищити свою репутацію як виробника, що приділяє увагу безпеці і підвищити свою конкурентоспроможність на ринку. Розробка безпечних автомобільних систем сприяє громадській безпеці, зниженню ризику травматизму та загибелі на дорогах, що має важливе соціальне значення. Таким чином, розробка подушок безпеки для автомобілів не лише є актуальною темою з погляду безпеки на дорогах та технологічного прогресу, а й має важливе соціальне та економічне значення для суспільства загалом.

Пасивна безпека автомобілів є сукупністю елементів та систем, призначених для мінімізації наслідків дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та захисту пасажирів у разі аварій.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Основні елементи пасивної безпеки автомобілів включають кілька різних елементів.

Подушки безпеки (airbags). Це один із найважливіших елементів пасивної безпеки. Подушки безпеки розгортаються при сильному ударі або зіткненні, щоб запобігти контакту пасажирів з жорсткими елементами салону та зменшити ймовірність отримання серйозних травм.

Паси безпеки є фундаментальним елементом пасивної безпеки. Вони запобігають переміщенню пасажирів під час аварії, утримуючи їх на місці та знижуючи ймовірність отримання тяжких травм.

Штатні системи кріплення дитячих крісел. Для безпеки маленьких пасажирів в автомобілі необхідні спеціальні системи кріплення дитячих крісел, що зменшують ризик травм у разі ДТП.

Зони деформації кузова. Конструкція автомобілів передбачає спеціальні зони, здатні поглинати енергію зіткнення та пом'якшувати удар, захищаючи пасажирів.

Системи запобігання перекиданню. Для вантажних автомобілів, таких як , важливі системи запобігання перекиданню, які допомагають запобігти небезпечним сценаріям при екстремальних маневрах.

Ці елементи та системи працюють у взаємодії один з одним, створюючи інтегровану систему пасивної безпеки, мета якої

- захист життя та здоров'я пасажирів у разі аварійних ситуацій на дорозі.

У даному проекті буде здійснено аналіз існуючих систем подушок безпеки, їх характеристик та застосування, а також проведено розробку нових концепцій та технічних рішень для інтеграції подушок безпеки до автомобілів . Планується дослідження матеріалів, конструкцій та технологій, а також проведення випробувань з метою забезпечення максимальної ефективності та надійності системи безпеки.

Дане дослідження не тільки сприяє покращенню безпеки на дорогах, а й сприяє технологічному розвитку автомобільної галузі, підвищенню

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

конкурентоспроможності компанії та забезпеченню відповідності високим стандартам безпеки.

Мета роботи:

Розробка та впровадження подушок безпеки для вантажного автомобіля з метою підвищити безпеку, надійність та функціональність даного автомобіля.

Завдання роботи:

1. Аналіз конструкції систем пасивної безпеки, у тому числі застосовуваних на вантажних автомобілях;
2. Формування пропозицій по розробці конструкції подушок безпеки для автомобіля ;
3. Проведення необхідних конструкторських розрахунків;
4. Розробка необхідних технологічних операцій складання розробленої подушки безпеки;
5. Розробка вимог по безпеки організації і проведення складальних робіт;
6. Розрахунок економічного ефекту від застосування конструкції у виробництво.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. Аналіз конструкцій систем пасивної безпеки автомобіля

1.1 Поняття та елементи пасивної безпеки транспортних засобів

Пасивна безпека передбачає сукупність таких властивостей автомобіля, які знижують ймовірність нанесення та тяжкість травм водію та пасажиром у разі зіткнення автомобіля із зовнішньою перешкодою (внутрішня безпека), а також пішоходам, велосипедистам та мотоциклістам (скутеристам) при наїзді на них (зовнішня безпека) [3]

Аналіз статистики дорожньо-транспортних пригод, в яких постраждали або загинули люди, показав, що найімовірнішим місцем, яким стикається автомобіль, є передня ліва (точніше водійська) сторона – 32% (рисунок 1). А якщо врахувати ДТП середньою та правою передньою частинами автомобіля – то це все 64%. Таким чином, лобове зіткнення є найімовірнішим. Перекидання трапляється лише в 10% ДТП, хоча ймовірність загибелі людей при цьому набагато більше. Висока ймовірність тяжких наслідків і при ударі збоку.

Ймовірність отримання травм водієм та пасажиром при ДТП залежить від багатьох факторів, включаючи тип зіткнення, швидкість автомобіля, наявність або відсутність систем пасивної безпеки, а також інші обставини. При фронтальному зіткненні ймовірність травм у водія і пасажирів велика, особливо якщо вони не пристебнуті ременями безпеки. У такому разі можливі серйозні травми голови, шиї, грудної клітки та кінцівок. У разі бокового зіткнення ймовірність отримання травм у пасажирів збільшується через відсутність захисту зони деформації кузова. Травми за таких зіткнень можуть включати ушкодження органів внутрішнього дихання, травми грудної клітки та тазу.

При перевероті автомобіля ймовірність травм у водія та пасажирів також висока. Водії та пасажирів, не пристебнуті ременями безпеки, можуть отримати травми голови, шиї та хребта через сильний удар або скидання сили під час перекидання.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Використання систем пасивної безпеки, таких як подушки безпеки, ремені безпеки та зони деформації кузова значно знижує ймовірність серйозних травм при різних типах зіткнень. Ці елементи допомагають поглинати енергію удару та запобігати переміщенню пасажирів, що суттєво зменшує ризик отримання серйозних пошкоджень.

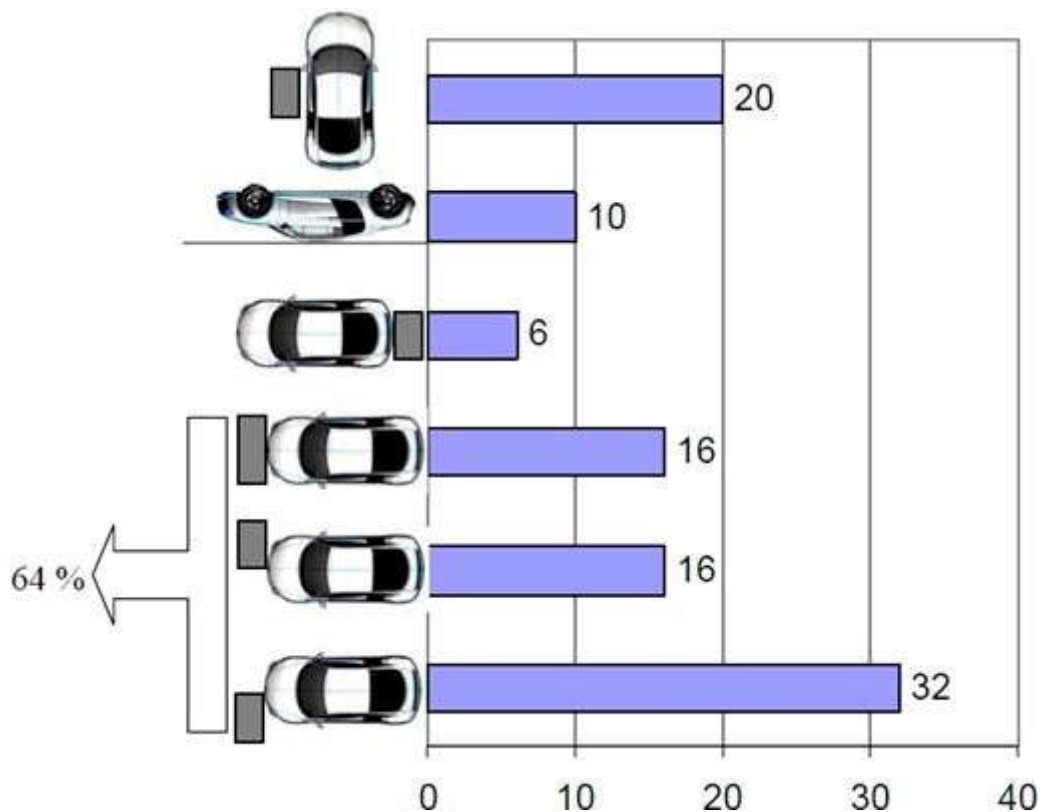


Рисунок 1 – Розподіл ДТП, у яких були постраждалі або загиблі, за видом зіткнення, %

Тяжкість ДТП з транспортним засобом може бути визначена різними факторами.

Основним фактором, що впливає на тяжкість наслідків, залишається швидкість транспортних засобів. Чим вища швидкість зіткнення, тим серйозніші наслідки можуть бути як для учасників ДТП, так і для самого транспортного засобу. Висока швидкість збільшує кінетичну енергію та силу удару, що робить ДТП важчим.

Другим за значимістю фактором є напрям удару при ДТП. Різні типи

зіткнень, такі як фронтальне, бічне, заднє зіткнення або переверот, можуть мати різні ступені тяжкості. Наприклад, фронтальне зіткнення зазвичай вважається найнебезпечнішим. Кут, під яким відбувається зіткнення, може суттєво впливати на тяжкість наслідків ДТП. Наприклад, бічне зіткнення під прямим кутом зазвичай краще поглинається кузовом, ніж під гострим кутом. Наявність і правильне використання систем пасивної безпеки, таких як ремені безпеки, подушки безпеки та ін, можуть значно знизити тяжкість наслідків ДТП. Дорожні умови, такі як стан дороги, видимість, наявність перешкод та дорожніх знаків також можуть вплинути на тяжкість ДТП. Наявність дефектів у технічному стані транспортного засобу, таких як несправності гальмівної системи або шин, також може суттєво вплинути на тяжкість ДТП.

Враховуючи ці фактори, важливо дотримуватись правил дорожнього руху, забезпечувати технічну справність автомобіля та використовувати всі доступні засоби пасивної безпеки для мінімізації наслідків можливих ДТП.

Статистичний аналіз ДТП показав, що у більшості випадків водії вживають екстреного гальмування, але повністю загасити швидкість не встигають. Тому краш-тести проводять на швидкості 56 ... 64 км / год - це та швидкість, до якої встигають сповільнитися автомобілі. Пасивна безпека автомобілів включає різні напрями і технології для захисту пасажирів у разі аварії. Ось кілька основних напрямів, якими реалізується пасивна безпека автомобілів:

- створення більш міцної та жорсткої конструкції рами та кузова автомобіля, що сприяє поглинанню енергії зіткнення та захисту пасажирів;
- ремені безпеки є одним із найважливіших засобів пасивної безпеки, вони запобігають переміщенню пасажирів під час аварії та зменшують ймовірність серйозних травм;
- подушки безпеки (пасажирські та водійські) активуються при сильному зіткненні, щоб запобігти травмам голови та торсу у пасажирів;
- сучасні автомобілі мають зони деформації, які спеціально розроблені для поглинання енергії зіткнення та зниження впливу на пасажирів;

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- спеціальні скла (наприклад, лобове скло) можуть бути розроблені таким чином, щоб запобігти руйнуванню та забезпечити безпеку пасажирів при аварії;

- системи керування стабільністю допомагають запобігти втраті керування автомобілем в екстремальних ситуаціях, що сприяє зниженню ризику виникнення ДТП;

- двері та спеціально розроблені сидіння також можуть сприяти пасивній безпеці автомобіля, запобігаючи попаданню пасажирів у небезпечні ситуації під час ДТП.

Колективно ці елементи пасивної безпеки допомагають зменшити травматизм при аваріях та забезпечити великий захист для пасажирів.

Для створення зон кузова з програмованим деформуванням використовують різні матеріали: наприклад, межа міцності листової сталі різних елементів конструкції кузова коливається не більше від 140 до 1200 МПа, змінюється товщина елементів, перетин, конфігурація. Деякі зони спеціально послаблюються, деякі посилюються.

Однак проблему можна вирішити тільки комплексно: створюється зона розподілу та перерозподілу навантаження від бампера на обидва лонжерони автомобіля, підсилювачі крил, поперечки тощо. Зона розміщення людей, навпаки, повинна витримати всі удари без істотних деформацій, забезпечуючи життєвий простір усередині автомобіля. Утримуючі системи – ремені безпеки, переднатягувачі ременів – повинні забезпечити синхронне уповільнення автомобіля та пасажирів. Найкращих результатів можна досягти за рахунок застосування багатоточкових ременів безпеки, що встановлюються на спортивних автомобілях.

Перерозподіл енергії удару забезпечують такі системи, як обмежувачі зусилля на ремені, подушки безпеки (одно- або двох рівневі, фронтальні та бічні, шторки та поперекові, колінні тощо).

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.2 Еволюція систем безпеки автомобілів

Зрозуміло, перше автомобільне обладнання та спеціальні пристрої створювалися з урахуванням здорового глузду та відповідали рівню розвитку автомобільних технологій. Спочатку автомобіль обзавівся ацетиленовим освітленням кузова, а також примітивною гальмівною системою з черевиками. Але ця система погано поєднувалася з гумовими шинами, тому авто незабаром стали оснащувати спочатку стрічковими, потім барабанными гальмами, які спрацьовували тільки на задніх колесах. Гальмівна система на всі чотири колеса почала встановлюватися тільки з 1910-х років. Еволюція систем безпеки автомобілів є дивовижним прикладом технологічного розвитку, спрямованого на захист життя та здоров'я пасажирів та учасників дорожнього руху.

Один із перших значних кроків у галузі безпеки автомобілів було впровадження триточкових ременів безпеки у 1959 році. Це був ключовий момент, який скоротив ризик серйозних травм під час аварії.

На початку 50-х років минулого століття багато автовиробників почали проводити краш-тести своїх автомобілів. Ті ж роки з'явилися перші ремені безпеки, якими стали оснащувати салони автомобілів Ford. Цікаво зауважити, що перший патент на автомобільний ремінь був виданий ще в 1885 р. американцю Едварду Клегхорну, який винайшов двоточковий ремінь безпеки. У 1956 р. невдовзі після того, як двоточковий ремінь безпеки набув широкого поширення, автомобілі марки Volvo стали комплектуватися більш надійними триточковими ременями безпеки. Потім такі ремені зробили «рухливими», що покращило рівень комфорту та безпеки пасажирів. У 1984 р. на ременях безпеки стали встановлювати переднатягувач (піротехнічний пристрій тиску), який дозволяв людині в салоні автомобіля не відчувати скутість та дискомфорт і одночасно підвищував ступінь безпеки ременя в аварійній ситуації.

У 1970-х роках почали з'являтися перші системи пасивної безпеки як подушки безпеки. Ця технологія стала стандартом у сучасних автомобілях та

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

суттєво зменшила травматизм при фронтальних зіткненнях.

Такі системи були введені компанією General Motors у 1973 р. і служили вони для того, щоб запобігти збиткам, які виникають у водія автомобіля при різкому ударі корпусом об рульове колесо, а також забезпечити пасажирам більш впевнений захист у момент аварії. У 1986 Компанія Audi представила систему захисту Proconten, яка в разі зіткнення включала одночасно і подушку безпеки і задіяла ремені, чим і гарантувала захист від травм і пошкоджень. Подальше вдосконалення подушок безпеки призвело до появи в салоні автомобіля бічних подушок безпеки, шторок безпеки, аербегу для захисту колін.

Системи управління стабільністю На початку 2000-х років системи управління стабільністю (ESP) стали широко поширені в автомобілях. Вони допомагають запобігти втраті управління в екстремальних ситуаціях та знизити ймовірність перекидання. З розвитком технологій з'явилися активні системи безпеки, такі як системи попередження про зіткнення, адаптивний круїз-контроль, системи допомоги під час паркування тощо. Вони допомагають запобігти аваріям та знизити ризик травм.

Сучасні автомобілі проектуються з урахуванням зон деформації, які сприяють поглинанню енергії під час зіткнень та захисту пасажирів.

Для того, щоб знизити шкоду, виникнення якої не уникнути при лобовому зіткненні, особлива увага приділялася матеріалам, з яких виробники виготовляли передню частину кузова автомобіля, що деформується під час сильного удару. Багато інших опцій та системи були покликані зберігати життя людям, які перебувають у салоні автомобіля. У 1966 р. на моделях марки Mercedes стали встановлювати кермові колонки особливого типу, які в момент аварії не завдавали водію сильної шкоди. У 1971 р. на автомобілях Saab почали застосовувати енергопоглинаюче лобове скло, а в 1977 р. у дверях моделі Saab 99 стали встановлювати бічні захисні балки. Підголівники, які захищають шию водія та пасажирів у момент зіткнення, з'явилися у 1968 р. у салоні автомобілів Volvo. І лише 1995 р. підголівники покращили рівень своєї безпеки, стали активними. У такому вигляді їх можна було побачити автомобілем Saab 9-5.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Сьогодні автомобілі оснащені цілим комплексом технологій пасивної та активної безпеки, включаючи системи автоматичного гальмування, контролю сліпих зон, повідомлення про вихід зі смуги руху та багато інших.

Ці кроки поступово підвищували рівень безпеки автомобілів та зробили їх надійнішими для пасажирів та всіх учасників дорожнього руху.

1.3 Оцінка пасивної безпеки автомобілів за допомогою манекенів

Оцінка пасивної безпеки автомобілів за допомогою манекенів є звичайною практикою в автомобільній промисловості та наукових дослідженнях.

Критерій, що характеризує здатність організму переносити певне перевантаження протягом заданого проміжку часу без отримання тяжких та незворотних травм, називається переносимість перевантажень. Переносність може бути глобальною та локальною. Глобальною називається навантаження, яке сприймається всім організмом (наприклад, у літаку, у тренувальній центрифугі). Локальні навантаження зустрічаються частіше – удар будь-якої частини тіла об перешкоду. При ДТП на людину діють, головним чином, локальні навантаження, пов'язані із взаємодією різних частин організму з утримуючими системами, насамперед, ременями безпеки. Глобальні навантаження значно менші за локальні, і тому їх, як правило, не враховують (рисунок 2).

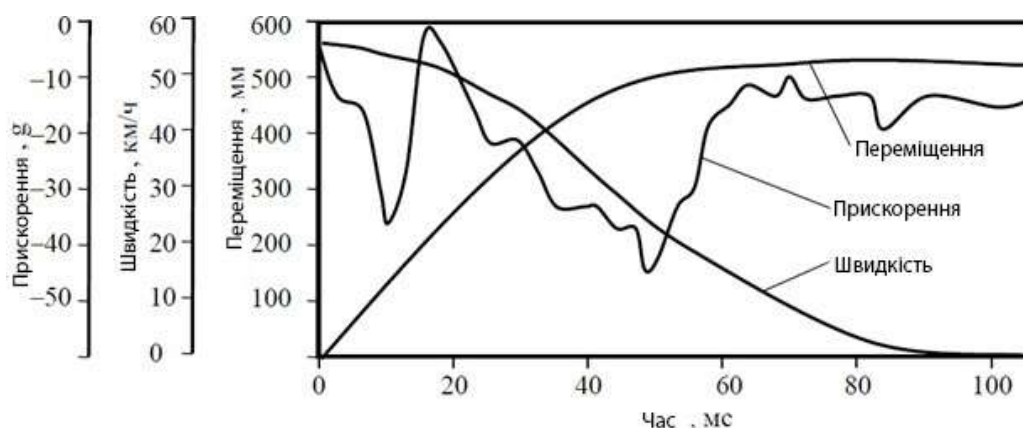


Рисунок 2 – Прискорення, швидкість та переміщення основи середньої стійки (з боку удару) легкового автомобіля при випробуванні.

Тривалість дії навантаження – надзвичайно важливий фактор при ударній взаємодії (рис. 3). Короткі за тривалістю навантаження (а отже, що характеризуються малою амплітудою переміщень частин організму) сприймаються як вібрація. Такі навантаження живий організм переносить відносно легко. Починаючи з деякої тривалості ударного навантаження, пошкодження стають незворотними.

Для голови людини критичною вважається навантаження близько 80g при тривалості впливу більше 3 мс: якщо навантаження не перевищить 72g, то ймовірність травм низька, якщо перевищить 88g, то важкі травми є неминучими.

Для оцінки пасивної безпеки автомобілів фахівці проводять краш-тести з використанням манекенів, які моделюють поведінку людського тіла під час аварії. Ці тести можуть бути фронтальними, бічними, перекатними або іншими залежно від того, які типи аварій розглядаються. Манекени оснащені датчиками, які можуть вимірювати рівень сили удару, тиску на грудну клітку, ушкодження голови і інші параметри, що дозволяють судити про ймовірність отримання серйозних травм людиною в реальній ситуації

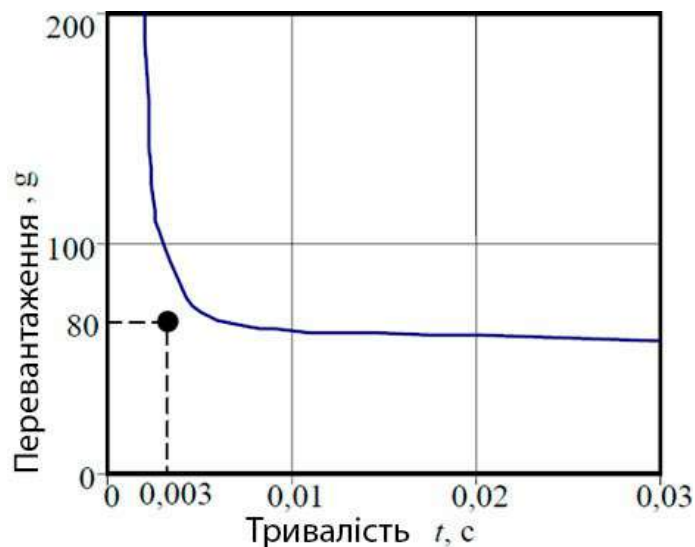


Рисунок 3 – Залежність гранично допустимого середнього уповільнення голови від тривалості удару

Отримані дані з манекенів дозволяють провести детальний аналіз того, як автомобіль поводить себе в аварійних ситуаціях і наскільки ефективні його пасивної безпеки. Ці дані допомагають проєктувальникам покращувати конструкцію автомобілів для підвищення рівня захисту. Багато країн мають стандарти безпеки для автомобілів, які включають вимоги до пасивної безпеки. Оцінка пасивної безпеки за допомогою манекенів дозволяє виробникам автомобілів переконатися, що їхня продукція відповідає цим стандартам.

В цілому, оцінка пасивної безпеки автомобілів за допомогою манекенів є важливим етапом у процесі розробки та покращення систем безпеки, допомагаючи створювати безпечніші автомобілі для пасажирів та учасників дорожнього руху.

1.4 Порядок проведення сертифікаційних випробувань вантажних автомобілів на безпеку

Процес сертифікаційних випробувань вантажних автомобілів на безпеку зазвичай складається з кількох етапів.

Виробник або власник вантажного автомобіля представляє всі необхідні документи, включаючи технічну документацію та попередні результати випробувань (якщо є), для початку процесу сертифікації.

Етап статичних випробувань може включати вивчення конструкції вантажівки, її систем безпеки, гальмівних систем, рами та інших елементів, щоб переконатися, що вони відповідають встановленим стандартам безпеки.

При проведенні динамічних випробувань вантажний автомобіль піддається різним видам випробувань на спеціальних трасах, включаючи тести гальмування, стійкості, керованості та інші, щоб перевірити його поведінку у різних ситуаціях на дорозі.

Випробування на стійкість до перевертання перевіряють здатність вантажівки протистояти небезпеці перевертання за різних умов руху.

Випробування на міцність спрямовані на оцінку здатності автомобіля

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

захистити водія та пасажирів у разі аварійного зіткнення.

Удар по кабіні спереду здійснюється плитою підвешеною на маятнику. Ударна плита маятника має мати масу 1500 ± 250 кг. Ударна поверхня має мати ширину 2500 мм, а висоту 800 мм. Краї закруглені радіусом щонайменше 15 мм. Радіус маятника (від точки підвісу до геометричного центру плити) 3500 мм. Підвіс плити виконаний на двох двотаврах висотою перерізу 100 мм з відстанню між осями не менше ніж 1000 мм.

Взаємне положення маятника та автомобіля.

При вертикальному положенні плити маятника автомобіль повинен торкатися її частиною, що виступає (рисунок 4). Центр мас маятника повинен знаходитися нижче точки R сидіння водія на 150 мм, але не вище 1400 мм від землі. Вертикальна вісь симетрії маятника повинна збігатися з вертикальною площиною поздовжньої симетрії автомобіля.

Після завершення всіх випробувань проводиться аналіз отриманих даних та результатів, щоб переконатися, що автомобіль відповідає стандартам та вимогам безпеки.

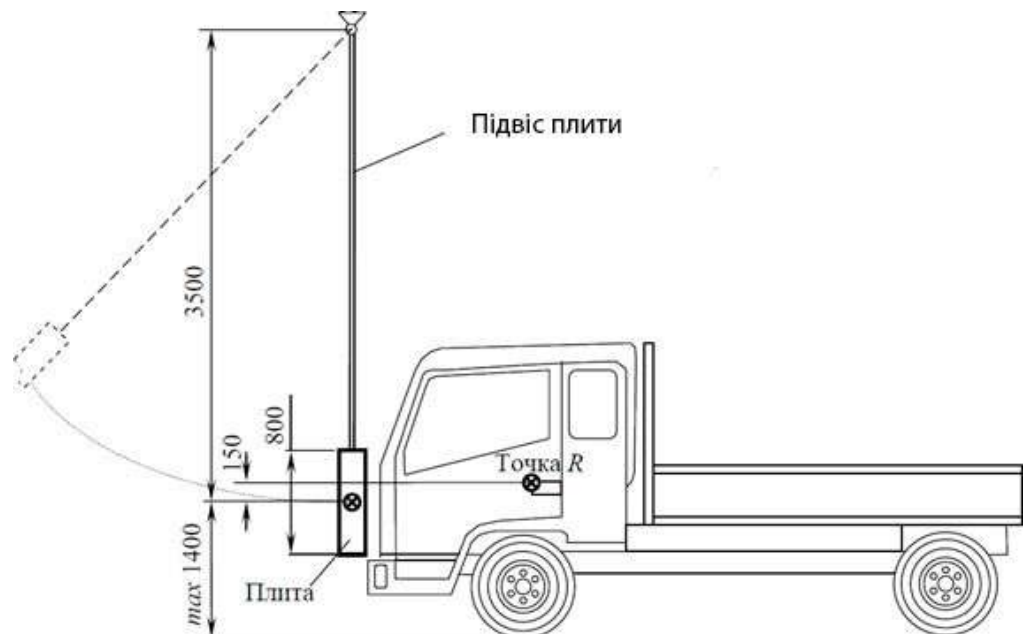


Рисунок 4 – Схема маятника та установки автомобіля під час випробування.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Після успішного проходження всіх випробувань та затвердження результатів проводиться видача сертифіката, що підтверджує відповідність вантажного автомобіля встановленим стандартам безпеки.

Цей процес забезпечує безпеку вантажних автомобілів на дорогах та встановлює високі стандарти захисту водіїв, пасажирів та інших учасників дорожнього руху.

Таким чином, для дипломного проекту, в результаті якого буде розроблено подушки безпеки для вантажного автомобіля, можна сформулювати наступні завдання, які мають бути вирішені для досягнення мети дипломного проектування:

- вивчення та аналіз існуючих вимог та стандартів безпеки для подушок безпеки у вантажних автомобілях;
- вивчення конструкції та особливостей автомобіля для визначення оптимального розміщення та конфігурації подушок безпеки;
- розробка концепції та проектування системи подушок безпеки, включаючи вибір типу подушок, датчиків, систем активації та інтеграцію з іншими системами автомобіля;
- створення комп'ютерних моделей та проведення симуляцій для оцінки ефективності подушок безпеки у різних сценаріях аварійних ситуацій;
- виготовлення прототипу системи подушок безпеки та проведення випробувань на спеціальних стендах та тестових майданчиках для перевірки їх працездатності та відповідності стандартам безпеки;
- обробка отриманих даних, аналіз результатів випробувань та підготовка звіту про виконану роботу, отримані результати та рекомендації для подальшого вдосконалення системи безпеки. У ході виконання першого розділу дипломного проекту було розглянуто та проаналізовано основні вимоги до пасивної безпеки в автомобільній промисловості. Ці вимоги визначають стандарти та норми, яким повинні відповідати системи пасивної безпеки (passive

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

safety) для забезпечення захисту водія та пасажирів у разі аварійної ситуації. Розглянуто основні елементи пасивної безпеки, включаючи подушки безпеки, ремені безпеки, кузов автомобіля та інші конструктивні рішення, спрямовані на мінімізацію травм при дорожньо-транспортних пригодах.

У процесі розробки було визначено та сформульовано основні завдання проекту, включаючи аналіз вимог та стандартів безпеки, дослідження технічних характеристик вантажного автомобіля, проектування системи подушок безпеки, моделювання та симуляція, виготовлення та тестування прототипу, оцінка ефективності та аналіз результатів.

У ході роботи над проектом наголошено на важливості розробки та впровадження сучасних систем пасивної безпеки у вантажні автомобілі, таких як , для зниження ймовірності виникнення серйозних травм та підвищення загального рівня безпеки на дорогах. Проект є важливим кроком у сфері вдосконалення пасивної безпеки вантажних автомобілів та має перспективи для подальшого розвитку та впровадження у виробництво, з метою покращення безпеки учасників дорожнього руху та зниження наслідків дорожньо-транспортних пригод.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Тягово-динамічний розрахунок автомобіля

2.1. Вихідні дані для розрахунку

Тяговий розрахунок транспортного засобу виконується для уточнення параметрів потужності транспортного засобу. Також тяговий розрахунок виконується для вибору необхідних параметрів для розрахунку гальмівної системи автомобіля.

Вихідні дані для виробленого в розділі розрахунку представимо в таблиці 1. Як вихідні дані прийняті параметри базового автомобіля, взятого в якості бази для виконання тягового розрахунку, а саме автомобіля -62255. Зовнішній вигляд транспортного засобу представлений Рисунку 5.

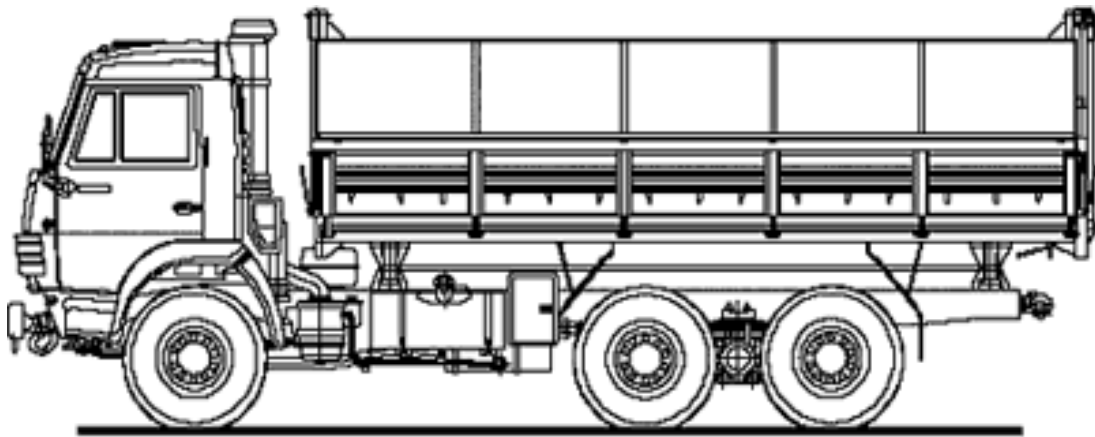


Рисунок 5 – Вантажний автомобіль

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 1 – Вихідні дані до виконання тягового розрахунку

Параметр	Значення	Розмірність
Повна маса, M_a	15350	кг
Суха маса, M_o	9200	кг
Максимальна швидкість, V_{max}	105	км/год
Потужність двигуна, N_{max}	157	кВт
Робоча швидкість, $V_{раб}$	1,1	м/с
Обороти максимальний потужності, $n_{N_{max}}$	2600	про/хв
Мінімальні обороти, n_{min}	600	про/хв
Максимальні обороти, n_{max}	2930	про/хв
Радіус колеса, r_k	0,508	м
Площа лобова, F	6	м ²
Гравітаційна постійна, g	9,81	м/с ²
Передатне число головної передачі, $U_{гп}$	6,53	-
ККД трансмісії, $\eta_{тр}$	0,82	-
Параметр	Значення	Розмірність
Коефіцієнт опору, K	0,65	-
Коефіцієнт опору кочення, f	0,02	-

2.2. Визначення зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Тяговий розрахунок починаємо з розрахунку та графічної побудови зовнішньої швидкісної характеристики двигуна транспортного засобу.

Розраховують величини ефективної потужності N_e і крутного моменту T_i в залежності від частоти обертання двигуна n_e , при повному відкритті дросельної заслінки або повній подачі палива, за рівняннями (таблиця 2):

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_e = N \left[a \left(\frac{n_e}{N_n} \right) + b \left(\frac{n_e}{N_n} \right)^2 - c \left(\frac{n_e}{N_n} \right)^3 \right]_{max}, \text{ кВт} \quad (1)$$

T_e

Таблиця 2 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

є. про/хв	600	2000	2400	2800	2200	2600	2930
№. кВт	29.56	57.38	87.39	225.95	239.37	254	256.8
Гі. Нм	470.59	547.9	596.27	625.29	605.02	565.6	522.2

Також результати розрахунку використовуються для побудови діаграми зовнішньої швидкісної характеристики, винесеної на лист графічної частини.

2.3. Розрахунок силового балансу

Силовий баланс будують, знаючи тягову характеристику автомобіля та сили опору дороги та повітря.

Рівняння силового балансу має вигляд:

$$P_T = P_d + P_v + P_i \quad (3)$$

Зробимо розрахунок тягового зусилля на провідних колесах:

$$P_T = \frac{T_e \cdot U_k \cdot U_{ГП} \cdot U_d}{r_k} \cdot \eta_{TP} \quad (4)$$

Розрахуємо силу опору дорожнього полотна:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (5)$$

де - коефіцієнт сумарного опору дороги.

Для горизонтальної дороги ψ - може бути визначений за формулою:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V_a^2}{20000} \right) \quad (6)$$

де f_0 - коефіцієнт опору коченню для сухогоасфальтового покриття, за $V_a = 10 \dots 15$ км/год;

V_a - швидкість автомобіля, км / год

Сила опору повітря розраховується за такою формулою:

$$P_B = \frac{K \cdot F \cdot V_a^2}{13} \quad (7)$$

Швидкість автомобіля на кожній передачі визначають за такою формулою:

$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{ГП} \cdot U_K \cdot U_d} \quad (8)$$

Розрахунок за формулами (3)-(8) представлений у додатку А у вигляді графіків тягового розрахунку та на аркуші графічної частини дипломного проекту.

2.4. Розрахунок динамічного фактора

Динамічний фактор визначають при повному навантаженні автомобіля за формулою, Розрахунок наводиться в таблиці 3:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (9)$$

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3 - Розрахунок значень динамічного чинника кожної з передач залежно від швидкості

V1	1.151179	3.751465	5.151651	6.751837	8.151113	9.751119	11.98886
D1	1.111511	1.157911	1.181586	1.189514	1.184676	1.166111	1.141419
V2	1.758179	4.596965	6.435751	8.174537	11.11331	11.95111	13.46911
D2	1.181715	1.111411	1.118886	1.136141	1.131175	1.116989	1.196114
V3	4.366546	7.177577	11.18861	13.19964	16.11167	18.9117	11.3133
D3	1.114116	1.13184	1.144445	1.148941	1.146318	1.136615	1.113131
V4	5.348688	8.914479	11.48117	16.14616	19.61185	13.17765	16.11941
D4	1.193148	1.118386	1.1178	1.111391	1.119158	1.111111	1.111171
V5	7.138873	11.73145	16.41414	11.11661	15.8191	31.51178	34.37316
D5	1.171733	1.181118	1.189154	1.191814	1.189915	1.183519	1.174916
V6	8.61617	14.37678	11.1175	15.87811	31.61891	37.37964	41.11397
D6	1.15766	1.166936	1.171515	1.174396	1.17158	1.167167	1.159735
V7	11.51143	19.16914	16.83666	34.51418	41.1719	49.83951	56.1653
D7	1.143114	1.149838	1.153673	1.154618	1.151673	1.14784	1.141677
V8	14.17775	13.46191	31.84817	41.13314	51.6184	61.11357	68.74633
D8	1.13517	1.141189	1.14311	1.143133	1.141958	1.136186	1.131368
V9	17.59718	19.31864	41.16119	51.79155	64.513	76.15446	85.93191
D9	1.117797	1.131511	1.131998	1.131156	1.119186	1.114187	1.118111
V ₁₀	11.59163	35.98616	51.38148	64.7749	79.16933	93.56375	115.4391
D ₁₀	1.111188	1.114664	1.114899	1.111991	1.118943	1.111751	1.116131

2.5. Розрахунок потужності балансу

За аналогії з рівнянням силового балансу рівняння потужності балансу можна записати в наступному вигляді:

$$N_T = N_d + N_v + N_n \quad (10)$$

Вирішити це рівняння можна графічно, для чого збудуємо графік потужнісного балансу. На цей графік нанесемо залежності на всіх

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передачах, потужності двигуна (N_B) на вищій передачі, потужності заданого дорожнього опору (N_D) та сумарної потужності дорожнього та повітряного опору ($N_D + N_B$) від швидкості руху автомобіля.

Тягова потужність визначається за рівнянням:

$$N_T = N_E \cdot \eta_{TP} \quad (11)$$

Графік тягової потужності будується на кожній передачі в залежності від швидкості руху, що відповідає частоті обертання, для якої визначалася потужність за швидкісною характеристикою.

Ефективна потужність двигуна (N_E) будується в залежності від швидкості тільки на найвищій передачі.

Потужності дорожнього опору та опору повітря розраховують залежно від швидкості автомобіля за рівняннями:

$$N_D = \frac{P_D \cdot V_a}{3600} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V_a}{3600}, \text{ кВт} \quad (12)$$

$$N_B = \frac{P_B \cdot V_a}{3600} = \frac{K \cdot F \cdot V_a^3}{46800}, \text{ кВт} \quad (13)$$

Розрахунок значень балансу потужності на кожній з передач в залежності від швидкості виконаний з використанням пакета Microsoft Excel. Отримані в результаті розрахунку значення наведено у таблиці 4 та таблиці 5.

Таблиця 4 - Розрахунок значень потужності балансу на кожній з передач

ne	NT	V2	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V ₂₀
600	24.24	2.25	2.758	4.367	5.349	7.039	8.626	22.5	24.08	27.6	22.59
2000	47.05	3.75	4.597	7.278	8.924	22.73	24.38	29.27	23.46	29.33	35.99

Продовження таблиці 4

nc	NT	V2	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V20
2400	72.67	5.252	6.436	20.29	22.48	26.42	20.23	26.84	32.85	42.06	50.38
2800	95.08	6.752	8.275	23.2	26.05	22.22	25.88	34.5	42.23	52.79	64.77
2200	224.3	8.252	20.22	26.02	29.62	25.82	32.63	42.27	52.62	64.52	79.27
2600	226.3	9.752	22.95	28.92	23.28	30.5	37.38	49.84	62	76.25	93.56
2930	228.6	20.99	23.47	22.32	26.22	34.37	42.22	56.27	68.75	85.93	205.4

Таблиця 5 – Зміна потужності опору від швидкості.

Va	25	30	45	60	75	90	205
Nв. кВт	0.282	2.25	7.594	28	35.26	60.75	96.47
Nд. кВт	24.76	30.5	48.22	68.88	93.48	223	258.5

2.6. Розрахунок прискорень транспортного засобу

Виробимо розрахунок прискорення транспортного кошти нагоризонтальній ділянці дороги:

$$j = \frac{D-\psi}{\delta} \cdot g, \text{ м/с}^2 \quad (14)$$

де j - прискорення автомобіля;

ψ – коефіцієнт опору дороги, що відповідає розрахунковій швидкості руху автомобіля;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

δ - коефіцієнт обліку обертових мас, визначається порівняння:

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta = 1,03 + B \cdot U_K^2 \quad (15)$$

Для вантажних автомобілів значення $B = 0,04 - 0,05$.

Розрахунок значень прискорень на кожній із передач залежно від швидкості виконано з використанням Microsoft Excel. Отримані в результаті розрахунку значення наведено у таблиці 6.

Таблиця 6 - Розрахунок значень прискорень кожної з передач

V1	1.151179	3.751465	5.151651	6.751837	8.151113	9.751119	11.98886
j1	1.511699	1.617114	1.67588	1.698966	1.686384	1.638131	1.571473
V2	1.758179	4.596965	6.435751	8.174537	11.11331	11.95111	13.46911
j2	1.551911	1.651661	1.715916	1.741713	1.716993	1.674796	1.61176
V3	4.366546	7.177577	11.18861	13.19964	16.11167	18.9117	11.3133
j3	1.514191	1.618361	1.691731	1.717411	1.711368	1.647635	1.571591
V4	5.348688	8.914479	11.48117	16.14616	19.61185	13.17765	16.11941
j4	1.471815	1.57111	1.631413	1.653964	1.638713	1.58561	1.513354
V5	7.138873	11.73145	16.41414	11.11661	15.8191	31.51178	34.37316
j5	1.379187	1.464511	1.516113	1.533931	1.518116	1.468317	1.411931
V6	8.61617	14.37678	11.1175	15.87811	31.61891	37.37964	41.11397
j6	1.311914	1.376593	1.419951	1.43198	1.41568	1.368149	1.315911
V7	11.51143	19.16914	16.83666	34.51418	41.1719	49.83951	56.1653
j7	1.198577	1.154644	1.184719	1.188831	1.16695	1.119188	1.161141
V8	14.17775	13.46191	31.84817	41.13314	51.6184	61.11357	68.74633
j8	1.131588	1.175978	1.195517	1.191135	1.163111	1.111118	1.151311
V9	17.59718	19.31864	41.16119	51.79155	64.513	76.15446	85.93191
j9	1.168314	1.197111	1.113131	1.186414	1.146748	-	-
V ₁₀	11.59163	35.98616	51.38148	64.7749	79.16933	93.56375	115.4391
j ₁₀	1.116863	1.131187	1.111851	-	-	-	-

Час розгону визначають, знаючи прискорення та швидкість автомобіля. При

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прискореному русі автомобіля прискорення дорівнює:

$$j = \frac{dV_a}{3,6 \cdot dt} \quad (16)$$

Оскільки відсутній аналітичний зв'язок між прискоренням j і швидкістю V_a , то рішення проводимо графоаналітичним методом, користуючись графіком прискорення автомобіля. Криву прискорень розіб'ємо на ряд інтервалів і припустимо, що в кожному інтервалі швидкостей автомобіль розганяється з постійним прискоренням середнім (j_{cp}). Величину визначимо за такою формулою:

$$J_{cp} = \frac{j_1 + j_2}{2} \quad (17)$$

де j_1, j_2 – прискорення відповідно на початку та наприкінці інтервалу швидкості (V_1, V_2).

Тяговий розрахунок є ключовим етапом у проектуванні автомобіля, оскільки він визначає здатність транспортного засобу розвивати необхідну потужність для забезпечення необхідної продуктивності. У рамках дипломного проекту він виконується на підтвердження заявлених тягово-потужних характеристик автомобіля, взятого для модернізації. Для автомобіля тяговий розрахунок дозволяє визначити оптимальні характеристики двигуна та трансмісії, враховуючи масу автомобіля, коефіцієнт опору руху, ухили дороги та інші параметри.

Результати тягового розрахунку демонструють не лише технічні можливості автомобіля, а й його експлуатаційні характеристики, такі як динаміка розгону, максимальна швидкість, економічність та поведінка на різних ділянках дороги. Важливо враховувати як тягові характеристики двигуна, а й передачі, диференціала та інших компонентів трансмісії, щоб забезпечити оптимальне співвідношення між потужністю і моментом на колесах.

Для дипломного проекту тяговий розрахунок має практичне значення, оскільки за його допомогою стає можливим розрахувати сили та

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

моменти, що припадають на провідні мости транспортного засобу. У сукупності з розрахунком експлуатаційного навантаження ці дані будуть основою для проведення подальших конструкторських розрахунків за датчиками подушки безпеки, що розробляються відповідно до отриманого завдання.

Проведена розрахункова робота відіграє важливу роль у проектуванні та оптимізації ходових якостей автомобіля, що зрештою вплине на його ефективність, надійність та задоволеність користувачів. Регулярне вдосконалення методів розрахунку та аналізу проведених розрахунків дозволить покращити якість та конкурентоспроможність автомобіля на сучасному ринку транспортних засобів.

Результати виконання тягового розрахунку у вигляді графіків представлені у Додатку А та на аркуші графічної частини дипломного проекту.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3. Розробка подушок безпеки для автомобіля

3.1. Пристрій і принцип роботи подушок безпеки транспортних засобів

Подушки безпеки (airbags) є важливим елементом системи пасивної безпеки в транспортних засобах.

Система подушок безпеки включає датчики (наприклад, акселерометри), які миттєво реагують на силу удару або зіткнення. Ці датчики пов'язані з центральним контролером, який приймає дані від датчиків та ініціює активацію подушок.

Основні компоненти подушки безпеки включають інфлятор, який заповнює подушку газом у разі активації, та заповнювач (наприклад, нейлонова тканина), що забезпечує структурну цілісність. Газовий генератор (інфлятор) запускає процес заповнення подушки газом протягом мілісекунд, що дозволяє подушці розвернутися та амортизувати удар.

При зіткненні датчики реєструють зміну швидкості та прискорення транспортного засобу. Якщо ці параметри перевищують граничні значення, контролер ініціює активацію подушок безпеки. Інфлятор запускає хімічну реакцію, генеруючи газ (найчастіше азот), який швидко наповнює подушку. Це відбувається за частки секунди, щоб запобігти удару водія або пасажирів про жорсткі частини автомобіля при зіткненні.

Подушка безпеки наповнюється досить швидко, щоб встигнути амортизувати удар та пом'якшити його наслідки для людей усередині автомобіля. Після активації подушки вона повільно спускається, забезпечуючи додатковий захист у разі подальших зіткнень. Використання подушок безпеки у транспортних засобах суттєво допомагає знизити травматизм та підвищити шанси на виживання під час дорожньо-транспортних пригод.

Спочатку варіантів наповнення дзвону подушки було кілька. Наприклад, деякі інженери пропонували закачувати в дзвін газ, який би зберігався під

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

високим тиском у балоні. Але принцип піротехнічного заповнення подушки переважив. Саме він дозволив надувати її миттєво - всього за 30...50 тисячних частки секунди. І поки інженери знайшли необхідне пальне, яке при невеликих розмірах заряду спрацьовувало як слід, вони багато чого перепробували, зокрема й ракетне паливо. Сьогодні в подушках як піропатрон використовують компактні і легкі таблетки з кристалічної речовини азиду натрію (NaN_3). Якщо з'єднання за допомогою електричного струму нагріти до температури вище 330°C , воно почне розкладатися на азот і натрій зі швидкістю, що дозволяє наповнювати дзвін подушки і доводити тиск газів у ньому до робочої величини всього за 0,025...0,05 секунди.

Особливі вимоги до бокових подушок висуваються на відкритих автомобілях. Відсутність жорсткого даху та стійок змушує монтувати їх у верхній частині дверей і робити міцнішими.

Прикладом монтажу бічної подушки безпеки в автомобілі зі складним дахом може бути подушка безпеки, що встановлюється в автомобілі Мерседес. Приклад такої подушки представлений Рисунку 6.

Спрацювання подушки небезпечно різким стрибком тиску, який може призвести до травмування барабаних перетинок та контузії. Адже розкриття дзвона (іноді одночасно кількох) відбувається у невеликому замкнутому просторі автомобільного салону. Підходів до вирішення цієї проблеми є кілька. Наприклад, швидкість вильоту подушки знижують до певної межі, щоб хоч якась частина повітря, що витісняється, змогла стравитися через нещільності салону. Другий, досить дієвий спосіб - застосування подушок щодо невеликого обсягу. Але в деяких випадках проблем з барабаними перетинками та контузією не уникнути, все залежить від індивідуальних особливостей людини та розміру машини.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рисунок 6 – Встановлення подушок безпеки у дверях автомобіля

Вантажний автомобіль не оснащується подушками безпеки. Враховуючи зростання кількості автомобільних аварій, а також той факт, що водії вантажних автомобілів при ДТП отримують не менші пошкодження в порівнянні з водіями легкових автомобілів, пропонується оснастити транспортний засіб подушками, що розміщуються в кермі та ременях безпеки.

Матеріал – подушка зроблена з тонкої нейлонової тканини, яка упакована в кермі (консолі) або передній панелі, або найчастіше в сидінні чи дверях, рисунок 7. Датчики - вбудований датчик дає сигнал надути подушку. Накачування подушки повітрям відбувається автоматично, коли сила зіткнення дорівнює силі удару автомобіля об цегляну стіну зі швидкістю 10...15 миль на годину (16...24 км/год). Відбувається усунення маси, що замикає електричний контакт, і це дає сигнал датчикам, що сталася аварія. Датчики одержують сигнал від акселерометра (вимірювач швидкості), вбудованого в мікročіп.

Хімічна реакція - система накачування подушки працює з допомогою хімічної реакції азиду натрію (NaN_3) з азотнокислим калієм (KNO_3), у результаті виробляється газоподібний азот. Гаряче дуття азотом і надує подушку.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



а



б

а – до розкриття; б – під час розкриття

Рисунок 7 – Принцип роботи подушки безпеки, встановленої на кермі

3.2. Розробка кінематичної схеми проектованого пристрою

Як було зазначено раніше, для конструкції пристрою нами було прийнято схему розміщення подушок безпеки в ременях. Для вантажного автомобіля дана схема буде найпростішою, оскільки дозволить зменшити обсяг подушки безпеки для пасажирів і зробити спрацювання подушки менш травмуючим.

Ідея подушок безпеки в ременях не нова - приклад тому недавній німецький концепт Mercedes-Benz ESF 2009. Але, американці випередили - Ford заявив про серійне оснащення такими ременями задній ряд сидінь своїх майбутніх моделей

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

За даними The Detroit News, технологія відрізняється вбудованою циліндричною подушкою довжиною від пряжки до плеча, яка вискакує у разі серйозної аварії. При цьому надується така подушка більш «м'яко», ніж звичайний «ейрбег». Надувні ремені поступово розподіляють навантаження на грудну клітку пасажирів. Крім того, розробники стверджують, що, за результатами досліджень, надувні ремені безпеки виявилися зручнішими, ніж звичайні» .

Принцип роботи надувного ременя безпеки можна подати у вигляді малюнка 8.



Рисунок 8 – Принцип роботи надувного ременя безпеки

Принцип дії цих ременів нагадує схему роботи звичайного ейрбега. У разі аварії датчики виявляють серйозне навантаження, блок управління включає газогенератор, який роздмухує багатошаровий ремінь (з липучками для швів) майже втричі проти звичайної ширини. Так зменшується навантаження на грудну клітину (рисунок 9)



Рисунок 9 – Демонстрація спрацьовування надувного ременя безпеки

Оскільки сучасні манекени не в змозі показати всі переваги надувного ременя проти плоского, важлива частина дослідницької роботи припала на комп'ютерне моделювання, яке відтворювало деформацію м'яких тканин людини за такого удару.

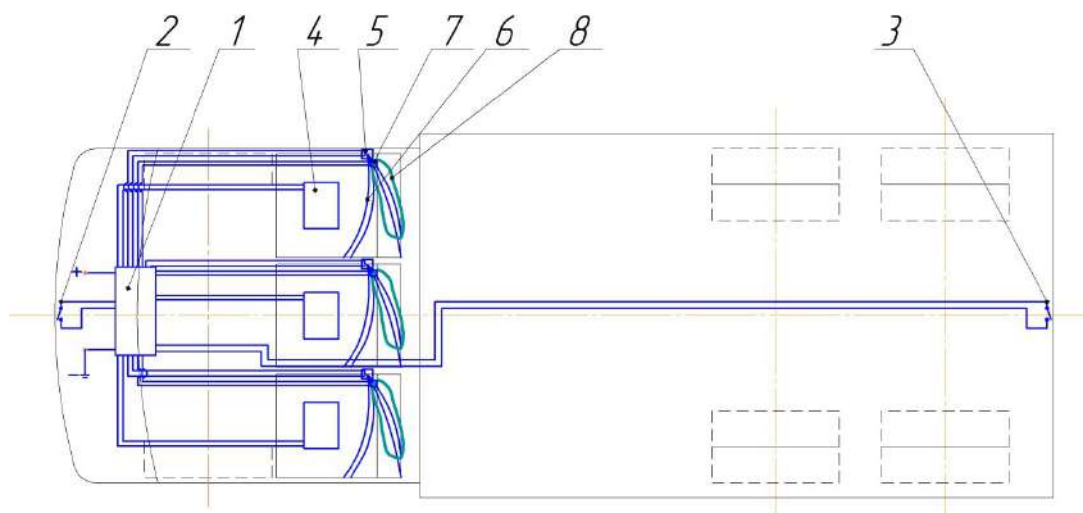
У практичних тестах мерседесівські випробувачі відзначили м'якший край нового ременя (у вихідному, ще не надутому положенні) і

легкість його застібки, що ні в якому разі не поступається простоті використання ременя звичайного. До речі, оголошення про надувні ремені надійшло всього через кілька місяців після анонсу Мерседесом ще одного цікавого нововведення активних замків ременів.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Отже, встановлюємо надувні паски на автомобіль категорії N3. Даних ременів необхідно встановити три, тому що в автомобілі є три сидіння (одне водійське і два пасажирські).

Принципова схема розроблюваного пристрою представлена Рисунок 10.

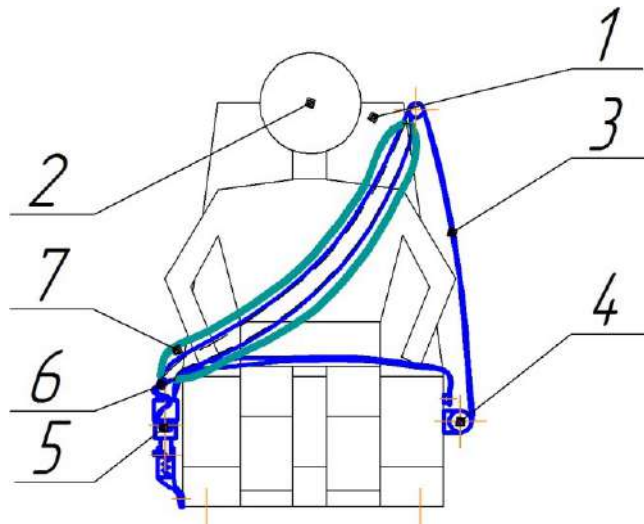


1 – блок управління; 2 – датчик лобового удару; 3 – датчик удару ззаду; 4 – датчики ваги;
5 – датчики замку ременів безпеки; 6 – ремені безпеки; 7 – піротехнічні патрони
(газогенератори); 8 – подушки безпеки (вбудовані в ремінь)

Рисунок 10 – Схема подушок безпеки, що розробляються

Для більш детального розуміння принципу роботи подушок безпеки, що розробляються, нижче надамо структурну схему пристрою (рисунок 11).

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37



1 – крісло водія; 2 – манекен людини; 3 – ремінь безпеки; 4 – котушка ремня безпеки; 5 – замок ремня безпеки з переднатягувачем; 6 – піротехнічний патрон (газогенератор); 7 – подушка безпеки (вбудована в ремінь)

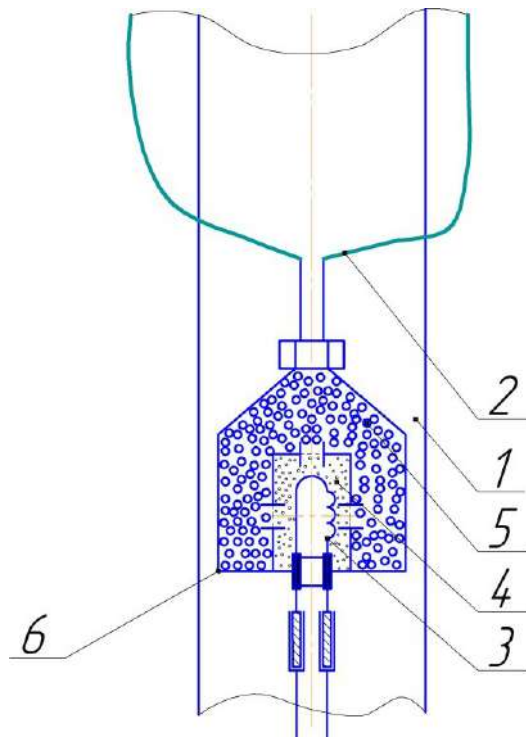
Рисунок 11 – Структурна схема пристрою

Схема піропатрона, що викликає спрацьовування подушок, представлена Рисунку 12.

Подушки виготовляємо з нейлону завтовшки 0,45...0,55 мм, який для герметичності покривали шаром гуми чи силікону. Об'єм подушки безпеки складає 15,0 л. Як заряд будемо використовувати азид натрію (NaN_3), який при згорянні перетворюється на нешкідливі для людини азот і вуглекислий газ.

Причому «таблетки» з цієї кристалічної речовини виходять компактними і легкими. Фіксувати подушку на ремені необхідно за допомогою спеціального

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



клею.

1 – ремінь безпеки; 2 – подушка безпеки; 3 – активатор запалу; 4 – запал пороховий; 5 – заряд (азид натрію (NaN_3)); 6 – корпус газогенератора

Рисунок 12 – Схема газогенератора

Працює конструкція наступним чином: при лобовому або задньому ударі спрацьовує передній або задній датчик 2, 3 (Рисунок 10), який у свою чергу посилає сигнал на блок управління 1. Далі за сприятливих умов (є пасажир на сидінні і ремінь безпеки пристебнутий) сигнал надходить на піротехнічний патрон 1. У патроні є (Рисунок 12) активатор запалу 3, він нагрівається і запалює пороховий запал 4, запал запалюється і запалює заряд азиду натрію 5. У даному випадку виділяється азот і вуглекислий газ, які наповнюють подушку безпеки.»

Накачування подушки повітрям відбувається автоматично, коли сила зіткнення дорівнює силі удару автомобіля об цегляну стіну зі швидкістю 10...15 миль на годину (16...24 км/год). Відбувається зміщення маси,

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

що замикає електричний контакт, і це дає сигнал датчикам, що сталася аварія. Датчики одержують сигнал від акселерометра (вимірювач швидкості), вбудованого в мікročіп. Подушка наповнюється за 0,25 с. Для цієї подушки необхідний об'єм становить 15 літрів. Для заповнення його газу необхідно 40 г азид натрію (NaN_3). Для порівняння: для розкриття 80-літрової подушки водія необхідно 240 грамів, для розкриття подушки безпеки пасажира об'ємом 130 літрів необхідно 400 грамів.

Ще один незаперечний плюс нашої конструкції: гучна бавовна, що лунає в момент розкриття подушок безпеки, може стати причиною довготривалої втрати слуху для 17% водіїв та пасажирів під час аварії в салоні автомобіля. У нашому ж випадку бавовна ця значно менша, та й внутрішньосалонний тиск через невеликий обсяг розробляємо подушки піднімається не значно.

Тиск, що створюється газогенератором в момент удару, може досягати до 4,0 бар. Що відповідає 4-м атмосферам, $4,0 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,40 \text{ МПа}$. Всі наступні розрахунки міцності будемо вести із запасом.

3.3. Конструкторські розрахунки елементів системи безпеки

Розрахункову схему штуцера можна подати у вигляді малюнка 13.

Основним критерієм працездатності різьбових з'єднань є міцність. Всі сталеві болти, гвинти, шпильки виготовляють рівноміцними на розрив стрижня по різьбленні, на зріз різьблення і на відрив головки, тому розрахунок на міцність різьбового з'єднання зазвичай виробляють тільки за одним основним критерієм працездатності - міцності нарізної частини стрижня» .

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

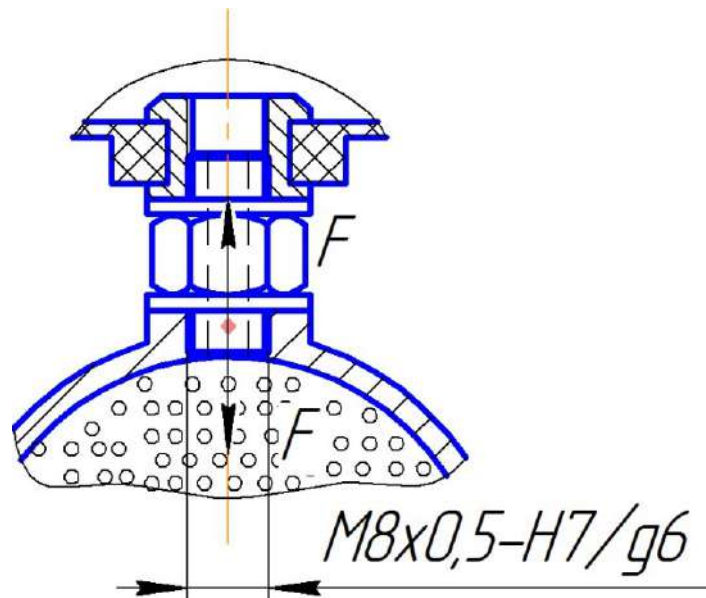


Рисунок 13 – Розрахункова схема різьбового з'єднання Зусилля затягування різьбового з'єднання дорівнює:

$$F_{зат} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (18)$$

де $F_{зат}$ - сила затягування з'єднання, Н;

F – зсувна сила, у сталі 40 при різьбленні M8x0,5, $F = 8,50$ МПа ;

i - число стиків, $i = 1$

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 8,5}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н.}$$

изначаємо міцність штуцера:

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{1,3 \cdot F_{ЗАТ}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (19)$$

де d_1 - Внутрішній діаметр, мм.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}$$

S

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

, (20)

де, σ_T – клас міцності, $\sigma_T = 900,0$ МПа ;

S - запас міцності, $S = 1,5 \dots 2,5$, приймаємо $S = 2,5$;

$$[\sigma] = \frac{900}{2,5} = 360,0 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ.}} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 7,0^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа.}$$

Міцність з'єднання у допустимих межах.

Розрахункову схему різьбового з'єднання штуцера, що відводить, і втулки подушки безпеки можна представити у вигляді малюнка 14.

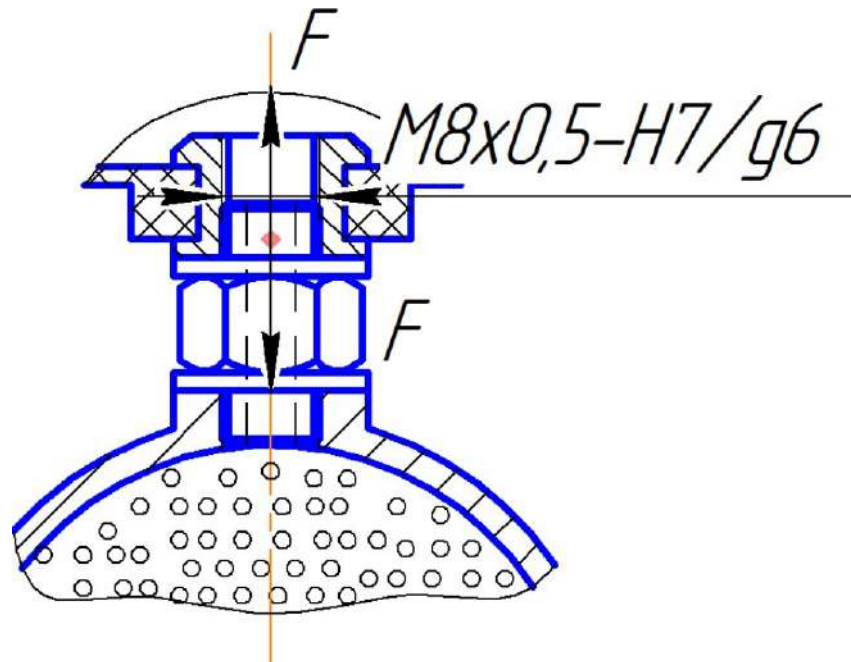


Рисунок 14 – Розрахункова схема різьбового з'єднання Зусилля затягування різьбового з'єднання:

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$F_{зат} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (21)$$

$F_{зат}$ - сила затягування з'єднання, Н;

F - зсувна сила, у сталі 40 при різьбленні М8х0,5,

$F = 8,50$ МПа;

i – число стиків, $i = 1$.

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 8,5}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н.}$$

Визначаємо міцність штуцера:

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (22)$$

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 7,0^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа}.$$

Міцність з'єднання у допустимих межах.

Для розрахунку повітропроводу визначаємо внутрішній діаметр труб, що підводять для подачі стисненого повітря:

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{Q_{с.ном} / V_{ж}}, \quad (24)$$

$Q_{с.ном}$ - номінальна подача повітря, м³/сек;

$V_{ж}$ – швидкість потоку повітря, м/сек, $V_{ж} = 500$ м/сек.

Внутрішній діаметр повітропроводу:

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{1,4 / 500} = 0,006 м.$$

Округлюємо внутрішній діаметр трубопроводу до найближчого значення із низки умовних проходів. Приймаємо: $d_{вн} = 6,0$ мм.

Визначаємо товщину стінки повітропроводу:

$$\delta_T = P_{max} \cdot d_{вн} / (2 \cdot [\delta]_p), \quad (26)$$

де $[\delta]_p$ – напруга розтягування, що допускається, МПа.

Приймаємо $[\delta]_p = 140$ МПа .

Товщина стінки повітропроводу:

$$\delta_T = 16 \cdot 0,006 / (2 \cdot 140) = 0,00034 м.$$

Отримане значення округляємо до найближчого цілого ряду розмірів.

Приймаємо $\delta_T = 4,0$ мм.

Визначаємо зовнішній діаметр:

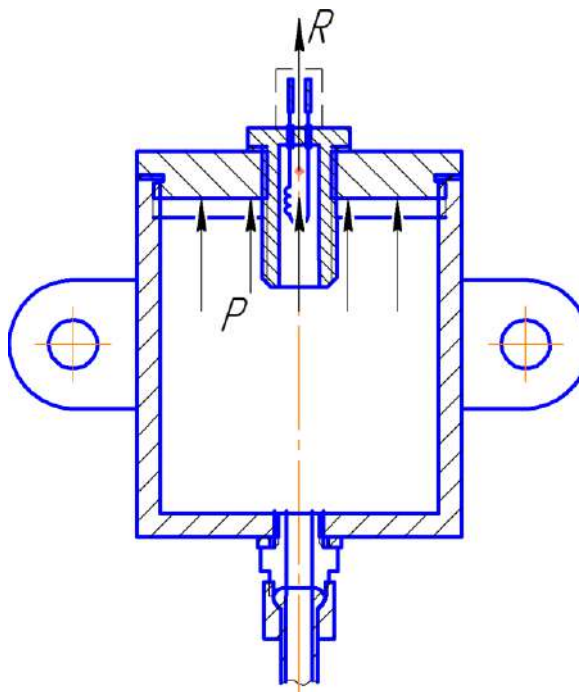
$$d_H = d_{вн} + 2 \cdot \delta_T. \quad (27)$$

Зовнішній діаметр дорівнює:

$$d_H = 6 + 2 \cdot 4 = 14,0 \text{ мм.}$$

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У піропатроні тиск може досягати 1,0 МПа. Цей тиск сприймається кришкою (рисунок 15).



P – тиск у піропатроні; R – результуюча сила, що діє на кришку

Рисунок 15 – Схема дії сил на кришку піропатрону

Результуючу силу можна знайти за виразом:

$$R = P \cdot F_{кр.}, \quad (28)$$

де P – тиск, що діє в піропатроні, $P = 1,0$ МПа;

$F_{кр.}$ - площа кришки піропатрону, м².

Площа кришки піропатрона знаходимо з виразу:

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$F_{кр.} = \pi \cdot R^2, \quad (29)$$

де R - Радіус кришки піропатрону, R = 0,026 м.

$$F_{кр.} = 3,14 \cdot 0,026^2 = 0,002123 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$R = 1,0 \cdot 10^6 \cdot 0,002123 = 2123,0 \text{ Н.}$$

Кришка має різьблення М52х0,5.

При статичному навантаженні міцність різьбової сполуки можна оцінити за такою формулою:

$$\sigma = \frac{4 \cdot R}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma], \quad (30)$$

де σ - напруга, що виникає при додатку навантаження, МПа;

$[\sigma]$ - допустима напруга для сталі 40Х кришки, МПа;

d_1 -внутрішній діаметр різьби, $d_1=51,00\text{мм}=0,051\text{м}$

Допустиме напруження на розтягнення визначають за формулою

$$[\sigma] = \frac{900,0}{2,0} = 450,0 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 2123,0}{3,14 \cdot 0,051^2} = 5,16 \text{ МПа.}$$

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$[\sigma] = 450,0 \text{ МПа} > \sigma = 5,16 \text{ МПа}$ Умова виконується.

У ході проектування подушок безпеки для автомобіля було застосовано передові технології та інженерні рішення, що сприяють підвищенню ефективності системи пасивної безпеки (passive safety).

Розробка включала впровадження інноваційних матеріалів і компонентів, що дозволило створити сучасні та надійні подушки безпеки, що вбудовуються в ремінь безпеки, що відповідають сучасним стандартам безпеки. д: Процес розробки подушок безпеки для автомобіля передбачав комплексний підхід до аналізу, проектування та випробувань, що забезпечило високий рівень якості та надійності готової системи. У ході проекту особлива увага приділялася відповідності подушок безпеки автомобіля, що розробляються, міжнародним і національним стандартам безпеки, що гарантує їх правильне функціонування в різних ситуаціях. Розроблені подушки безпеки для автомобіля сприяють суттєвому підвищенню рівня пасивної безпеки та захисту життя та здоров'я водіїв та пасажирів під час дорожньо-транспортних пригод.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4. Розробка технологічного процесу монтажу подушок безпеки

Розроблена конструкція подушок безпеки передбачає встановлення їх на ремені безпеки. Установка подушок безпеки буде проводитися на три ремені – водійський та два пасажирські. В рамках розділу необхідно провести розробку технологічної карти та технологічної схеми збирання подушок безпеки.

Операційно-технологічна карта відображає послідовність операцій технічного обслуговування або окремих видів робіт із цих впливів по агрегату, системі автомобіля.

Постова технологічна карта відображає послідовність операцій технічного обслуговування з агрегатів, систем, які виконуються на одному з постів технічного обслуговування.

Будь-яка технологічна карта є керівною інструкцією для кожного виконавця, крім того є документом для технічного контролю виконання технічного обслуговування.

Технологічні картки складаються на:

- певний вид робіт з технічного обслуговування;
- спеціалізований пост зони технічного обслуговування (Постова карта);
- спеціалізоване перехідне ланка робітників при методі універсальних постів;
- операцію технічного обслуговування;
- операції, що виконуються одним або декількома робітниками (карта на робоче місце).

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 7 – Технологічна карта монтажу подушок безпеки

№ пров	Найменування операції / переходу	Зміст операцій, переходів	Використовується обладнання та інструмент	Час, чол-мін
005	Встановлення модуля управління	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити модуль керування 2. Закріпити модуль гайками 3. Протягнути дроти до датчиків 	<p>Ключі 13...14</p> <p>Ключі 12...14</p>	4,45
010	Встановити датчик лобового удару	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити датчик на підготовлене місце 2. Закріпити датчик гвинтами 3. Підключити датчик до дроту 	<p>Ключі 13...14</p> <p>Ключі 12...14</p>	3,20
015	Встановити датчик удару ззаду	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити датчик на підготовлене місце 2. Закріпити датчик гвинтами 3. Підключити датчик до дроту 	<p>Ключі 13...14</p> <p>Ключі 12...14</p>	3,20
020	Встановити в сидінні водія датчик ваги	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити датчик на підготовлене місце 2. Закріпити датчик гвинтами 3. Підключити датчик до дроту 	<p>Ключі 12...14</p> <p>Клей 88НП</p>	2,20
026	Встановити датчик на замок ременя безпеки пасажира 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити датчик на підготовлене місце 2. Закріпити датчик гвинтами 3. Підключити датчик до дроту 	Ключі 12...14	2,20

Продовження таблиці 7

2. Монтаж подушок безпеки				
030	Встановити газогенератор на ремінь пасажира і водія	1. Встановити газогенератор на ремінь 2. Закріпити газогенератор гвинтами 3. Підключити газогенератор допроводу активації	Ключі 10 ... 12 Клей 88НП	3,1
035	Встановити штуцер на газогенератор ременя водія	1. Встановити мідну прокладку 2. Повернути штуцер	Ключі 13...14	0,25
037	Встановити штуцер на газогенератор ременя пасажира	1. Встановити мідну прокладку 2. Повернути штуцер	Ключі 13...14	0,25
040	Встановити подушку на ремінь водія	1. Встановити ємність подушку на втулку 2. Приклеїти поверхню ємності подушки до ременя безпеки	Клей 88НП	0,52
041	Встановити подушку на ремінь пасажира	1. Встановити ємність подушку на втулку 2. Приклеїти поверхню ємності подушки до ременя безпеки	Клей 88НП	

У процесі розробки технології складання подушок безпеки було враховано основні етапи та послідовність операцій для ефективного та якісного складання. Було оптимізовано методи та інструменти з урахуванням особливостей конструкції та вимог до надійності гальмівної системи.

Розроблена технологія спрямована на забезпечення високої точності складання деталей подушок безпеки, що забезпечують пасивну безпеку транспортного засобу для виключення можливих дефектів та системи протягом усього терміну експлуатації. Були розроблені рекомендації щодо контролю якості на різних етапах збирання для запобігання можливим помилкам та підвищення надійності роботи гальм. Технологія збирання подушок безпеки розроблена з урахуванням економічних аспектів, спрямованих на оптимізацію часу та витрат на процес збирання. Було запропоновано рекомендації щодо раціоналізації робочих операцій та використання ресурсів з метою підвищення ефективності та економічності процесу складання. В цілому, розроблена технологія складання подушок безпеки є важливим етапом у створенні якісної та надійної системи пасивної безпеки, забезпечуючи безпеку та комфорт в експлуатації автомобіля.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Безпека та екологічність ділянки механічного складання

5.1. Конструктивно-технологічна і організаційно-технічна характеристика технічного об'єкта

У рамках виконання дипломного проекту розглядається технологічний процес складання вузлів та агрегатів транспортного засобу, а також операції пов'язані із заготівельними та складально-зварювальними роботами по рамі транспортного засобу. Для здійснення даного технологічного процесу для його безпечної організації при виробництві необхідно розглянути комплекс факторів, що впливають на робітників, зайнятих при здійсненні комплексного технологічного процесу складання. Розглянемо основні моменти, пов'язані з особливостями проведення технологічного процесу, а також характеристики ділянки, на якій здійснюється технологічна операція.

Рама виробу, що проектується в рамках дипломного проекту, являє собою виготовлену із сталевого прокату різного сортаменту. Матеріал труб – сталь 20 та сталь 20кп.

У рамках розділу нами досліджується складальна ділянка, але якою здійснюється технологічний процес складання транспортного засобу. Складальна ділянка є основним місцем здійснення технологічної операції складання і відноситься до дрібносерійного виробництва. Насамперед це означає, що ця ділянка, будучи частиною дослідно-промислового виробництва, не орієнтована на спеціалізовані роботи, а зайнята у широкому спектрі виконуваних виробничих функцій. Обладнання, що знаходиться на ділянці – універсальне. Обладнання групується за своїм функціоналом – зварювальне, металорізальне, шліфувальне тощо.

Зони виконання робіт, пов'язаних з надлишковим тепловиділенням, виділенням продуктів горіння або ультрафіолетового випромінювання, таких як зварювання на стапелі, зона термічної обробки металу відокремлюються від основного приміщення захисними екранами та оснащуються витяжкою. Ті ж

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

огорожі застосовуються для груп обладнання, робота якого пов'язана з підвищеним шумом, наприклад абразивно-ріжучі верстати.

Підлогове покриття на всій ділянці виготовлене з каучукової плитки. Термічні зони мають статево покриття з наливного термостійкого полімеру.

Загальні технічні характеристики ділянки наведено у таблиці 8.

Таблиця 8 – Загальні технічні характеристики складальної ділянки

Найменування технічної характеристики ділянки	Значення характеристики
Клас функціональної пожежної безпеки	Ф1.3
Ступінь вогнестійкості	I
Клас конструктивної пожежної безпеки	С0
Ступінь довговічності будівлі	II
Рівень відповідальності будівлі	II
Електропостачання ділянки	трифазна, 380В
Виділена потужність, кВА	25

Основні технологічні операції, що здійснюються на складальному ділянці, здійснюються в рамках технологічного процесу. Основними етапами процесу складання будуть:

- заготівельні операції;
- операції чорнової механічної обробки;
- операції чистової механічної обробки;
- зварювальні операції;
- складальні операції з корпусних виробів та складальних одиниць;
- фарбування або нанесення захисних покриттів.

У таблиці 9 наводиться список технологічних операцій, здійснюваних на досліджуваному ділянці.

Таблиця 9 - Здійснювані на ділянці технологічні процеси та операції

Найменування технологічного процесу	Найменування технологічної операції та, виду виконуваних робіт	Найменування посади працівника, який виконує технологічний процес	Обладнання пристрій, пристрій	Матеріал, речовини
Заготівельна операція	Різання профільної труби	Слюсар 5-го розряду	Торцева абразивна пилка PRN-320	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чорнова механічна обробка	Підрізування стиків	Слюсар 5-го розряду	Кутова шліфувальна машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чистова механічна обробка	Шліфування	Слюсар 5-го розряду	Кутова шліфувальна машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20к
Зварювальна операція	Зварювання труб каркасу	Зварювальник	Інверторний апарат дугового зварювання MMA-200S	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Збірна операція	Складання	Слюсар-збиральник	Стапель збирання	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Нанесення захисного шару на металеву раму	Забарвлення	Маляр	Краскопульт безповітряного розпилення Graco	Емаль ЕЦ

Отже, визначено перелік технологічних операцій, здійснюваних ділянці.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Далі слід визначити перелік небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на працівників, виходячи із зазначеного переліку технологічних операцій.

5.2. Ідентифікація професійних ризиків

Процес механічної обробки заготовок, виготовлення вузлових конструкцій та остаточне складання пов'язані з різними професійними ризиками для працівників. Розглянемо основні загрози, з якими стикаються співробітники на ділянці механічного складання, та виявимо способи їх запобігання для забезпечення безпеки та здоров'я персоналу на виробництві. Ідентифікація професійних ризиків наведена у таблиці 10.

Таблиця 10 - Ідентифікація професійних ризиків

Технологічна операція, вид виконуваних робіт	Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Джерело небезпечного та шкідливого виробничого фактора
Заготівельні роботи та механічна обробка	Підвищений рівень шуму,	Кутова шліфувальна машина
	Карборундовий пил	Матеріал шліфувального каміння та дисків
	Загоряння пилу при обробці деталей та виробів	Іскри
	Статичне навантаження	Кутова шліфувальна машина
	Шум	Кутова шліфувальна машина
	Ультразвук	Кутова шліфувальна машина
	Вібрації	Кутова шліфувальна машина

Виявлені професійні ризики дозволять розробити методи їхньої мінімізації чи нейтралізації, і навіть зробити добір необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

5.3. Методи та засоби зниження професійних ризиків

У сучасних умовах охорони праці та виробничої безпеки важливо не тільки усвідомлювати можливі професійні ризики на робочому місці, а й активно вживати заходів щодо їх зниження запобігання. Розглянемо різноманітні методи та засоби, які можуть бути використані для скорочення можливих небезпек на ділянці механічного збирання. Буде визначено як технічні аспекти, що включають впровадження безпечного обладнання та технологій, так і організаційні заходи, такі як навчання персоналу, розробка процедур безпечної роботи та заохочення дотримання правил безпеки. Визначимо засоби персонального захисту, необхідність профілактичних медичних оглядів та інших методів, спрямованих на створення безпечного та здорового робочого середовища для працівників ділянки механічного складання. Були спеціально розроблені, як і засоби індивідуального та колективного захисту, для зниження впливу кожного небезпечного та шкідливого виробничого фактора.

Таблиця 11 – Методи та засоби зниження професійних ризиків

Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Методи та засоби захисту, зниження, усунення небезпечного та шкідливого виробничого фактору	Засоби індивідуального захисту працівника
Ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги	Використання спеціального одягу. Застосування засобів колективного захисту (нанесення попереджувальних написів, інформаційних табличок, міток тощо)	Зварювальна маска, зварювальні рукавички
Іскри, бризки розплавленого металу	Використання спеціального одягу. Використання засобів захисту органів зору та органів дихання.	Спецівка, захисні окуляри, захисні рукавички, спеціальні черевики.

Продовження таблиці 11

Електромагнітні поля	Використання узгоджених навантажень та поглиначів потужності, що знижують напруженість та щільність потоку енергії електромагнітних хвиль;	Окуляри та спецодяг, виконаний їх металізованої тканини.
Зварювальний дим, що має у складі тверді та газоподібні токсичні речовини. Дрібнодисперсний пил. Наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин	Провітрювання приміщення. Застосування засобів індивідуального захисту.	Респіратор, маска, що фільтрує.
Шум	Зменшення акустики приміщення за рахунок спеціальних матеріалів, накладених на стіни або великі металеві предмети.	Беруші
Ультразвук	Використання ізолюючих корпусів та екранів. Недопущення тривалого впливу. Забезпечення технічних перерв у роботі	Протишуми. Гумові та бавовняно-паперові рукавички одягнені спільно.

Зазначені методи зниження професійних ризиків дозволяють значно знизити вплив на працюючих та підвищити загальний рівень безпеки на виробництві.

5.4. Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту

У забезпеченні пожежної безпеки технічного об'єкта полягає один із найважливіших аспектів забезпечення надійної та безпечної роботи підприємства. Пожежна безпека є невід'ємною частиною загальної системи

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

безпеки та потребує комплексного

підходу та постійного контролю. Розуміння та суворе дотримання заходів щодо забезпечення пожежної безпеки є ключовим елементом для захисту життя та майна на технічному об'єкті.

У таблиці 12 наведено ідентифікацію джерел потенційного виникнення класу пожежі та виявлених небезпечних факторів пожежі з розробкою технічних засобів.

Таблиця 12 – Ідентифікація джерел потенційного виникнення класу пожежі та виявлених небезпечних факторів пожежі

Найменування ділянки	Устаткування	Клас пожежі	Небезпечні фактори пожежі	Супутні прояви факторів пожежі
Складальна ділянка	Інверторний апарат дугового зварювання MMA-200S	A – тверді матеріали.	Дим, іскра, відкритий вогонь, інтенсивне теплове випромінювання.	Низька волога, наявність поруч із джерелом загоряння бавовняно-паперових виробів, деревини та ін.
	Кутова шліфувальна машина на Bosch PWS 650-115	A – тверді матеріали.	Дим, іскра, відкритий вогонь, випромінювання.	Низька волога, наявність поруч із джерелом загоряння бавовняно-паперових виробів, деревини та ін.
	Краскопульт безповітряного розпилення Graco	B – горіння рідин	Натуральні та синтетичні олії, лакофарбові вироби.	Пари легкозаймисті рідини, що вибухають при змішуванні з повітрям

Забезпечення пожежної безпеки на технічному об'єкті є фундаментальним

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

аспектом правильної експлуатації та захисту від надзвичайних ситуацій. Ключовими заходами є навчання персоналу безпечним методам дій у разі пожежі, регулярні перевірки систем пожежної сигналізації та гасіння, а також суворе дотримання норм та вимог пожежної безпеки. Важливо пам'ятати про необхідність планування та проведення навчань з евакуації персоналу для мінімізації потенційних загроз. Забезпечення пожежної безпеки на технічному об'єкті потребує постійної уваги, проактивного підходу та готовності до дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

5.5. Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкта

Екологічна безпека ділянки збирання повинна забезпечити в рамках загальної екологічної безпеки всього підприємства. Забезпечення екологічної безпеки на технічному об'єкті є необхідною умовою для дотримання екологічних стандартів, мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та запобігання екологічним надзвичайним ситуаціям.

У таблиці 15 наведено ідентифікацію негативних екологічних факторів, що виникають під час створення проєктованого об'єкта. На підставі ідентифікації розроблені заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на довкілля виробленим технічним об'єктом, що розглядається.

Таблиця 14 - Ідентифікація негативних екологічних факторів

Найменування технічного об'єкта розробки	Структурні складові технічного об'єкта, технологічного процесу	Вплив об'єкта на атмосферу	Вплив об'єкта на гідросферу	Вплив об'єкта на літосферу

ама складального стапеля	таль 20. Зварювання, шліфування, фарбування.	Випарів із емностей для зберігання хімічних речовин. Газоподібні виділення зварювання. Пил з поверхні, сипких будівельних матеріалів	Зміна якості води, спричинена викидами нафтопродукт ів та важких металів	Забруднення. Вторинне засоле ння та заболочування. Відчуження земель виробництва
-----------------------------	--	---	--	--

Забезпечення безпеки та екологічності на підприємстві сьогодні стає все більш невід'ємною частиною успішної діяльності компанії. Успішна реалізація заходів щодо безпеки та екологічності потребує постійного контролю, навчання персоналу, використання сучасних технологій та систем управління. Важливим є також формування екологічної культури серед працівників та запровадження принципів відповідального споживання ресурсів.

У розділі визначено технологічні операції, які здійснюються на складальному ділянці. На підставі переліку технологічних операцій, були ідентифіковані професійні ризики та визначено перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що впливають на працівників. Виявлені професійні ризики дозволили виконати розробку методи їхньої мінімізації чи нейтралізації, і навіть провести добір необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Визначено фактори пожежної безпеки, на підставі чого розроблено комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання пожежі. Також виконано ідентифікацію негативних екологічних факторів, що також дозволило розробити заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище технічним об'єктом, що розглядається.

На підставі викладеного, можна зробити висновок про виконання завдань у рамках виконання розділу безпеки та екологічності ділянки.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Висновок

1. Розглянуто та проаналізовано основні вимоги до пасивної безпеки в автомобільній промисловості. Розглянуто основні елементи пасивної безпеки, включаючи подушки безпеки, ремені безпеки, кузов автомобіля та інші конструктивні рішення, спрямовані на мінімізацію травм при дорожньо-транспортних пригодах.

2. Тяговий розрахунок виконаний на підтвердження заявлених тягово-потужних характеристик автомобіля, взятого для модернізації. Для автомобіля тяговий розрахунок дозволяє визначити оптимальні характеристики двигуна та трансмісії, враховуючи масу автомобіля, коефіцієнт опору руху, ухили дороги та інші параметри.

3. У ході проектування подушок безпеки для автомобіля було застосовано передові технології та інженерні рішення, що сприяють підвищенню ефективності системи пасивної безпеки (passive safety). Розробка включала впровадження інноваційних матеріалів і компонентів, що дозволило створити сучасні та надійні подушки безпеки, що вбудовуються в ремінь безпеки, що відповідають сучасним стандартам безпеки.

4. Технологія збирання подушок безпеки розроблена з урахуванням економічних аспектів, спрямованих на оптимізацію часу та витрат на процес збирання.

5. Визначено фактори пожежної небезпеки, на підставі чого розроблено комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання пожежі. Також виконано ідентифікацію негативних екологічних факторів.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Список використаної літератури та джерел

1. Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 - 378p. - ISBN 9780415725781
2. GA Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Зберігати їжу, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019
3. Milliken, WF Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / WF Milliken, DL Milliken: SAE International, 1995. - 890 p. - ISBN 1560915269, 9781560915263.
4. Singh, H.: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.
5. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання: підручник. – Київ: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
6. Марчук Р. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Правила дорожнього руху». – Рівне: НУВГП, 2016. – 50 с.
7. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: навчальний посібник для ВНЗ. – Київ: ВІКНУ, 2011. – 368 с.
8. Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 58 с.
9. Біліченко В. В., Зелінський В. Й., Севостьянов С. М. Основи конструкції автомобілів. Ходова частина: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 59 с.
10. Біліченко В. В., Варчук В. В., Вдовиченко О. В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 117 с.
11. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Додаток А
Графіки тягового розрахунку

					КРБАТ 25.22119.000. ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

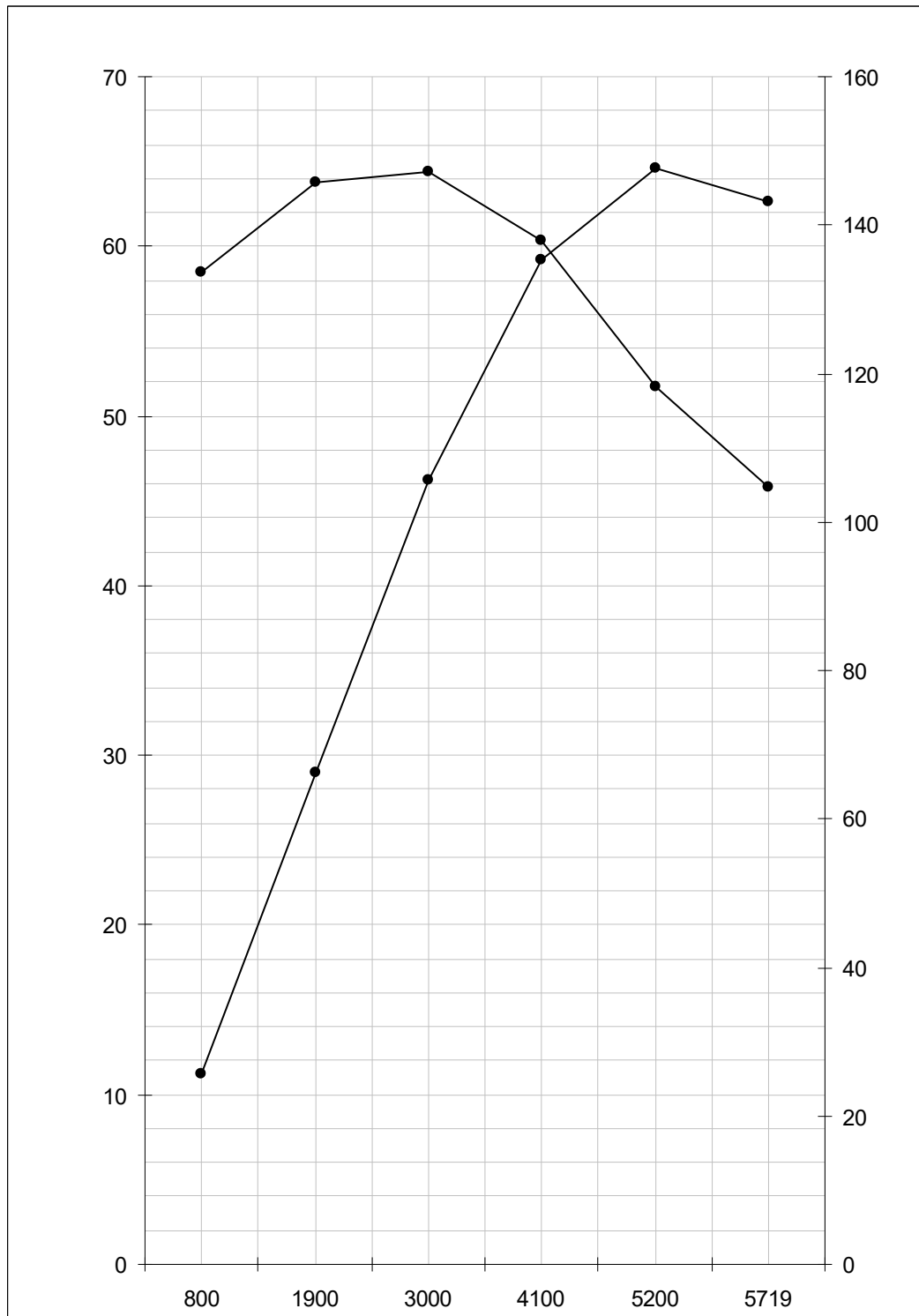


Рисунок А1 – Зовнішня швидкісна характеристика
Продовження Додатку А

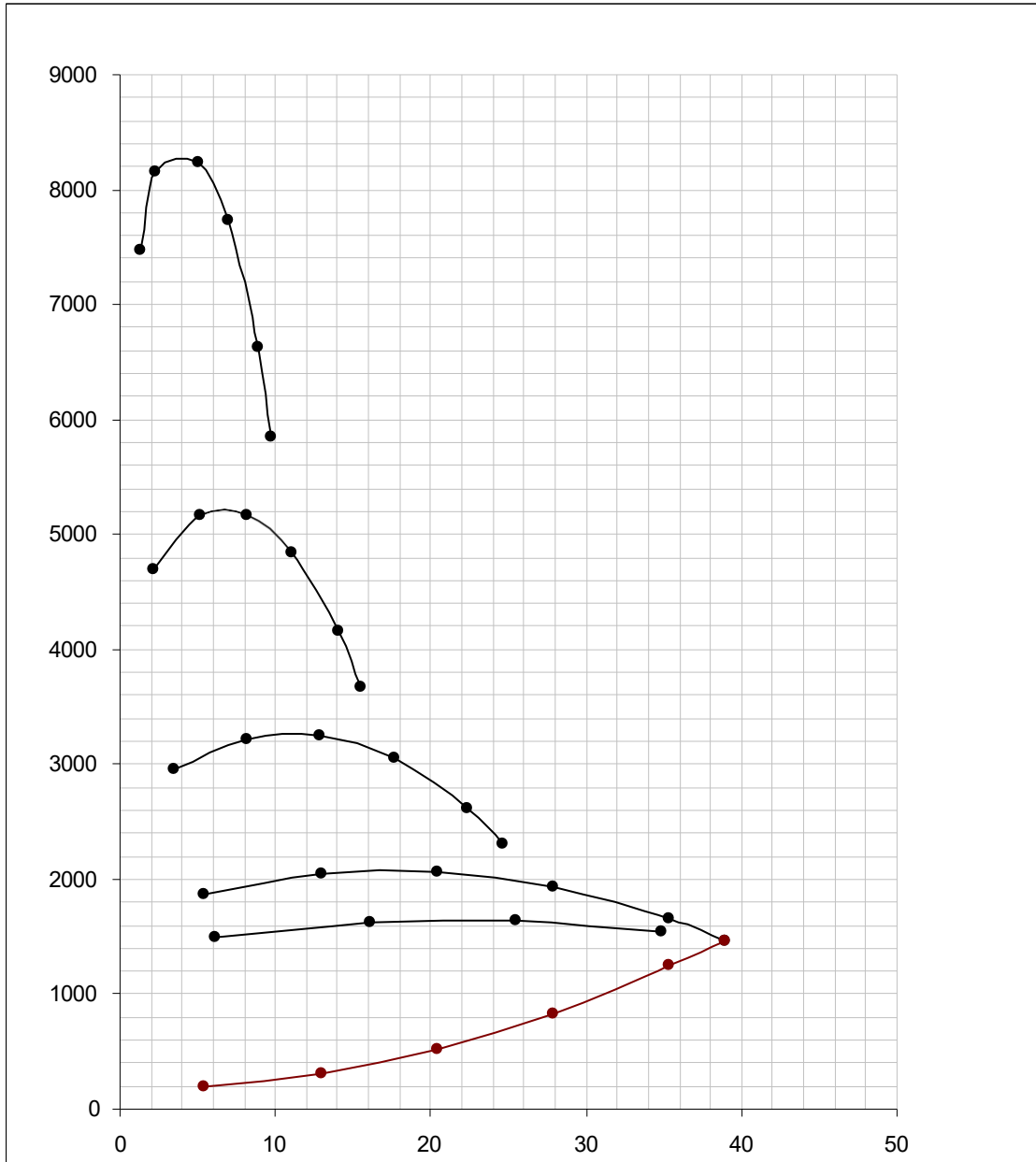


Рисунок А2 – Тяговий баланс автомобіля

Продовження Додатку А



Рисунок А3 – Динамічна характеристика
Продовження Додатку А

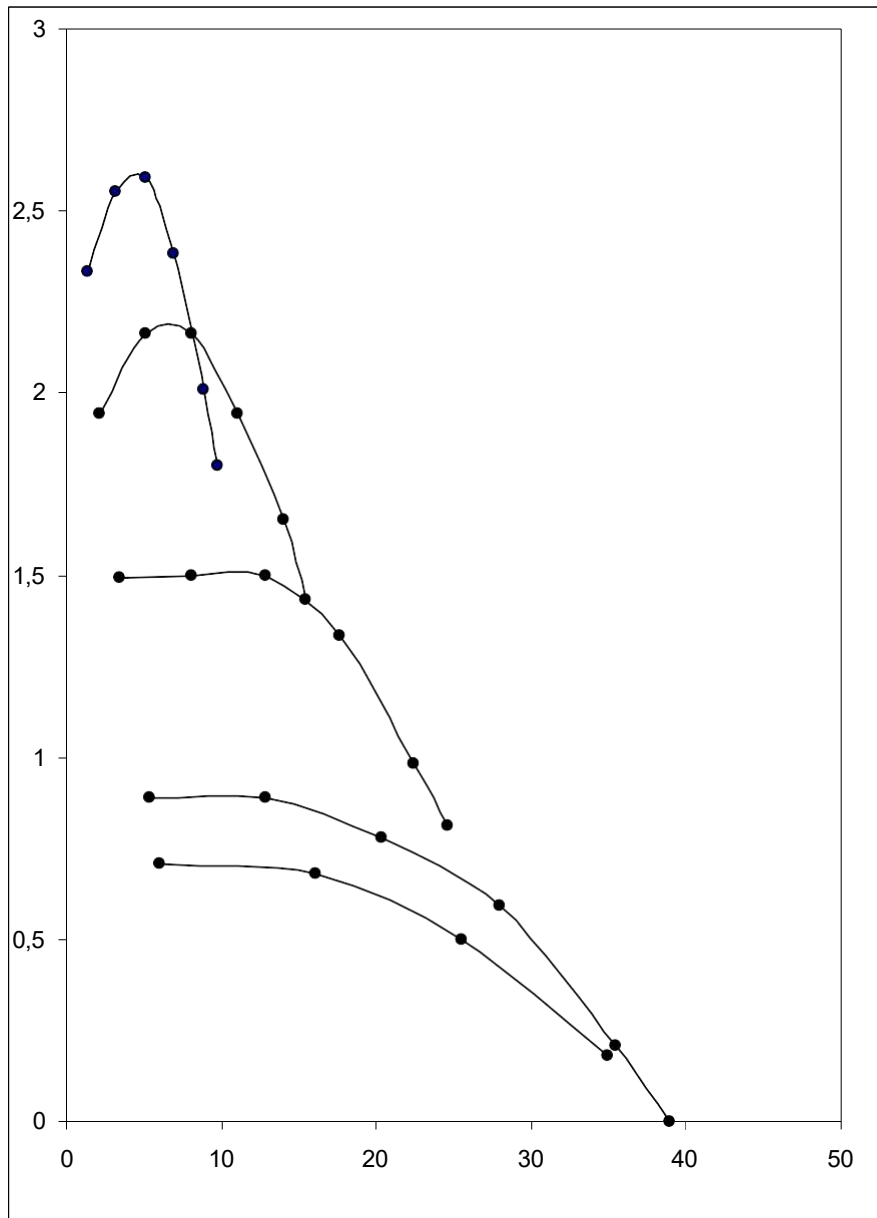


Рисунок А4 – Прискорення автомобіля
Продовження Додатку А

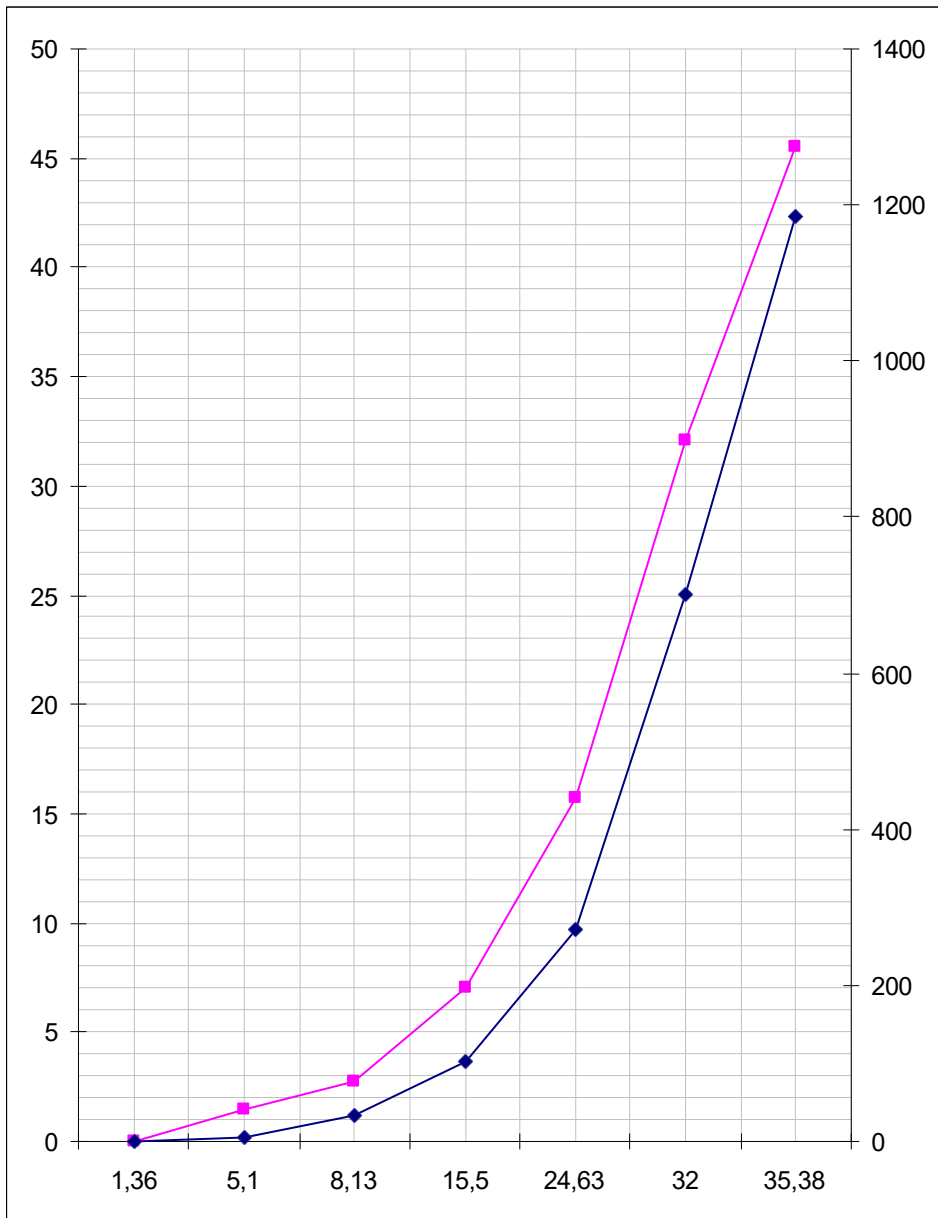


Рисунок А5 – Час та шлях розгону автомобіля
Продовження Додатку А

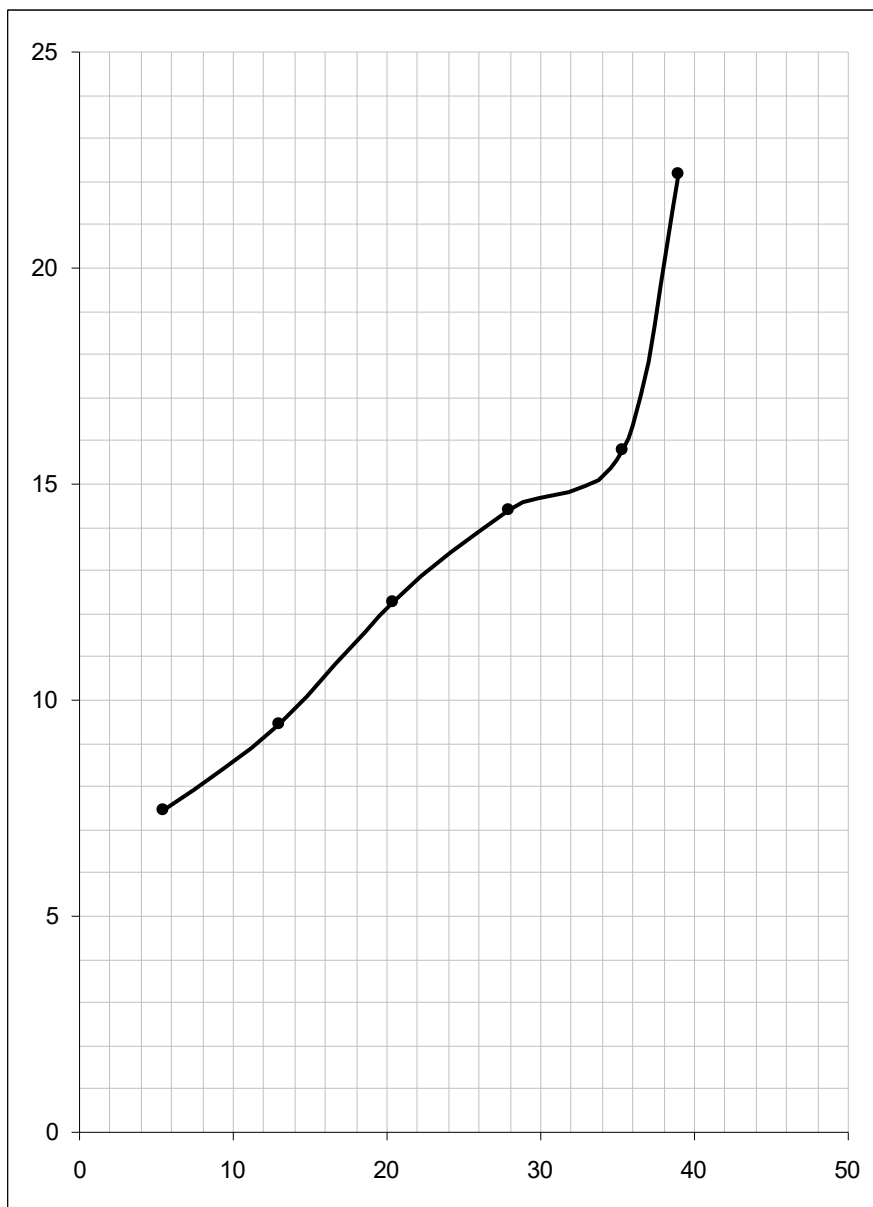


Рисунок А8 – Паливно-економічна характеристика