

Вінницький національний технічний університет
 Факультет машинобудування та транспорту
 Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Вдосконалення технологічних процесів ремонту елементів
 автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування
 автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» місто
 Вінниця»

Виконав: студент 2-го курсу, групи ІАТ-21м
 спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
Кравченко О.О.

Керівник: канд. екон. наук, доцент каф. АТМ

Огневий В.О.

«12» _____ 2022 р.

Опонець: к.т.н. доц. каф. АТМ

Григоруканський І.І.

«12» _____ 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н. доц. Цимбал С.В.

«14» _____ 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Спеціальна-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 07 » 12 2022 р.

КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ
ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кращенку Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення технологічних процесів ремонту елементів автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» місто Вінниця, керівник роботи – Огневий Віталій Олександрович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, курсовий студент, очолює заняття)

затверджені наказом ВНТУ від «14» вересня 2022 року № 203.

2. Строк подання студентом роботи: 07.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (закони міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – легкові автомобілі; об'єкт дослідження – процес формування з'єднання кузовних елементів автомобілів, під час ремонту яких використовується технологія клеєнки; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування розробок з вдосконалення технологічних процесів створення клеєклепанних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів ТОВ «Кредо Авто»

2 Теоретичні передумови вдосконалення технологічних процесів ремонту клеєклепанних з'єднань автомобільних кузовів

3 Результати експериментальних досліджень властивостей клеєклепанних з'єднань в залежності від характеристик використаного клею.

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5 Експериментальне дослідження властивостей клеєклепанних з'єднань в залежності від технології клеєнки

3. Перелік ілюстративних матеріалів, які використовуються при створенні класифікаційних збірок, з посиланнями на матеріали, які використовуються при створенні класифікаційних збірок.
4. Дані про використання матеріалів, що використовуються при створенні класифікаційних збірок.
5. Дані про використання матеріалів, що використовуються при створенні класифікаційних збірок.
6. Алгоритми формування і виконання рішень класифікаційних збірок.
7. Типи використання при дослідженнях збірок.
8. Схема технологічного процесу створення класифікаційних збірок з використанням у програмі.
9. Фото виконаних робіт.
10. Типові дефекти при класифікації автомобільних кузовів в умовах авторемонтних підприємств, причин їх виникнення і способи усунення.
11. Фото різних застосувань для пресових установок (самопробивних) збірок.
12. Порівняльний аналіз витрат і трудомісткості класифікації та класифікаційних рішень при ремонті автомобіля.
13. Порівняльний аналіз трудомісткості монтажу при класифікації та класифікаційних рішеннях.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видачі	написання протоколу
Розв'язання основної задачі	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Економічна частина	Буренников Ю.Ю., доцент кафедри АТМ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дебильська С.В., професор кафедри БЖДПБ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Проміжні результати
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2022	<i>[Signature]</i>
2	Аналіз впливних факторів, постановка задачі	19.09-02.10.2022	<i>[Signature]</i>
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2022	<i>[Signature]</i>
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2022	<i>[Signature]</i>
5	Формування висновків по роботі, наукової повизни, практичної цінності результатів	21.11-04.12.2022	<i>[Signature]</i>
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2022	<i>[Signature]</i>
7	Виконання розділу «Економічна частина»	07.11-27.11.2022	<i>[Signature]</i>
8	Нормоконтроль МКР	05.12-07.12.2022	<i>[Signature]</i>
9	Попередній захист МКР	08.12-09.12.2022	<i>[Signature]</i>
10	Репетиторвання МКР	12.12-16.12.2022	<i>[Signature]</i>
11	Захист МКР	20.12-28.12.2022	<i>[Signature]</i>

Студент *[Signature]* (ім'я) Кравченко О.О.
 Керівник роботи *[Signature]* (ім'я) Огневий В.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.431.(076)

Кравченко О. О. Вдосконалення технологічних процесів ремонту елементів автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності – 274 – Автомобільний транспорт, освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2022. 136 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 30 назв; рис.: 37; табл. 29.

У магістерській кваліфікаційній роботі вдосконалено технологічний процес ремонту елементів автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто».

У загальній частині роботи наведено науково-технічне обґрунтування розробок з вдосконалення технологічних процесів створення клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів ТОВ «Кредо Авто». Також наведено теоретичні передумови вдосконалення технологічних процесів ремонту клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів

В експериментальній частині досліджено властивості клеєклепаних з'єднань в залежності від характеристик використаного клею.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як мікроклімат, освітлення, шум, вібрація, електробезпека, пожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях

Також в роботі проведена оцінка техніко-економічної ефективності застосування клеєклепаної технології при ремонті автомобільних кузовів.

Графічна частина складається з 13 плакатів із результатами дослідження.

Ключові слова: технологічний процес, ремонт, клеєклепані з'єднання, автомобіль, кузов.

SUMMARY

UDC 621.431(076)

Kravchenko O.O. Improvement of technological processes of repair of elements of automobile bodies in the conditions of the car maintenance station of the limited liability company "Kredo Auto" city of Vinnytsia. Master's qualification work on the specialty - 274 - Motor transport, educational and professional program - Motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2022. 136 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 30 titles; Fig.: 37; table 29.

In the master's qualification work, the technological process of repairing elements of car bodies in the conditions of the car maintenance station of the limited liability company "Credo Auto" was improved.

In the general part of the work, the scientific and technical justification of the developments on improving the technological processes of creating glued-riveted joints during the repair of car bodies in the conditions of the car maintenance station of "Kredo Auto" LLC is given. Theoretical prerequisites for improving the technological processes of repairing glued-riveted joints of car bodies are also given.

In the experimental part, the properties of glue-riveted joints were investigated depending on the characteristics of the used glue.

In the section on labor protection, such issues as microclimate, lighting, noise, vibration, electrical safety, fire safety and safety in emergency situations are worked out.

Also, the work evaluates the technical and economic efficiency of the use of riveted technology in the repair of car bodies.

The graphic part consists of 13 posters with research results.

Key words: technological process, repair, glued joints, car, body.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ КЛЕЄКЛЕПАНИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТОВ «КРЕДО АВТО».....	12
1.1 Особливості застосування традиційної клепаної технології при ремонті автомобілів.....	12
1.2 Існуючі технології створення клеєклепаних з'єднань.....	14
1.3 Вимоги до матеріалів, які використовуються при створенні клеєклепаних з'єднань.....	20
1.4 Особливості розрахунку клепаних та клеєклепаних з'єднань....	30
1.5 Аналіз руйнування клепаних та клеєклепаних з'єднань у процесі експлуатації.....	35
1.6 Аналіз діяльності СТО "КРЕДО АВТО".....	41
1.7 Дослідження ринку послуг СТО.....	44
1.8 Аналіз стану існуючої виробничо-технічної бази ТОВ «Кредо Авто».....	47
1.9 Висновки до розділу 1.....	51
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ КЛЕЄКЛЕПАНИХ З'ЄДНАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ.....	53
2.1 Вплив хвилястості поверхонь деталей, які склепуються на характеристики якості клеєклепаного з'єднання.....	53
2.2 Параметричний взаємозв'язок характеристик технологічних процесів отримання клеєклепаних з'єднань на мікро- та макрорівнях.....	60
2.3 Алгоритм формування конструкторсько-технологічного рішення в умовах авторемонтного виробництва.....	64
2.4 Висновки до розділу 2	70

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЄКЛЕПАННИХ З'ЄДНАНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРИСТИК ВИКОРИСТАНОГО КЛЕЮ.....	71
3.1 Обґрунтування доцільності використання клею в клепаному з'єднанні під час ремонту автомобільних кузовів.....	71
3.2 Обґрунтування вибору клею для клеєклепаної технології складання автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва.	73
3.3 Експериментальне дослідження міцності клеєклепаних властивостей з'єднань з різними типами клеїв.....	81
3.4 Дослідження ремонтпридатності клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів.....	88
3.5 Висновки до розділу 3.....	91
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	93
4.1 Аналіз умов праці	93
4.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	93
4.2.1 Санітарні вимоги до приміщення.....	93
4.2.2 Мікроклімат.....	94
4.2.3 Вентиляція.....	94
4.2.4 Освітлення.....	94
4.2.5 Шум.....	95
4.2.6 Вібрації.....	96
4.3 Пожежна безпека.....	97
4.3.1 Визначення категорії приміщення.....	98
4.4 Техніка безпеки.....	99
4.4.1 Електробезпека.....	99
РОЗДІЛ 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЄКЛЕПАННИХ З'ЄДНАНЬ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНОЛОГІЇ КЛЕПКИ.....	100

5.1 Обґрунтування вибору типу заклепок, що використовуються при створенні клеєклепаних з'єднань при збиранні автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва.....	100
5.2 Дослідження впливу технологічних факторів на властивості міцності клеєклепаних з'єднань.....	103
5.3 Дослідження міцності клеєклепаних з'єднань після витримки в агресивних середовищах.....	105
5.4 Розробка технології ремонту автомобільних кузовів із застосуванням клеєклепаної технології.....	106
5.5 Рекомендації щодо застосування технології створення клеєклепаних з'єднань під час ремонту автомобільних кузовів.....	114
5.6 Оцінка техніко-економічної ефективності застосування клеєклепаної технології при ремонті автомобільних кузовів.....	116
5.7 Висновки до розділу 5.....	121
ВИСНОВКИ	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	125
ДОДАТКИ.....	128
Додаток А.....	
Додаток Б.....	

ВСТУП

Актуальність теми. Ремонт автомобільних кузовів є одним з найбільш складних технологічних завдань відновлення експлуатаційних властивостей автомобілів. Особливо складним є ремонт клепаних з'єднань елементів кузовів.

Клепану технологію застосовують при складанні різнорідних або погано зварюваних матеріалів, термооброблених або остаточно оброблених точних деталей, для яких неприпустиме нагрівання і тому не можна застосовувати зварювання. Клепка також використовується при складанні в один пакет декількох деталей, а також деталей, що піддаються впливу вібрації та ударним навантаженням.

Технологія клепки, як спосіб створення нероз'ємних з'єднань, була відома більше 2500 років тому, застосовувалася в різних видах з'єднань і зараз отримала широке застосування при виробництві та ремонті машин різного призначення.

Клеєклепана технологія складання деталей машин, замість контактного точкового зварювання, є досить перспективною для автомобілебудування. Дана технологія має величезні переваги перед класичним точковим зварюванням та клепкою.

Введення клею в шов при виготовленні клеєклепаного з'єднання дозволило істотно підвищити такі параметри з'єднання як корозійну стійкість, міцність і довговічність, особливо при знакозмінних навантаженнях. Недоліки притаманні технології клеєклепки можуть бути істотно зменшені вдосконаленням технології створення клеєклепаних з'єднань (особливо це актуально для авторемонтних виробництв), точним розрахунком параметрів клеєклепаного з'єднання та застосуванням перспективних полімерних матеріалів (зокрема клеїв-розплавів). Вибір клею і типу заклепок значно впливає на міцність, довговічність і ремонтпридатність клеєклепаного з'єднання.

Основною перешкодою для інтенсивного впровадження технології клеєклепки при ремонті автомобільних кузовів з використанням термопластичних клеїв-розплавів є дуже обмежені відомості щодо деформаційної-міцності властивостей клеїв-розплавів, їх стійкості до впливу різних експлуатаційних факторів, а також відсутність технологічних рекомендацій їх застосування при ремонті. Додаткові складності виникають при демонтажі клеєклепанних з'єднань за умов авторемонтного виробництва.

Виробничі технології клепки не можуть бути використані при ремонті автомобілів, так як вони не враховують наявності різних експлуатаційних пошкоджень та специфіки подальшого демонтажу клеєклепанних з'єднань, що призводить до суттєвих пошкоджень клеємеханічних з'єднань при демонтажі та низькій якості повторного складання клеємеханічних з'єднань.

Таким чином, магістерська робота, спрямована на вдосконалення технологічних процесів ремонту автомобільних кузовів, є актуальною для підприємств з технічного обслуговування та ремонту автомобільного транспорту, оскільки дозволяє забезпечити можливість їх подальшого відновлення та монтажу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась у відповідності з напрямками наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Мета і завдання дослідження – удосконалення технологічних процесів створення клеєклепанних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів, які забезпечують підвищення ремонтпридатності.

Відповідно до поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити алгоритм оцінки точності клеєклепаної сполуки залежно від конструкторсько-технологічних факторів;
- розробити критерії вибору клеїв-розплавів для створення клеєклепанних з'єднань під час ремонту автомобільних кузовів;

- дослідити властивості клеєклепаного з'єднання при використанні клеїв-розплавів;
- розробити технологічні процеси створення та демонтажу клеєклепаних з'єднань з використанням клеїв-розплавів при ремонті автомобільних кузовів;
- визначити техніко-економічну ефективність застосування клеєклепаної технології під час ремонту автомобільних кузовів.
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні наукових досліджень.

Об'єкт дослідження - процес формування з'єднання кузовних елементів автомобілів, під час ремонту яких використовується технологія клеєклепки.

Предмет дослідження - закономірності, та технологія створення клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів з використанням термопластичних клеїв-розплавів в умовах авторемонтного виробництва.

Методи дослідження.

Методи дослідження оцінки якості запропонованих нових технічних рішень включають експериментальні методи визначення міцності клеєклепаних з'єднань, проведення їх лабораторних та експлуатаційних випробувань. Пропоновані методи та підходи базуються на основних положеннях теорії надійності машин, теорії пружності, теорій непружної поведінки полімерних матеріалів, методів планування експерименту, на експериментальному дослідженні міцності та опору втоми зразків, виготовлених з використанням клеєклепаної технології.

Наукова новизна одержаних результатів:

- розроблено алгоритм прийняття ефективних конструкторсько-технічних рішень створення клеєклепаних з'єднань з урахуванням взаємопов'язаності конструкторських та технологічних етапів в умовах авторемонтного виробництва;
- проаналізовано вплив точності виготовлення з'єднувальних деталей і реологічних властивостей клеїв на якість одержуваних клеєклепаних з'єднань;

- розроблено методики з ідентифікації властивостей клеєклепаних з'єднань на мікро- та макрорівнях;
- розроблено аналітичне рішення, яке дозволяє оцінювати кінетику процесів розтікання клеїв-розплавів по поверхні деталей автомобілів, які підлягають ремонту за клеєклепаною технологією.

Практичне значення одержаних результатів.

Вдосконалений технологічний процес ремонту елементів автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» і реалізуюче його обладнання дозволяють створити міцні та герметичні клепані з'єднання.

Достовірність теоретичних положень.

Контроль достовірності отриманих результатів здійснювався зіставленням теоретичних положень з експериментальними даними, отриманими під час проведення лабораторних випробувань великої кількості дослідних зразків.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень були опубліковані серед матеріалів конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)», Вінниця, 2023. р.

Публікації. Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці, з яких 1 – опублікована праця апробаційного характеру.

РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ КЛЕЄКЛЕПАНИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТОВ «КРЕДО АВТО»

1.1 Особливості застосування традиційної клепаної технології при ремонті автомобілів

Клепкою називають технологічний процес отримання нероз'ємного з'єднання шляхом осадження виступаючої частини стрижня заклепки та формування з неї замикаючої головки необхідної форми та розміру [15].

Заклепувальні сполуки можуть бути отримані без використання заклепки, тобто. безпосереднім склепуванням двох деталей.

Клепка, як технологічний процес, відома з давніх-давен, цієї технології більше 2000 років. Часто археологи знаходять під час розкопок різні предмети, в яких застосовувався даний метод з'єднання. На початку 19-го століття вона використовувалася як один з головних методів отримання нероз'ємних з'єднань металів, наприклад, відома всім Ейфелева вежа в Парижі зібрана безпосередньо із застосуванням заклепок. Але у зв'язку з розвитком зварних технологій, клепка була відсунута на задній план і застосовувалася дедалі рідше. З початком застосування різномірних матеріалів на виробництвах, де вимагалось отримання нероз'ємних з'єднань, клепка знову вийшла на передній план [8].

Клепання краще за інші технології підходить для з'єднання високоміцних сталей, алюмінію, магнію та штучних матеріалів, тобто тих матеріалів, які сьогодні широко використовуються в різних галузях промисловості, а переважно в авіа- та суднобудуванні. Останнім часом клепку все частіше почали застосовувати і в автомобілебудуванні у зв'язку із застосуванням вищезгаданих різномірних матеріалів. Завдяки їй можна скріплювати деталі без негативного впливу на них. Деталі не піддаються суттєвому нагріванню, а

значить ризик короблення зведений у цьому випадку до мінімуму. Відсутня освіта шкідливих виробничих парів та випарів, що виділяються при зварюванні та пайці.

Найчастіше клепка використовується при складанні листових деталей. Але, незважаючи на відсутність шкідливого впливу, як на метал, так і на людину, клепані з'єднання є більш трудомісткими і їх зазвичай застосовують тільки в тих випадках, коли інші способи збирання не застосовуються з конструктивних або технологічних міркувань, наприклад, при збиранні пасажирського літака застосовують до 25 млн. шт. заклепок.

Залежно від міцності та герметичності, всі клепані з'єднання поділяють на дві групи:

- 1 група – силові;
- 2 група – силові щільні.

З'єднання першої групи використовуються при складанні металевих з'єднань, які працюють без тиску. З'єднання другої групи застосовуються при збиранні конструкцій з композиційних полімерних матеріалів (ПКМ), а також в металевих конструкціях, що працюють під тиском (наприклад, трубопроводи).

Можна виділити такі основні переваги клепаних з'єднань:

- висока стійкість до вібраційних та ударних навантажень;
- універсальність, тобто можливість отримання нероз'ємного з'єднання в конструкціях, коли інші способи збирання не застосовні;
- стабільність та контрольованість якості складання.

Недоліком клепаних з'єднань є:

- висока трудомісткість виготовлення;
- підвищена витрата металу;
- ослаблення перерізу деталей отворами;
- концентрації напружень;
- порушення гладкості зовнішніх поверхонь.

Також до основних недоліків клепаних з'єднань відноситься висока трудомісткість, тому що для забезпечення необхідної міцності клепаних

конструкцій потрібна постановка заклепок з невеликим кроком та застосування багаторядних швів. Це призводить до великої витрати заклепок, збільшує трудомісткість та ускладнює конструкцію. Отвори в деталях, що з'єднуються, є джерелом концентрації напружень, причиною виникнення втомних тріщин і часто призводять до порушення герметичності конструкції.

Ще одним недоліком клепаных з'єднань є їхня негерметичність і, як наслідок цього, низька корозійна стійкість. Багато в чому саме через це клепані з'єднання поступово замінюють на зварні.

Істотний внесок у розвиток технологічних методів застосування клепаных з'єднань у різних галузях промисловості зробили роботи Григор'єва В.П., Орлова Л.М., Ричина С.А., Колганова І.М. [8, 15] та ін. Однак, у своїх роботах вони не розглядали питання підвищення герметичності клепаных з'єднань шляхом використання клейових матеріалів.

Порушення герметичності відбувається і після герметизації заклепувальної сполуки, оскільки велика ймовірність виникнення електрохімічної корозії. При постановці заклепок у великогабаритних деталях з великою кількістю отворів має місце розбіжність отворів через взаємне зміщення деталей. Використання поверхневої герметизації дозволяє лише частково вирішити проблему забезпечення герметичності з'єднання. Цих недоліків частково позбавлені клеєклепані з'єднання.

1.2 Існуючі технології створення клеєклепаных з'єднань

В даний час все більше автовиробників починають застосовувати у своїх кузовах нові полегшені матеріали, що дозволяють знизити вагу автомобіля і тим самим зменшити споживання палива. У ролі «легких» матеріалів можуть використовуватися алюмінієві сплави, і навіть композиційні матеріали з урахуванням вуглецевих волокон (вуглепластики).

Установка таких деталей на автомобіль викликає деякі труднощі, оскільки силовий каркас кузова виконаний із міцних сталей і точкове

зварювання для кріплення деталей з інших матеріалів не підходить через неоднорідність матеріалів. Тому виробники все частіше почали застосовувати при складанні технології клепок.

Наприклад, компанія BMW з 2009 року поділяє пошкодження кузовів на три основні категорії: 1 – деталі, що встановлюються за допомогою різьбових з'єднань, 2 – деталі, що не вимагають рихтування, що встановлюються за допомогою клею та клепок, 3 – деталі, що вимагають рихтування та встановлюються за допомогою клею та клепок. Як стверджують самі майстри, переваги даної технології перед класичним точковим зварюванням полягають у зменшенні часу при ремонті та поліпшеному захисті від корозії.

Склеювання та клепка – це дві різні операції, які при поєднанні їх у єдиний технологічний процес, отримали назву клеєклепки, а отримані з'єднання – клеєклепанями.

У той же час, клеєклепана технологія не є простою складовою технології склеювання та клепок.

Основними технологічними операціями при склеюванні є [19]:

- підготовка поверхні деталей, що склеюються;
- підготовка матеріалів, які клеять;
- нанесення матеріалів, які клеять;
- відкрита витримка;
- складання деталей, які склеюються;
- контроль якості клеєвого з'єднання.

Основними технологічними операціями при клепці є:

- складання деталей, які склепуються;
- виготовлення отворів під заклепки (або розмітка при використанні самопробивних заклепок);
- клепка;
- контроль якості.

Таким чином, тільки одна єдина операція – контроль якості для цих двох технологій є спільною, хоча насправді її спільною також не можна назвати,

оскільки використовуються зовсім різні методи контролю. Для клейової технології це ультразвукові методи та різні еходефектоскопи [12]. У той же час, поряд з розвитком сучасної техніки контролю якості клейових з'єднань, не менше поширення досі мають візуальні методи контролю, такі як оцінка суцільності клейового шва, відсутність у ньому видимих пор, рівномірність товщини клейового шару та ін. Такий, здавалося б, найпростіший контроль, також дозволяє визначити місця можливих дефектів і, що найголовніше, саме він дозволяє оцінити якість всієї технології, що використовується. Такий візуальний контроль може бути застосований і в оцінці якості клеєклепанних з'єднань.

За оцінками багатьох фахівців [2, 9, 17] якість клейового з'єднання залежить від технології підготовки поверхонь під склеювання. Для клейових технологій таких методів існує дуже багато, в тому числі і для очищення поверхонь металів, тоді як при клепанні такі операції або не проводять зовсім або використовують тільки найпростіші методи очищення, типу протирання ганчіркою.

Теоретичні та експериментальні питання застосування різних технологій при створенні клеєклепанних з'єднань розглянуті у роботах Баурова Н.І., Башкирцева В.І., Вільнав Ж.Ж., Петрова А.П., Фрейдіна А.С. та ін [18].

Залежно від методу застосування тиску клепок поділяють на ударну та пресову. При клеєлепці металевих конструкцій найбільше застосування знайшов ударний метод.

В даний час при створенні клеємеханічних з'єднань застосовуються три способи отримання клеєклепанних з'єднань:

- 1) постановка заклепок на затвердівший клейовий шар (клепка після нанесення клею та після його затвердіння);
- 2) постановка заклепок на незатвердівший клей (клепка після нанесення клею, але його затвердінням);
- 3) введення клею після встановлення заклепки (клепка до нанесення клею).

Переваги клеєклепаних з'єднань, отриманих будь-яким із даних способів, полягають у наступному:

- висока втомна міцність;
- високі жорсткісні характеристики з'єднання;
- герметичність з'єднання;
- антикорозійний захист клепаного шва;
- економічна ефективність (зменшення метало- та трудомісткості за рахунок зменшення числа заклепок).

До недоліків клеєклепаних з'єднань належать такі фактори:

- при постановці заклепок на незатверділий клейовий шар велика ймовірність пошкодження клейового шва, що призведе до порушення герметичності з'єднання та зниження його міцності;
- при постановці заклепок на незатверділий клейовий шов велика ймовірність забруднення інструменту надлишками незатверділого клею;
- при введенні клею після встановлення заклепки збільшується тривалість технологічного процесу за рахунок додаткового часу на нанесення та затвердіння клею.

Загальним недоліком всіх трьох способів виконання клеєклепаних з'єднань є відносна складність та трудомісткість контролю якості склеювання. Вирішити цю проблему можна за рахунок використання клейових матеріалів, які не вимагають тривалого затвердіння та не чутливі до низької якості підготовки поверхні металів перед нанесенням клею. Серед безлічі різних типів клеїв, до таких матеріалів відносяться термопластичні клеї-розплави.

Технологія нанесення термореактивних клеїв і термопластичних клеїв розплавів дуже різна. Для нанесення термореактивних клеїв, які, зазвичай, перебувають у рідкому стані, використовують: кисті, шпателі, різні типи розпилювачів тощо. Клеї-розплави у вихідному стані є твердим матеріалом і тому перед нанесенням на поверхню він спочатку повинен бути розплавлений. Для цього використовують спеціальні термопістолети [11] або будь-які інші інструменти.

Незважаючи на простоту технології застосування клеїв-розплавів, що здається, при їх використанні виникає безліч технологічних проблем. Найбільш складною проблемою є швидке охолодження клею розплаву при його безпосередньому контакті з холодною металевою поверхнею. Кінетика цього процесу залежить від теплофізичних властивостей використовуваного клею-розплаву та температури його плавлення. Ще одним важливим фактором є температура деталей, що склепуються, проте, як правило, вона дорівнює температурі повітря у виробничому приміщенні. Якщо товщина шару клею мала, його охолодження відбуватиметься з дуже великою швидкістю, то робітник може просто не встигнути встановити заклепку і провести процес клепки.

Іншою, не менш складною проблемою є складність у забезпеченні рівномірної товщини клейового шва при використанні клеїв-розплавів.

Основоположники теорії адгезії [1, 10, 18] та клейової технології [9] одноставно стверджують, що міцність будь-яких клейових матеріалів має екстремальний характер залежно від їх товщини (рис.1.1)

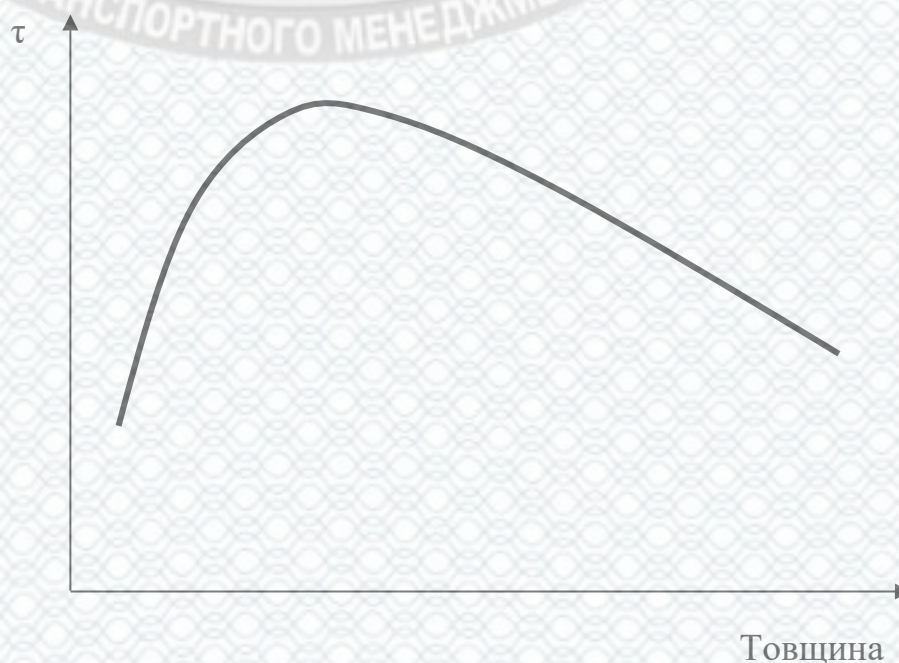


Рисунок 1.1 – Залежність міцності при зміщенні від товщини клейового шва

Кількісні значення товщин, при яких величина адгезійної міцності буде максимальна, залежать в першу чергу від хімічної природи клею та властивостей матеріалів, які склеюються. При використанні епоксидних клеїв, за оцінкою авторів робіт [19] оптимальні значення товщини становлять 0,1-0,25 мм, для акрилових клеїв ці товщини дорівнюють 0,01-0,05 мм. У технічній літературі відсутні дані по оптимальним значенням товщин для клеїв-розплавів, при яких забезпечувалися б найбільші значення міцності клейових з'єднань.

Залежно від температури, клепку поділяють на холодну та гарячу. При холодному клепанні заклепки не нагрівають. При гарячому клепанні заклепку нагрівають до пластичного стану (для сталей до 900-1150 °C), встановлюють в отвір і беруть в облогу клепальним інструментом. Гаряча клепка застосовується для з'єднання сталевих деталей, при діаметрі заклепок понад 14 мм.

При гарячому клепанні клейовий матеріал частково вигорє і тому, як правило, клеєклепане з'єднання отримують тільки при холодному клепанні. Разом з тим використання клейових матеріалів при гарячій клепці можливе, якщо клейовий матеріал вводити в шов після процесів клепки або якщо проводити процес клепки після затвердіння клею і використовувати термостійкі клейові матеріали.

Клеєклепані сполуки за своїми деформаційно-міцнісними властивостями вигідно відрізняються від клепанних, так як мають більш високу міцність при статичних і вібраційних навантаженнях, є герметичними і легшими.

На думку ряду авторів [2, 8] порівняно з клепанними та клейовими з'єднаннями, клеєклепані з'єднання мають більш високу міцність на зсув (на 15-35 %), рівномірний (на 20 %) та нерівномірний відрив (на 25- 40%). Клеєклепана технологія є не тільки самим надійним способом забезпечення герметичності, але й однією із найдешевших.

При навантаженні клеєклепанного з'єднання клейовий шов сприймає значну частину напруги, розвантажує заклепки і знижує деформування листів. У клеєклепаному з'єднанні концентрація напруги за площею перерізу не тільки

зменшується, але й вирівнюється і підвищує міцність з'єднання, особливо при циклічних навантаженнях.

1.3 Вимоги до матеріалів, які використовуються при створенні клеєклепаних з'єднань

Питанням вибору клейових матеріалів, у тому числі при створенні різних типів клеємеханічних сполук, у роботах Петрової А.П., Кардашова Д.А., Мотовіліна Г.В. ін [9] приділено багато уваги, проте в переважній більшості автори обмежувалися перерахуванням усіх можливих умов, які у реальному виробництві виконати практично неможливо. Наприклад, у роботі [17] запропоновано ідеалізований список із 10 позицій. Під пунктом 1 автори наводять вимогу щодо міцності, вказуючи, що «адгезія клею до субстрату не може бути меншою 1/10 когезійної міцності матеріалу, що склеюється». Під пунктом 2 цього ж списку вимог зазначено, що «деформаційні характеристики клею повинні збігатися або наближатися до аналогічних властивостей субстрату». Ця вимога може бути забезпечена, наприклад, при використанні клеїв на основі каучуків, призначених для склеювання між собою гум, проте вона не може бути виконана, якщо потрібно з'єднувати метали між собою.

Аналогічних прикладів можна навести безліч, наприклад, у роботі А.В. Ігнатова [9] автор пише, що «при виборі клею за критерій оцінки прийнято брати модуль пружності клею та коефіцієнт термічного розширення». Це твердження вимагає пояснень, оскільки не зрозуміло, яким повинен бути модуль пружності клею (великим або, навпаки, малим).

Найзагальнішими вимогами до клею є:

- необхідні деформаційно-міцнісні, теплостійкість і тривала стійкість до робочих середовищ, оскільки саме від них залежатиме довговічність експлуатації клейового з'єднання;

- необхідні технологічні властивості, до яких насамперед відносяться температура і час затвердіння, тиск, в'язкість (якщо клей у вихідному стані є рідиною);

- сумісність клею та склеюваних матеріалів.

У роботі [2], перераховуючи основні вимоги до клейового матеріалу, призначеного для отримання клеєклепаних з'єднань, автори вказують на те, що клей не повинен утворювати з металом гальванічну пару, оскільки в іншому випадку можливе утворення корозії. При створенні клеєклепаних з'єднань клей є практично єдиним засобом захисту внутрішньої поверхні деталей, що сполучаються від корозії і робить з'єднання герметичним.

Однак конкретних вимог до клею, в яких вказувалися значення його адгезійної та когезійної міцності, величини відносного подовження, теплостійкості і т. д., стосовно клеєклепаних з'єднань в технічній літературі знайти не вдалося.

Для створення клеєклепаних з'єднань, на думку автора [16] можуть використовуватись різні клейові матеріали:

- епоксидні клеї гарячого та холодного затвердіння (ВК-39, ВК-40, ДПК-13-12, ДПК-133, ДПК-134, Д-9Г, К-10, ВК-9, ВК-37, ВТ-10, ВТ-200, ДПК-139, К-300, К-300-61, К-400, К-600, К-800, КДС-19, КДС-23 та ін);

- плівкові клеї (ВК-24, ВК-36, ВК-46, ВК-51, ВК-51А);

- фенолоформальдегідні клеї (ВК-13, ВК-25, ВК-25А та ін.);

- анаеробні просочуючі клеї (Анатерм-1у, Анатерм-1, Анатерм-4, Анагерм-100, Анагерм-101, Анагерм-102, ПК-80 та інші анаеробні клеючі або ущільнювальні матеріали).

Представлений вище перелік клеїв викликає багато питань, наприклад, якою є технологія застосування плівкових клеїв, адже в них потрібно робити отвори для встановлення заклепок і як при цьому зафіксувати плівковий клей на поверхні металу.

Клей ПК-80 взагалі не призначений для склеювання та рекомендований його виробниками лише для герметизації поверхневих дефектів. Таку ж малу в'язкість мають і фенолоформальдегідні клеї.

Можливо, для якихось дуже вузьких областей застосування вище названий перелік клеїв дійсно може бути використаний, проте широкого поширення набули тільки клеї на основі епоксидних олігомерів, в першу чергу клеї марок ВК-27, ВК-37, ЦКМ і К-300 -61, що пов'язано з їхньою високою міцністю та технологічністю. У промисловому виробництві використовуються клеї марок ВК-27 та ВК-37 при ремонті К-300-61.

У роботі [17], поряд з епоксидними клеями, також згадуються фенольні, проте при виконанні даної роботи не вдалося знайти жодного прикладу виробів, де б фенольні клеї використовувалися при створенні будь-яких клеємеханічних з'єднань.

Найчастіше, при виборі клею для клеєклепаного з'єднання автори обмежуються лише його механічними властивостями. У той же час в'язкість епоксидних, фенольних і акрилових клеїв змінюється в дуже широкому діапазоні. Низьков'язкі клеї будуть витікати із заклепувального з'єднання і тим самим не тільки не збільшуватимуть міцність клеєклепаного з'єднання, але й істотно його забруднюватимуть.

В даний час все більшого поширення набувають клеї-розплави, які не містять розчинників а являються спеціальною плавкою композицією на основі термопластичного полімеру, який володіє в розплавленому стані хорошими клеючими властивостями (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад клеїв-розплавів

Компонент	Зміст	Призначення
Високомолекулярний полімер	20-50%	Основа клею. Забезпечує в'язкість розплаву і когезійну міцність клею в твердому стані
Смола (синтетична або природня)	25-60%	Для підвищення липкості і текучості і покращення змочувальної здатності
Синтетичний полімер	10-35%	Підвищує липкість, еластичність при нанесенні і міцність клеєвого з'єднання
Антиоксидант	Менше 1%	Забезпечує термічну стійкість

При кімнатній температурі клей-розплав є твердою речовиною. При нагріванні компоненти клею-розплаву переходять з твердого стану в рідкий стан. Рідка клейка маса заповнює всі пори та працює з різними матеріалами, тому що при кімнатній температурі знову твердне. Клейова маса в рідкому стані має гарну адгезію. При остиганні тонкий шар клею швидко переходить у твердий стан. При цьому виходить міцний клейовий шов. Температура склеювання, залежно від марки клею, може бути в межах 100 - 200°C [8].

Властивості та сфери застосування клеїв-розплавів докладно розглянуті в роботах Баурова Н.І., Гузева Т.А., Малишева Г.В., Комкова М.А., Петрова А.П., Хайруліна І.К. та ін. [16], проте ці клеї раніше дуже обмежено використовувалися для склеювання між собою різних металів і сплавів і найбільше застосування вони знайшли у будівництві, меблевій та взуттєвій промисловості. Для склеювання металів найбільше застосування отримали клеї на основі високомолекулярних поліамідів, що пов'язано з їхньою високою міцністю, яка практично не поступається епоксидним матеріалам. Однак, через високе водопоглинання, ці клеї також не знайшли широкого застосування як конструкційні матеріали.

При створенні клеєклепаних з'єднань клеї-розплави раніше не використовувалися, хоча автори багатьох робіт вказували на їхню винятково високу технологічність, що пов'язано з тим, що ці матеріали на відміну від будь-яких термореактивних клеїв не затверджуються, а тверднуть. Таким чином, виключається найдовша технологічна операція.

При створенні клеєклепаних з'єднань особливі вимоги пред'являються до заклепок. Заклепка має на кінцях дві головки, одну з яких називають заставною і виконують на заготівлі заздалегідь (тобто до процесу клепки), другу головку, яка називається замикаючою, формують безпосередньо в процесі клепки.

Заклепувальне з'єднання збирають шляхом встановлення заклепок в попередньо підготовлені отвори і подальшим осадом (клепкою) спеціальним інструментом замикаючої головки. Пробивання отворів може виконуватися і самою заклепкою. У процесі клепки здійснюють стяжку пакета і, за рахунок

пружнопластичного поперечного деформування матеріалу заклепки, відбувається заповнення початкового зазору між стрижнем і стінками отвору, що призводить до утворення натягу. Від натягу залежить як міцність клепаного з'єднання, так і його герметичність.

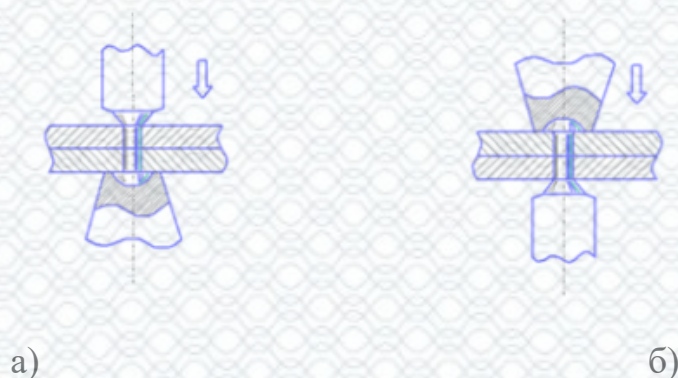
При виготовленні клеєклепаних з'єднань використовують різні конструкції заклепок (рис. 1.2) і відповідно одержують різні види заклепувальних з'єднань. Форма заклепок на вибір клею істотного впливу не має. На рис. 1.2 представлені деякі види заклепок, що використовуються при процесах клеєклепки, насправді різноманітність заклепок дуже велика.

При прямій клепці (рис. 1.3 (а)) заставну головку заводять у поглиблення підтримки і замикаюча головка утворюється обтисканням, при зворотному клепанні (рис. 1.3 (б)) удари наносяться по заставній головці, а замикаюча головка утворюється від зіткнення з підтримкою.



а – напівкругла, б – потайна, в – напівпотайна, г – плоска

Рисунок 1.2 – Види заклепок



а – пряма, б – зворотна

Рисунок 1.3 – Схеми двосторонньої клепки

Заклепки при виробництві та ремонті автомобільних кузовів застосовуються в основному сліпі (їх також називають витяжними) або самопробивні (Пресові) (рис. 1.4).

Самопробивні заклепки у різних галузях промисловості застосовуються приблизно з 1960-х років. Заклепка є трубчастим дизайном з частково порожнім валом. Така конструкція дозволяє заклепці пробратися через шари пакета, що з'єднується без попереднього свердління або пробивання отворів. Застосування даних заклепок є процесом з'єднання двох або більше листів в один пакет, за рахунок руху заклепки під тиском через верхні листи до нижнього, деформуючи його і не виходячи з нього. Після пробивання верхньої панелі пакета заклепка радіально розширюється в нижній панелі. Технологія може з'єднувати стопку алюмінієвих листів до 12 мм або стопку сталевих листів до 6мм.

Така технологія дозволяє поєднувати різноманітні матеріали, а також матеріали, які були пофарбовані, покриті будь-чим або лаковані. Самопробивні заклепки можна використовувати у з'єднаннях, які включають герметики, клеї чи ізоляцію. Також така технологія дозволяє з'єднати пакети із високоміцної сталі, оцинкованої сталі, алюмінію, пластмаси, такі матеріали як нейлон та поліпропілен, а також композитів. Така різноманітність матеріалів, які з'єднуються, дозволяє даному виду заклепок бути затребуваним при виробництві автомобільних кузовів.

Завдяки тому, що процес клепки не вимагає перфорування або попереднього свердління отворів, монтажники можуть заощадити загальний виробничий час у порівнянні з іншими типами заклепок та інших деталей кріплення. Відсутність наскрізного отвору також дозволяє забезпечити більш герметичне з'єднання.

Самопробивні (рис. 1.4, а) заклепки, як правило, зроблені з високоякісних сортів сталевого дроту, який був викуваний, загартований і термічно відпущений для забезпечення оптимальних робочих властивостей. Вони можуть бути виготовлені з аустенітної або мартенситної нержавіючої сталі, міді або алюмінію для з'єднання м'яких сортів алюмінієвого матеріалу. Для

задоволення функціональних чи естетичних потреб передбачено велику різноманітність стилів головки заклепки.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд самопробивної (а) і сліпої (б) заклепки

Використання самопробивних заклепок дозволяє досягти швидкого і при цьому ефективного складання, низьких витрат та забезпечує високу продуктивність процесу клепки. Ці заклепки також є відмінним рішенням при складанні, коли важлива естетична складова. Головка заклепки може бути піднята або врівень, а хвіст може мати виступ від 1 до 3 мм, залежно від розміру заклепки. Для встановлення самопробивних заклепок необхідно виконання двох основних умов: забезпечення доступу до обох сторін поверхонь, що з'єднуються, і наявність мінімальної площі поверхні необхідної для кріплення, залежно від розміру заклепок.

Основні конструктивні вимоги для клепки самопробивними заклепками полягають у наступному:

- крихкий матеріал не повинен використовуватись для нижнього листа;
- по можливості, нижній лист повинен бути в'язким із коефіцієнтом розтягування вище 12%;
- з'єднання повинно здійснюватися переважно спочатку через тонкі або м'які матеріали і далі товсті або тверді матеріали.

Однак, як правило, якщо з'єднання має бути отримане через товстий шар і потім тонкий шар, це може бути зроблено, якщо нижній лист становить приблизно одну третину від загальної товщини стику.

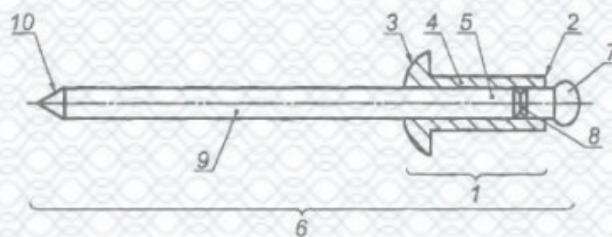
Переваги процесу використання таких заклепок: економія часу за рахунок відсутності операції свердління та забезпечення сильної, стійкої сполуки.

Процес вилучення даних заклепок з'єднання є унікальним самим собою і здійснюється з використанням спеціального обладнання. Це можуть бути зварювальні агрегати, принцип дії яких полягає в контактному приварюванні головки заклепки з подальшим витягуванням, а також спеціальні пістолети, конструктивно виготовлені під вилучення заклепок. Якщо ж використання цих засобів не можливе, то заклепки просто висвердлюють.

Сліпі (рис. 1.4 (б), 1.5) заклепки зручні тим, що дозволяють отримувати нероз'ємні з'єднання навіть у тому випадку, коли доступ до місця з'єднання можливий лише з одного боку. Складається таке заклепування з корпусу, всередині якого розташовується сердечник, який при встановленні заклепки деформує кінець заклепки в сліпу головку. Схема сліпого заклепування наведена на рисунку 1.5.

Сліпа заклепка була винайдена наприкінці 1930-х років інженерами Карлом Черрі та Луїсом Гекком, які шукали шляхи для прискорення виробництва літаків.

З моменту винаходу конструкція заклепки мало змінилася. Основними робочими характеристиками такої заклепки є: 1 – граничне навантаження при розтязі; 2 – граничне зрізаюче навантаження; 3 – зусилля встановлення заклепки; 4 – розривне навантаження сердечника; 5 – стягуюча здатність; 6 – стискаюче зусилля; 7 – залишкове навантаження; 8 – опір сердечника виштовхування; 9 – герметичність; 10 – здатність заповнювати отвір.



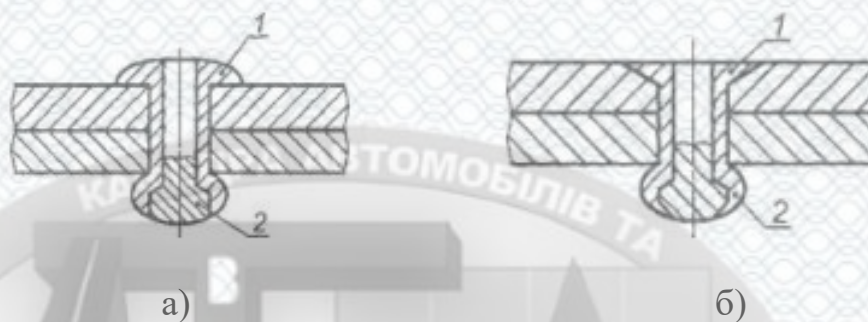
1 – корпус; 2 – кінець заклепки; 3 – головка; 4 – стрижень; 5 – сердцевина; 6 – сердечник; 7 – головка сердечника; 8 – зона відриву сердечника; 9 – хвостовик сердечника; 10 – кінець сердечника

Рисунок 1.5 – Схема сліпої заклепки

Сліпі заклепки класифікуються за:

1. Формою головки заклепки:

- сліпа заклепка з головкою, що виступає (рис. 1.6, а);
- сліпа заклепка з потайною головкою (рис. 1.6 б)

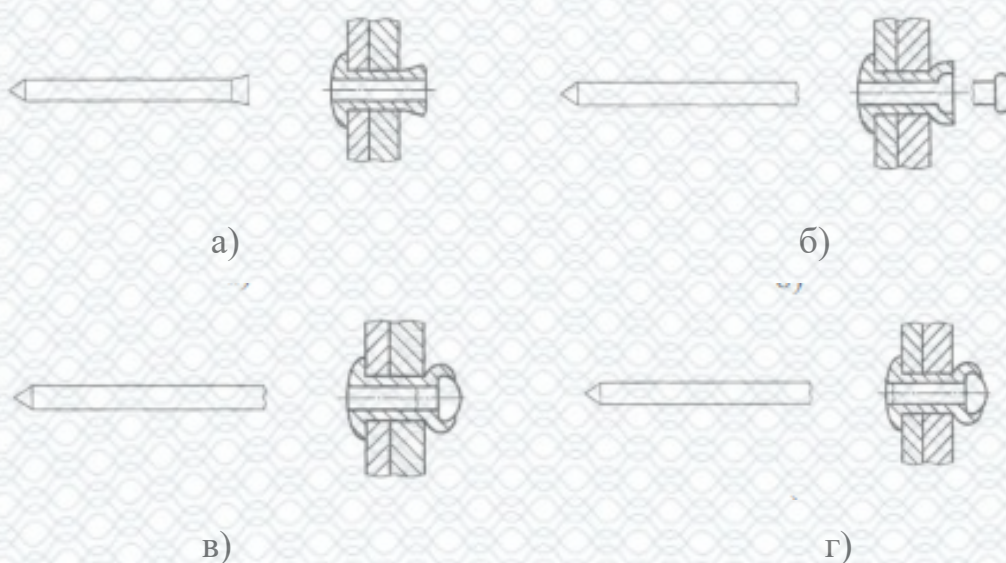


а – з виступаючою головкою, б – з потайною головкою

Рисунок 1.6 – Форма головки сліпої заклепки

2. Типу сердечника:

- сердечник, протягуємий наскрізь (рис. 1.7, а);
- розриваючийся витяжний сердечник (рис. 1.7, б);
- сердечник з відкриваючоюся головкою (рис. 1.7, в);
- витяжний сердечник з заданою точкою розриву (рис. 1.7, г).



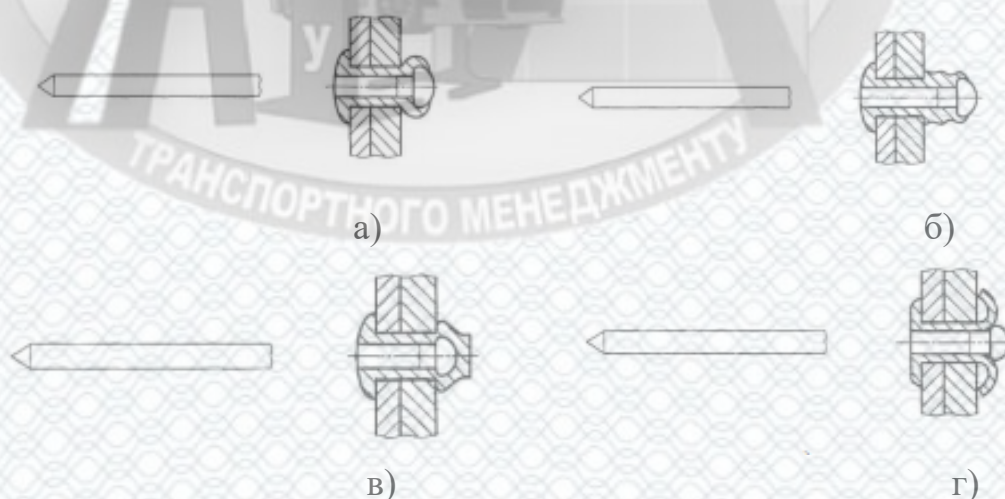
а – протягуємий наскрізь, б – розриваємий витяжний сердечник, в – з відкриваючоюся головкою, г – витяжний сердечник з заданою точкою розриву

Рисунок 1.7 – Тип сердечника сліпої заклепки

3. Типу стержнів заклепок:

- відкритий кінець (рис. 1.8, а);
- подовжений відкритий кінець (рис. 1.8, б);
- закритий кінець (рис. 1.8, в);
- кінець, що розділяється (рис. 1.8, г).

Вибір типу стрижня та заклепки для клеєклепаного з'єднання раніше не проводився, що і стало причиною відсутності обґрунтованих рекомендацій для проведення технології клеєклепання при ремонті автомобільних кузовів. Технологія авторемонтного виробництва має свою специфіку, яка в першу чергу пов'язана з величезною номенклатурою деталей та їх відносно низькою якістю. Ця низька якість виражається в порушенні вимог до взаємного розташування сполучених поверхонь, наявності на них слідів корозійних пошкоджень і т. д.



а – відкритий кінець, б – подовжений відкритий кінець, в – закритий кінець, г – розділюючий кінець

Рисунок 1.8 – Тип стержнів сліпої заклепки

Використання клеєклепаної технології дозволить частково вирішити ці проблеми, оскільки за рахунок клею можна заповнити надлишковий зазор між поверхнями, які з'єднуються. У роботі [11] такий прийом був використаний при створенні клейозварних з'єднань, де за рахунок введення в клейовий матеріал наповнювача регулювалася товщина з'єднання. Однак просте перенесення цих

результатів на клеєклепану сполуку не можливе, що пов'язано з особливостями використовуваних клеїв. Для клеєзварного з'єднання застосовувалися рідкі епоксидні клеї, а як наповнювач використовувався нітрид бору, тоді як для клеєклепаної технології пропонується застосовувати клеї-розплави, в які ввести наповнювач в умовах ремонтного виробництва утруднено, оскільки це вимагає використання спеціальних екструдерів.

1.4 Особливості розрахунку клепаних та клеєклепаних з'єднань

Питання розрахунку клепаних з'єднань розглянуті на роботах Біргера І.А., Іосилевича Г.Б., Решетова Д.М., Раховського О.А. та ін [4]. Автори цих робіт пропонують проводити розрахунок клепаних з'єднань лише на підставі оцінки зовнішньої сили, яка залежить від площі перерізу заклепок та коефіцієнта тертя. Однак, оскільки установка заклепок в отвір проводиться без натягу, то завжди мають місце зазори, що надає визначальний вплив на міцність одержуваних з'єднань, але в розрахунках не враховується.

Як правило, автор [17] обмежувалися лише найпростішим рівнянням визначення сили холодної клепки

$$P = kd^{1.75} \cdot \sigma_B^{0.75}, \quad (1.1)$$

де k – коефіцієнт форми замикаючої головки заклепки (табл. 1.2);

d – діаметр заклепки;

σ_B – межа міцності матеріалу заклепки на розтяг.

Таблиця 1.2 - Значення коефіцієнта форми замикаючої головки заклепки k

Форма головки	k
Сферична	28.6
Потайна	26.2
Плоска	15.2

Рівняння (1.1), як і дані, наведені в табл. 1.2 є досить умовними, оскільки в них не враховані матеріали заклепок та геометричні характеристики заклепок та пакета, який склепується.

Автори робіт [2, 3, 16] стверджують, що при клеєклепці виробів з ПКМ сила клепаання на 20 ... 30% менша, ніж при клеєклепці металевих конструкцій. Сила стиснення листів становить 10...15 % від сили необхідної освіти замикаючої головки [3, 16].

Загальна довжина заклепки, необхідна для з'єднання пакета, визначається з виразу:

$$L = S + l_3, \quad (1.2)$$

$$l_3 \approx 1,3 \cdot d, \quad (1.3)$$

де S - сумарна товщина пакета деталей, які склепуються;

l_3 – припуск на замикаючу головку;

d – діаметр заклепки.

Збільшення довжини заклепки проти оптимальної, викликає згинання стрижня при формуванні замикаючої головки. При укороченій довжині заклепки формуються головки замикаання меншого розміру, що призводить до зменшення довговічності роботи з'єднання.

У роботах Горюнова Ю.В., Григор'єва В.П., Малишева Г.В., Мотовіліна Г.В., Шавиріна В.М. та ін. зроблено спробу врахувати внесок клейового матеріалу в міцність клеєклепаного з'єднання, проте автори обмежилися лише констатацією факту, що цей внесок є і зробили припущення, що він збільшуватиметься в міру збільшення міцності використовуваних клейових матеріалів.[8, 12, 16, 19]. Ймовірно, з цієї причини основну увагу автори робіт [19] приділяли епоксидним клеям, які є одними з найміцніших.

Традиційно, при виборі клею для клеєклепаної сполуки, міцність оцінювалася експериментальними методами шляхом порівняння заклепкових та клеєклепаних з'єднань за різних статичних та динамічних умов. Так у

роботах [16, 19] наводяться дані за величиною руйнівного навантаження заклепувальних та клеєклепаних сполук для алюмінієвого сплаву марки АМг6 (табл. 1.3), виконаних на клеї ЕПК-1. Цей клей також відноситься до класу епоксидних матеріалів.

Таблиця 1.3 – Руйнівна напруга на зріз для клепаних та клеєклепаних з'єднань різної товщини

Товщини склепуємих деталей, мм	Тип з'єднання	
	клепане	клеєклепане
1 + 1	255	530
1,5 + 1,5	380	680
2 + 1	510	760
1 + 2	260	520

Як видно з наведених даних, міцність клеєклепаних з'єднань для всіх зразків вища, ніж клепаних. Ще більший ефект від використання клеїв досягається в тому випадку, якщо оцінювати довговічність при динамічних навантаженнях, у тому числі при знакозмінних.

Істотно більшу увагу у технічній літературі приділено питанням розрахунку клейових з'єднань. У роботі [18] запропоновано рівняння для розрахунку максимальної напруги при різних видах напружено-деформованого стану клейових з'єднань, наприклад, для визначення максимальної руйнівної напруги τ_{\max} , при зміщенні

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \tau_{cp} \cdot \nu \cdot \frac{1}{t \cdot h \cdot \nu}, \\ \tau_{cp} &= \frac{P}{b \cdot l} \\ \nu &= \frac{\alpha \cdot l}{2} \\ \alpha^2 &= \frac{G}{E_2} \cdot \frac{1}{h_2 h_3} \cdot \left(1 + \frac{E_2 h_2}{E_1 h_1} \right) \end{aligned} \quad (1.4)$$

де P - руйнівне навантаження;

b – ширина клейової сполуки;

l – довжина клейової сполуки;

E_1, E_2 – модулі пружності двох матеріалів, які склеюються;

G – модуль зсуву клею.

Для визначення величини максимальної напруги в клейовому шві при стисканні, цими ж авторами пропонується наступне рівняння

$$\tau_{\max} = \tau_{cp} \cdot \alpha \cdot l \cdot ch \cdot \alpha \cdot l, \quad (1.5)$$

Значення максимальної напруги, визначені з використанням рівнянь (1.4) та (1.5), залежать від вихідних даних, що використовуються. Складнощі з визначенням геометричних розмірів клейових з'єднань не виникає, тоді як при встановленні величини модуля клею можна використовувати два підходи: як зразки використовувати брусок клею або клейову сполуку. У роботі [11] наведені дані за значеннями модуля пружності, визначені для клейового матеріалу в блоці та безпосередньо в клейовому з'єднанні при різних вмістах наповнювача (табл. 1.4). З даних видно, що значення модуля пружності істотно залежить від типу зразків щодо випробувань.

Таблиця 1.4 – Модулі пружності клеїв, визначені для двох різних типів з'єднань [67]

Марка клею	Тип зразка	
	Брусок	Клееве з'єднання
	Модуль пружності, МПа	
ЦМК-3	1650	980
ВК-27	2370	1200

У міру вдосконалення розрахункових моделей дані рівняння уточнювалися та доповнювалися. Так у роботі [18] запропоновані рівняння для визначення максимальних значень напруги в клейовому шві з урахуванням характеристик граничних шарів. Автором зроблено цілком обгрунтоване

припущення про те, що властивості на межі клей-метал істотно відрізняються від властивостей клею всередині клейового шва і тому виділив цей шар самостійний елемент розрахункової схеми, надавши йому товщину h_4 і власне значення модуля зсуву G_4 . Справедливість такого підходу зазначена також у роботі [1], проте в ній не вказується, яким чином визначити точне значення товщин цих граничних шарів та як знайти для них величину модуля. Власне саме ці проблеми і стали основними, що не дозволило цим розрахунковим моделям набути широкого практичного поширення.

У роботі [17] також запропоновано ряд аналітичних моделей, що дозволяють оцінити величину максимальної напруги та їх розподіл по довжині клейового шва, однак вони отримані для композиційних матеріалів і не можуть бути використані для клейових з'єднань.

Дуже великий вплив на величину максимальної напруги в клейовому шві мають залишкові напруги. Авторами роботи [2] показано, що за своєю абсолютною величиною цей показник може бути порівняний з величиною адгезійної міцності і чим його величина буде більшою, тим у результаті буде менша міцність і довговічність даного клейового з'єднання.

Одним з найпоширеніших типів клеємеханічних з'єднань є клеєрізьбові з'єднання, які докладно розглянуті в роботах Ароновича Д.А. [16].

В даний час полімерні композиційні матеріали набули найширшого поширення і для них розроблено безліч розрахункових методів, у тому числі і аналітичних моделей. Дуже багато деталей з композитів мають у своєму складі металеві елементи, наприклад, фланці трубопроводів. Автори роботи [12] навели безліч прикладів таких металокомпозитних конструкцій, у яких металевий фланець приформований до склопластику. Такі деталі можна умовно розглядати як клеємеханічні, оскільки в них є всі типові елементи: клейовий шов, металева деталь та деталь із композиту. Питання розрахунку та моделювання напружено деформованого стану таких деталей докладно розглянуто у працях Васильєва В.В. Думанського А.М., Сарбаєва Б.С.,

Смердова А.А. та ін [10], проте основну увагу вони приділяли моделювання властивостей композитів, а не клейового з'єднання.

Таким чином, у науковій літературі дуже мало уваги приділено методикам розрахунку клеємеханічних з'єднань та практично відсутні роботи з методик оцінки напружено-деформованого стану клеєклепаних з'єднань.

1.5 Аналіз руйнування клепаних та клеєклепаних з'єднань у процесі експлуатації

В даний час, незважаючи на постійне вдосконалення методів оцінки якості матеріалів (конструкцій) та наявності великих наукових досягнень у розумінні фізики процесів руйнування, актуальність завдань аналізу процесів руйнування клепаних та клеєклепаних з'єднань зростає. Це пов'язано не тільки з величезною номенклатурою існуючих (і розроблюваних) автомобільних кузовів, а й з постійним збільшенням навантажень, з підвищенням вимог безпеки та з впровадженням нових матеріалів і технологій складання автомобільних кузовів.

Відмінною особливістю руйнування клепаних та клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів є різноманітність ситуацій, у яких відбувається їх експлуатація. Це ускладнює створення адекватних математичних моделей, які б враховували все різноманіття реальних чинників та механізмів їхнього впливу. Таким чином, багатофакторність процесів руйнування є основною причиною, через яку в даний час відсутні стандартні підходи при описі механізмів руйнування клепаних та клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів.

Багато в чому саме відсутність єдиної теорії руйнування і призвела до розвитку описових теорій, які дозволяють враховувати окремі деталі, але не дають моделі кінетики об'єкта в цілому. Існуючий математичний апарат дозволяє описати зміну окремих характеристик якості клепаних та клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів, наприклад, зміна у процесі експлуатації характеристик міцності, довговічності, корозійної стійкості тощо.

Для забезпечення необхідної якості під час експлуатації автомобільних кузовів до них пред'являється безліч вимог. До основних з них відносяться: міцність, довговічність, жорсткість, герметичність, протикорозійна стійкість, відсутність порожнин в яких можливе скупчення вологи (бруд) та ін.

Стійкість автомобільних кузовів до впливу експлуатаційних факторів досліджується найчастіше стосовно одного з них, води, антижеледних реагентів, міцність при статичних і динамічних навантаженнях і т. д. Це з тим, що в кожного з цих чинників існують свої стандартизовані методи випробувань.

Проблема оцінки стійкості автомобільних кузовів до тривалого впливу хімічних реагентів, які використовуються як антиобмерзання, протягом вже багатьох десятиліть гостро стоїть перед розробниками автомобільної техніки, оскільки протикорозійна стійкість належить до найважливіших показників якості автомобільних кузовів. За оцінками фахівців з фарбування автомобільних кузовів [11], вони стають непридатними швидше, ніж двигун, підвіска і багато інших агрегатів автомобіля, хоча кузов становить близько 50% від його вартості. Так після 3 років експлуатації площа вогнищ корозії становить більше 150 см² і чим вищий термін експлуатації автомобіля, тим більша площа корозії.

Автори роботи [11] вважають, що якщо прийняти площу корозійних ушкоджень за перші 3 роки експлуатації за 100%, то на 4-й рік вони вже становитимуть 138%, на 6-й – 150%, на 8-й – 175% і т. д. [11]. Проблема антикорозійного захисту автомобільних кузовів з кожним роком стає більш актуальною, оскільки конструктори прагнуть знизити товщину листових матеріалів, що дозволяє знижувати масу автомобіля, але це істотно знижує жорсткість кузова і для її забезпечення на заданому рівні ускладнюється конструкція кузова. Ускладнення конструкції кузова автомобіля відбувається за рахунок підвищення ребер жорсткості, збільшення кількості порожнин і все це сприяє підвищенню швидкості виникнення вогнищ корозії.

Для клепаных і клеєклепаных з'єднань автомобільних кузовів до небезпечних експлуатаційних факторів також відносяться всі матеріали, що використовуються як антиобмерзання реагентів. Вони проникають у штиби та щілини, їх дуже складно видалити при використанні стандартних способів очищення автомобільних кузовів та в результаті корозія у таких з'єднаннях розвивається значно швидше, ніж на відкритих ділянках кузова автомобіля.

Вивченню механізмів руйнації внаслідок корозійного пошкодження у технічній літературі приділяється багато уваги. Основоположниками теорії корозійних процесів є Розельфельд І.Л., Акімов Г.В., Томашов Н.Д. та ін Велика різноманітність механізмів протікання корозійних процесів і, відповідно, механізмів руйнування, пов'язана з дуже великою різноманітністю конструкцій автомобільних кузовів, асортиментом матеріалів і технологій збирання, які використовуються. Розвиток процесів руйнування залежить від фізико-хімічної взаємодії всіх компонентів клеєклепаных з'єднань, до яких належать: заклепка, склепані деталі, клейовий матеріал та ступінь його адгезійної взаємодії із заклепкою та деталями. При нещільному приляганні замикаючої та заставної головок заклепки до поверхонь склепаных деталей має місце швидка втрата міцності з'єднання в процесі його експлуатації. За оцінками авторів робіт [19], ці зміни характерні при використанні жорстких клеїв високої міцності, але з низькими деформаційними властивостями.

Вода руйнує міжфазну межу клейової сполуки, що призводить до різкого падіння його міцності. У працях Фрейдіна А.С. та його учнів [18] показано, що вода робить різко негативний вплив на всі показники якості клейових з'єднань. Зниження міцності внаслідок впливу води також призводить до зміни характеру руйнування, що стає адгезійним. Вода може адсорбуватися безпосередньо самим клейовим матеріалом, що може призвести до істотної втрати його міцності і в цьому випадку характер руйнування буде когезійним (по клею). Серед конструкційних клейових матеріалів, що використовуються при складанні металевих конструкцій, найбільшу водостійкість мають епоксидні

клеї для яких відомо, що зниження міцності при витримці склеєних зразків у холодній воді протягом 30 діб не перевищує 15% [18].

Довговічність клейових з'єднань в процесі експлуатації залежить не тільки від властивостей клею і матеріалів, що з'єднуються, але і в суттєвій мірі визначається прикордонним шаром, який також називають міжфазним. Більшість характеристик міжфазного шару (його геометричні розміри, твердість, пористість і т. д.) експериментально дуже складно визначати і саме з цієї причини настільки широке поширення набули структурні методи дослідження поверхонь руйнування. Як правило, такі дослідження проводять на стандартних зразках, що використовуються для оцінки міцності.

Не менш важливими ніж водостійкість є показники жорсткості кузовних конструкцій. Контактна жорсткість клепааних та клеєклепааних з'єднань (у тому числі стиків) значною мірою визначає довговічність автомобільних кузовів і її величина також дуже істотно залежить від швидкості розвитку корозії.

Ще одним найважливішим експлуатаційним показником є герметичність. Більшість дослідників вважають, що найважливішою перевагою клеєклепааних з'єднань є автоматичне забезпечення їхньої герметичності. Однак це справедливо тільки в тому випадку, якщо проводити порівняння між заклепочним і клеєклепанним з'єднанням, оскільки між стінками отвору і стрижнем заклепки є зазори у заклепувального з'єднання (і відсутні у клеєклепаного). У процесі експлуатації в результаті навіть незначного зміщення клепааних листів величини цих зазорів будуть збільшуватися, що і призводить до порушення герметичності клепааної конструкції. Автори робіт [19] вважають, що навіть за використання клеєклепааної технології із застосуванням традиційних клеїв має місце нерівномірне обтиснення стрижня заклепки, що призводить до створення нерівномірного тиску на клей у процесі його затвердіння. В результаті міцність клейового матеріалу безпосередньо поблизу стрижня буде вищою, ніж у клейовому шві між двома заклепками і саме ця ділянка буде мати знижену міцність. Чим нижча міцність у таких клеїв, тим вища ймовірність утворення тріщин і тим нижча герметичність з'єднання.

Клейові та клеєклепані з'єднання кузовних деталей істотно відрізняються від стандартних (зварних) і у зв'язку з цим до них пред'являються додаткові вимоги, наприклад, щодо технологічності та контактної жорсткості.

Кузов автомобіля відіграє велику роль у забезпеченні пасивної безпеки, оскільки бере на себе основну міць удару під час аварії. Характер руйнування таких з'єднань визначається кількома групами чинників: особливістю конструкції, обсягом та характером ушкоджень.

До типових пошкоджень автомобільних кузовів, поряд зі зносом, вм'ятинами, корозією і порушенням цілісності металу, також відноситься порушення якості нероз'ємних з'єднань. Основними типами нероз'ємних з'єднань сучасних автомобільних кузовів є клейові, заклепувальні та клеєклепані. Їх, зазвичай, характерний комплексний характер ушкоджень, у якому впливає сума різних чинників, що зумовлює виникнення корозії, втрати герметичності, зниження жорсткості та інших.

Внаслідок такого комплексного впливу різних експлуатаційних факторів має місце синергетичний ефект зниження довговічності автомобільних кузовів. Однак, якщо при використанні полімерних матеріалів для аналізу особливостей накопичення пошкоджень (у тому числі і з позицій синергетики) поширення набули методи імітаційного моделювання, то для оцінки довговічності заклепувальних і клеєклепанних з'єднань автомобільних кузовів вони практично не застосовуються.

Механізм впливу експлуатаційних факторів на якість клепанних та клеєклепанних з'єднань різний. Наприклад, втрата герметичності клеєклепаного з'єднання може відбуватися в результаті низької адгезійної міцності використовуваного клейового матеріалу, що призводить до адгезійного характеру руйнування.

Саме завдяки дослідженню структури, автори робіт [1] змогли встановити різноманіття мікромеханізмів руйнування на підставі яких зроблено припущення про послідовність протікання на макро- та мікрорівнях окремих

фактів руйнування, які у свою чергу виникають внаслідок утворення субмікротріщин.

Відмінності в характері руйнування клепаных та клеєклепаных з'єднань дозволили встановити найважливіші переваги клеїв, використання яких призводить до вирівнювання напруження по перерізу. Таким чином, відбувається зниження максимального напруження, яке з області заклепки розподіляється по всій довжині клейового шва. У результаті такі з'єднання характеризуються значно більшою втомною міцністю. Ідентифікацію характеру втомного пошкодження також прийнято проводити на підставі результатів аналізу характеру руйнування. При таких випробуваннях як модельні зразки використовують елементи кузовних конструкцій, які можуть містити не тільки безліч клепаных точок, але і ребра жорсткості. Наявність у зразках безлічі заклепок дозволяє визначити ослаблені перерізи, які, як правило, розташовуються на межах крайнього ряду заклепок.

Якщо в процесі складання клепаных з'єднань мала місце поява неспіввісності між замикаючою і заставною головками, то в такому з'єднанні виникають залишкові напруження. У працях Фрейдіна А.С. [18] показано, що чим більша величина залишкового напруження, тим нижча міцність. Залишкові напруження частково можуть бути компенсовані за рахунок релаксаційних властивостей клеїв, проте цим питанням у літературі приділено мало уваги.

Відмінною особливістю клепаных та клеєклепаных з'єднань є суттєвий вплив технологічних факторів, пов'язаних з особливостями їх виготовлення. До таких чинників відносяться високі температури (при гарячій клепці), великі пластичні деформації, які відбуваються в процесі осаджування заклепки і великі ударні навантаження. Всі ці фактори у сумі призводять до технологічної спадковості, завдяки якій клепані з'єднання в процесі експлуатації автомобільних кузовів мають схильність до утворення тріщин. Наявність чи відсутність таких тріщин визначається за результатами аналізу характеру руйнування.

Вимоги щодо технологічності, як правило, легко виконуються тільки при проведенні ремонту таких елементів кузова, як двері, багажник та ін. Знімні вузли, у тому числі деталі оперення. Однак якщо ремонту підлягає корпус кузова або його окремі деталі (підлога, дах, боковини), то в цьому випадку вимоги технологічності, особливо при використанні стандартної клеєклепаної технології складання з використанням високоміцних епоксидних клеїв не виконуються. Це призводить до суттєвого підвищення вартості ремонтних робіт.

1.6 Аналіз діяльності СТО "КРЕДО АВТО"

Підприємство "КРЕДО АВТО" зареєстроване 20.09.2007 року як юридична особа і знаходиться за адресою: 21100 м. Вінниця, Ленінський район, вул. Максимовича 43б та має організаційно правовий статус товариства з обмеженою відповідальністю.

Основною метою діяльності ТОВ є отримання прибутку та задоволення потреб населення в якісних транспортних засобах з подальшим сервісним обслуговуванням.

Ефективність діяльності підприємства багато в чому залежить від його організаційної структури, принципів її побудови та постійного удосконалення.

ТОВ "КРЕДО АВТО" у своїй структурі має наступні відділи:

1. Відділ з продажу автомобілів, що включає в себе керівника, адміністратора та двох менеджерів з продажу автомобілів.
2. Відділ реалізації запасних частин складається з експерта по замовленню і реалізації запасних частин Mazda, експерта по реалізації запасних частин та завідуючого складом.
3. Відділ післяпродажного обслуговування включає в себе директора (сервіс-менеджера) та референта секретаря.

Станція технічного обслуговування має у своїй структурі старшого майстра виробництва, майстра малярно - рихтовочної ділянки, майстра

виробництва, майстра прийомщика, експерта по калькуляції малярно-рихтовочних робіт, слюсаря по ремонту обладнання СТО, вісьмох автослюсарів, налагоджувальника розвалу-сходження та світла, шиномонтажника, автомалюера, арматурника, моториста, двох автоелектриків.

Загалом на підприємстві працює 21 чоловік.

Усі керівні посади займають високоосвічені спеціалісти.

Всі замовлення можна індивідуально обговорити з майстром, щоб той урахував усі побажання власника автомобіля. На СТО виконують гарантійний ремонт і заміну за необхідністю несправного компонента. На СТО також є мастильні матеріали від провідних виробників за цінами виробників.

При покупці автомобіля клієнтом одразу виконується передпродажна підготовка, антикорозійна обробка за бажанням клієнта, тонування тощо.

Серед персоналу СТО працюють кваліфіковані робітники, які пройшли навчання закордоном на спеціальних курсах компанії для підвищення своєї кваліфікації.

Основним показником, за яким проводиться оцінка діяльності підприємства, є обсяг реалізації побутових послуг з ТО і ремонту автомобілів, що належать населенню.

Під обсягом реалізації послуг з ТО і ремонту автомобілів, що належать населенню, розуміється вартість:

- всіх робіт з обслуговування і ремонту автомобілів;
- послуг по виконанню шиноремонтних робіт;
- послуг по діагностуванню автомобілів;
- прибирально - мийних робіт;
- послуг по збереженню транспортних засобів на відкритій стоянці;
- послуг по транспортуванню автомобілів з лінії;
- технічних консультацій;
- робіт по виготовленню і ремонту автоприладів;
- робіт по зарядці акумуляторних батарей;
- робіт по перевірці загального технічного стану легкових автомобілів.

В таблиці 1.5 проведемо оцінку узагальнюючих показників фінансово-господарської діяльності СТО.

Таблиця 1.5 – Аналіз узагальнюючих показників, що визначають фінансово-господарський стан ТОВ "КРЕДО АВТО"

п/п	Показники	2021 р.	2022 р.	Відхилення 2022р. від 2021р.	
				Абс. (+/-)	відн, %
1	Чистий дохід (виручка від реалізації), тис. грн.	9951,20	14456,80	4505,60	45,28
2	Чистий прибуток (збиток), тис. грн.	954,30	1352,30	398,00	41,71
3	Середньооблікова чисельність працівників, осіб	21	21	-	-
4	Фонд оплати праці, тис. грн.	127,40	174,50	47,10	36,97
5	Власний капітал, тис. грн.	3226,10	4578,40	1352,30	41,92
6	Необоротні активи, тис. грн.	985,3	1190,00	204,7	20,7
7	Довгострокові зобов'язання, тис. грн.	-	1,80	1,80	-
8	Короткострокові кредити та позики, тис. грн.	-	300,20	300,20	-
9	Дебіторська заборгованість, тис. грн.	41,70	-	-41,70	-
10	Запаси, тис. грн.	902,20	1245,60	343,40	38,06

Аналізуючи показники таблиці 1.5 можна відзначити наступну тенденцію, що склалася по основних показниках діяльності підприємства:

- чистий дохід, або виручка від реалізації у звітному періоді в порівнянні з 2021 роком на 4505,6 тис. грн., що є позитивним моментом у господарській діяльності підприємства і можна зазначити, що даний ріст відбувся завдяки зростанню обсягів товарної продукції та вдалому вивченню ринку збуту автомобілів та надання послуг;

- чистий прибуток також зріс за аналізованій період, а саме у порівнянні з 2021 роком на 398 тис. грн., або 41,70%, що також є позитивним моментом у господарській діяльності підприємства так як постійно прослідковується тенденція до зростання прибутковості підприємства;

- показник фонду оплати праці також зріс, адже змінилася мінімальна заробітна плата та відбулося зростання середньомісячної оплати праці, що є

позитивним моментом в діяльності підприємства, а саме у порівнянні з 2021 роком на 47,1 тис. грн., або на 36,97%;

- власний капітал підприємства у звітному періоді, у порівнянні з 2021 роком на 47,1 тис. грн. або на 36,97%, що є позитивним моментом у діяльності підприємства і свідчить про стабільну роботу підприємства;

- необоротні активи підприємства також зростають, а саме у порівнянні з 2021 роком на 651,7 тис. грн., або на 42,36%, що є досить позитивним моментом в діяльності підприємства і відбулося це за рахунок оновлення технічного стану підприємств на що було виділено 2,6 млн. грн.;

- зростання запасів на підприємстві є негативним моментом в діяльності підприємства. Даний ріст за аналізований період складає у порівнянні з 2021 роком на 343,4 тис. грн., або 38,06%.

1.7 Дослідження ринку послуг СТО

До клієнтів СТО можна віднести усіх, хто придбав автомобіль в мережі ТОВ "Кредо Авто", також це можуть бути просто відвідувачі, які придбали автомобіль у іншому місці, але хочуть отримувати послуги з обслуговування і ремонт на даній СТО.

Всі хто придбав нові автомобілі в мережі ТОВ «Кредо Авто» зобов'язані на протязі певних проміжків пробігу проходити технічне обслуговування на СТО для того, щоб не позбавитися гарантії на автомобілі. Багато з тих хто проходить ТО на станції технічного обслуговування в гарантійний період, приїздить виконувати ремонт та обслуговування і після закінчення гарантії на автомобіль, тут можна замовити оригінальні запчастини для автомобілів, мастильні матеріали, виконати додаткові роботи.

За результатами другої половини 2022 року лідером продажів автомобілів класу А в став Mazda 2. За інформацією Auto-Consulting, за цей час власниками нових автомобілів Mazda 2 стали більше 4 тисяч чоловік, що складає 64% від всіх проданих у А-класі машин. Автомобіль доступний в різних комплектаціях,

обладнаний різними двигунами. Крім того на вибір встановлюється автоматична або механічна коробка передач.

Для розрахунку рівня конкурентоспроможності автомобіля, необхідно провести маркетингове дослідження. Метод збору даних - опитування. При проведенні опитування приділяється увага наступним питанням:

1. Наскільки проінформовані респонденти про автомобілі в цілому й досліджувані автомобілі зокрема.
2. Який атрибут автомобіля найбільше значимий для покупця.
3. Які марки мають найвищий рейтинг у покупців.

У ході маркетингового дослідження з'ясовано, що при покупці автомобіля покупці звертають увагу, у першу чергу, на споживчі властивості, ціну автомобіля й рівень його якості, і вже потім - на престижність і фактори індивідуалізації. У ході опитування була виявлена наступна залежність: чим вище рівень доходу респондента, тим вище для нього грають престижність і фактори індивідуалізації.

Асортимент автомобілів ТОВ "КРЕДО АВТО" формується з асортименту автомобілів японської компанії сучасного виробництва, також можуть бути доставлені автомобілі відповідної марки яку замовляє споживач (покупець). За останні два роки асортимент марок автомобілів є наступним: Mazda 2; Mazda 3 Hatchback; Mazda 3 MPS; Mazda 3 Sedan; Mazda 5; Mazda 6 Hatchback; Mazda 6 Sedan; Mazda 6 Universal; Mazda BT-50; Mazda CX-7; Mazda CX-9.

Окрім того так як ТОВ "Кредо Авто" здійснює після продажне обслуговування автомобілів та поточний ремонт і планові технічні обслуговування згідно пробігу автомобіля то в асортименті є весь перелік запасних частин та необхідних блоків.

Не виходячи із салону, покупець може: застрахувати своє авто, скористатися послугою trade-in (обмін старого автомобіля на новий із доплатою), поставити автомобіль на облік ДАІ, зробити авто більш стильним завдяки оригінальним аксесуарам, а також може скористатися спеціально розробленою програмою лояльності Mazda Service Club.

Менеджери з продажу та спеціалісти СТО центру Mazda пройшли спеціальне навчання і мають відповідну до стандартів японської якості кваліфікацію. У сервісному центрі технічного обслуговування Mazda працює спеціальне оригінальне японське обладнання для діагностики та ремонтних робіт.

ТОВ «КРЕДО АВТО» запрошує всіх власників автомобілів Mazda у Вінниці та області провести гарантійне та післягарантійне обслуговування на новій СТО. Першу діагностику кожного автомобіля можна провести безкоштовно.

За місяць роботи дилерський центр «КРЕДО АВТО» вийшов у лідери з продажу Mazda у центрі України, не враховуючи м. Київ реалізувавши 46 авто.

Окрім того на сучасному етапі розвитку велике значення має електронна комерція, тому одним із напрямків вдосконалення збутової політики в ТОВ може мати місце створення сайту Товариства з усім переліком та характеристиками автомобілів, запасних частин та видами робіт по технічному обслуговуванню та діагностиці. Це дасть змогу залучити додаткових клієнтів і сформуванню думку про той чи інший автомобіль та ті види робіт і обладнання на якому проходить технічне обслуговування.

На СТО є представник банку та представник страхової компанії, тут можна отримати кредит на автомобіль та оформити страховку. На СТО обладнаний зручний кабінет для відпочинку клієнтів, встановлені автомати з кавою та іншими напоями. На вулиці обладнана зручна альтанка для відпочинку.

Конкуренцію даній СТО складають малі майстерні в яких ціни на обслуговування і ремонт нижчі, проте вони не мають такого високого рівня професіоналізму, як тут, більшість обладнання на них застаріла і використовується з порушенням норм експлуатації.

СТО такого класу як ТОВ «Кредо Авто» не можуть конкурувати з даними СТО тому що при майже однаковому рівні цін, а в деяких випадках і вище, тут роботи надаються на обладнанні яке найкраще пристосоване до таких

марок, які реалізуються в мережі ТОВ «Кредо Авто». Тому рівень якості тут буде більший ніж у конкурентів.

До сильних сторін СТО можна віднести зручне розташування, потужну матеріально-технічну базу, наявність висококваліфікованих працівників, якісний сервіс, наявність комфортних приміщень для клієнтів, ізольованих від запаху бензину, газу та інших шкідливих випарів.

На рисунку 1.9 подане графічне відображення вільної частини ринку та частин, які займають конкуренти.



Рисунок 1.9 - Графічне відображення вільної частини ринку та частин, які займають конкуренти

1.8 Аналіз стану існуючої виробничо-технічної бази ТОВ «Кредо Авто»

1.8.1 Огляд існуючої структури виробничо-технічної бази

Структурний склад СТО включає в себе кілька складових, а саме:

- головний виробничий корпус;
- стоянка для працівників СТО;
- стоянка для нових автомобілів;
- стоянка для автомобілів, що очікують обслуговування.

Головний виробничий корпус містить в собі всі необхідні приміщення для функціонування СТО. Зараз до нього прибудовано приміщення автосалону, виконано ремонт виробничих і побутових приміщень.

В табл. 1.6 наведемо основні техніко-економічні показники для типової СТО та СТО ТОВ “Кредо Авто”.

Таблиця 1.6 – Техніко-економічні показники для типової СТО та СТО ТОВ “Кредо Авто”

Назва показника	Показники		$\frac{П_i^ф}{П_i^н} \cdot 100 \%$
	Існуючої СТО, Пфі	Типової СТО, Пні	
1. Автомобілезайди, тис. в рік	6,24	6,4	97,2
2. Площа ділянки, га	0,32	1,01	31,6
3. Чисельність виробничих працівників, чол.	21	25	0,84
4. Корисна площа виробничих приміщень, м ²	862,7	1426	60
5. Корисна площа адміністративно - побутових приміщень без торгової зали, м ²	982	863	113
6. Число автомобіле-місць на постах, шт	18	11	163

Проаналізувавши стан ВТБ СТО можна зазначити, що вона придатна для виконання якісного ремонту і ТО легкових автомобілів, але їй необхідно оптимізувати роботу зони ТО і ПР, щоб покращити якість і швидкість надання послуг.

Аналіз техніко-економічних показників СТО показує:

- кількість працюючих ремонтних і допоміжних робітників менша нормативної на 16%, що вказує на необхідність збільшення чисельності персоналу, або підвищені продуктивності праці робітників за рахунок засобів механізації та автоматизації праці. При підвищені продуктивності праці з'явиться можливість обслуговування більшого числа автомобілів інших організацій і приватних осіб;

- ВТБ забезпечена постами ТО і ПР на 163%, що показує необхідність оптимізації роботи зони ТО і ПР;

- ВТБ забезпечена площами виробничо-складських та допоміжних приміщень, стоянки і території, що дає можливість проведення робіт по підвищенню ефективності використання ВТБ;

- зони і ділянки СТО в цілому укомплектовані устаткуванням, але частина устаткування є фізично спрацьованим і морально застарілим (приблизно 15%), воно підлягає оновленню.

1.8.2 Аналіз і оцінка стану виробничо-технічної бази і ступеня використання виробничої потужності

Більшість автомобілів, що обслуговуються на СТО це сучасні автомобілі зроблені за сучасними технологіями, проте обслуговуються і такі, конструкції яких є неперспективними і застарілими, при модернізації ВТБ, потрібно враховувати тенденції розвитку автомобільного транспорту для того щоб можна було пристосувати СТО до сучасних автомобілів.

Рівень праці на СТО досить високий. СТО працює за шестиденним робочим тижнем, але існує необхідність оптимізації виробничого процесу для збільшення продуктивності та швидкості обслуговування.

Виходячи з виробничих потреб адміністрація, за погодженням з представницьким органом, або обумовивши це в колективному договорі, може встановлювати з урахуванням характеру й умов праці максимальну тривалість роботи протягом дня за підсумованим обліком робочого часу не більше 12 годин. За наявності письмової згоди працівника допускається встановлення більшої тривалості щоденної роботи, якщо характер та умови праці передбачають періоди очікування ситуації, коли працівник повинен негайно стати до виконання роботи, і якщо в нього є можливість відпочивати протягом зміни.

Комплексну оцінку стану ВТБ виконують за такими напрямками: характеристика виробничих приміщень, стан технологічного устаткування, характеристика рівня технології ТО і ПР, рівень організації та управління виробництвом.

У відповідності до матеріалів річної фінансової звітності у 2021 та 2022 роках ТОВ «Кредо Авто» мало показники подані в таблиці 1.7. Показники

ефективності розраховані за наступними формулами і результати занесені до таблиці 1.7.

Фондовіддача розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{\text{ОП}}{\text{ОЗ}}, [\text{грн.}] \quad (1.1)$$

де ОП – обсяг реалізованої продукції, тис. грн.;

ОЗ – вартість основних засобів, тис. грн.

Фондомісткість розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{\text{ОЗ}}{\text{ОП}}, [\text{грн.}] \quad (1.2)$$

Фондоозброєність розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{озб}} = \frac{\text{ОЗ}}{\text{ЧП}}, [\text{тис. грн.}] \quad (1.3)$$

де ЧП – чисельність працівників, осіб.

Таблиця 1.7 – Основні засоби та показники ефективності їх використання

Найменування показника	2021 рік	2022 рік	Відхилення 2022 р. від 2021р.
Залишкова вартість основних засобів, тис. грн.	985,3	1190,8	205,5
Чистий дохід (виручка від реалізації), тис. грн.	12951,2	14456,8	1505,6
Чисельність працівників, осіб	21	21	-
Показники ефективності використання виробничо-технічної бази СТО			
Фондовіддача, грн.	10,1	12,1	2
Фондомісткість, грн.	0,09	0,08	0,01
Фондоозброєність, тис. грн.	46,91	56,7	9,8

1.9 Висновки до розділу 1

Виконаний аналіз літературних джерел за темою дослідження, дозволили встановити наступне:

1. Клепка широко застосовується при ремонті автомобілів, у тому числі при ремонті кузовів виготовлених з різних сплавів і композиційних матеріалів. Технологія клепки дозволяє з'єднувати різноманітні матеріали, збирання яких з використанням зварювання неможливе. Основним недоліком з'єднань, зібраних з використанням клепки, є їх низька корозійна стійкість і негерметичність;

2. Технологія клеєклепки є дуже перспективною для збирання автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва. Дана технологія має величезні переваги перед класичним точковим зварюванням та клепкою. А недоліки притаманні технології клеєклепки можуть бути істотно зменшені вдосконаленням технології створення клеєклепаних з'єднань в умовах авторемонтного виробництва, точним розрахунком параметрів клеєклепаного з'єднання та застосуванням перспективних полімерних матеріалів;

3. Існують три способи отримання клеєклепаних з'єднань: постановка заклепок на затверділий клейовий шар (клепка після нанесення клею та після його затвердіння), постановка заклепок на незатверділий клей (клепка після нанесення клею, але перед його затвердінням) та введення клею після встановлення заклепки (клепання до нанесення клею). Загальним недоліком всіх трьох способів виконання клеєклепаних з'єднань є підвищена трудомісткість (за рахунок тривалого часу затвердіння клею), відносна складність, висока трудомісткість контролю якості склеювання. Вирішити цю проблему можна за рахунок використання термопластичних матеріалів (клеїв-розплавів);

4. Встановлено, що найбільш перспективними матеріалами для складання автомобільних кузовів із застосуванням клеєклепаної технології в умовах авторемонтного виробництва є термопластичні клеї-розплави,

використання яких підвищує ремонтпридатність з'єднань та дозволяє забезпечити демонтаж клеєклепаних з'єднань. Основною перешкодою для інтенсивного впровадження технології клеєклепки при ремонті автомобільних кузовів з використанням термопластичних матеріалів є дуже обмежені відомості щодо деформаційної міцності клеїв-розплавів, їх стійкості до впливу різних експлуатаційних факторів, а також відсутність технологічних рекомендацій.

5. Виконавши аналіз маркетингового середовища ТОВ "Кредо Авто", його виробничо-технічної бази, та провівши аналіз виробничо-господарської діяльності і організаційної структури управління, можна зробити висновок, що СТО має потенціал для виконання більшого об'єму робіт, але для цього необхідно оптимізувати роботу кузовної дільниці.



РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ КЛЕЄКЛЕПАНИХ З'ЄДНАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ

2.1 Вплив хвилястості поверхонь деталей, які склепуються на характеристики якості клеєклепаного з'єднання

Основними реологічними характеристиками клею-розплаву у процесі його нанесення є:

- поверхневий натяг і крайовий кут змочування, що залежить від нього;
- в'язкість.

При нанесенні будь-якого рідкого матеріалу (у тому числі і клею) на плоску поверхню він розтікається по ній з утворенням кута, який отримав назву крайовий кут змочування θ (рис. 2.1). При значеннях крайового кута змочування $\theta > 90^\circ$, рідина поверхні мимовільно не розтікається, тобто. поверхня даною рідиною не змочується, а при $\theta < 90^\circ$, навпаки, має місце розтікання. При повному розтіканні значення крайового кута змочування дорівнюють 0. Значення крайового кута змочування (його прийнято позначати через $\cos \theta$) залежать від температури T і часу t

$$\cos \theta = f(T, t) \quad (2.1)$$

Дане рівняння справедливе лише для термореактивних клеїв, які у процесі розтікання можуть досягати своїх рівноважних значень.

Звичайні клейові матеріали, наприклад, епоксидні, розтікаються гладкою поверхнею (рис. 2.1, б). Величина поверхневого натягу визначається сумою поверхневих натягів системи: тверде тіло, рідина та газ. Відповідно до рівняння Юнга для точки контакту всіх трьох фаз справедливе рівняння:

$$\gamma_{ГГ} - \gamma_{ГЖ} - \gamma_{ЖТ} \cdot \cos \theta = 0 \quad (2.2)$$

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{ГГ} - \gamma_{ЖТ}}{\gamma_{ГЖ}} \quad (2.3)$$

де $\gamma_{ГГ}$ – поверхневий натяг на межі розділу газ-тверде тіло;

$\gamma_{ГЖ}$ – поверхневий натяг на межі розділу газ-рідина;

$\gamma_{ЖТ}$ – поверхневий натяг на межі розділу тверде тіло-рідина.

Для епоксидних клеїв значення всіх трьох складових поверхневого натягу приблизно рівні, що схематично показано на рис. 2.1, б. При цій умові змочування має місце поступове розтікання рідкого клею по гладкій твердій поверхні і при $t \rightarrow \infty$, тобто крайовий кут змочування дорівнює нулю, а $\cos \theta = 1$. Рівняння (2.2) при цій умові має вигляд

$$\frac{\gamma_{ГГ} - \gamma_{ЖТ}}{\gamma_{ГЖ}} = 1 \quad (2.4)$$

$$\gamma_{ГГ} = \gamma_{ЖТ} + \gamma_{ГЖ} \quad (2.5)$$

У разі змочування, величиною поверхневого натягу межі розділу рідина - тверде тіло, зазвичай, нехтують [4].

На шорсткій поверхні співвідношення поверхневих натягів на межах розділу фаз змінюється. Характеристики шорсткості поверхонь залежать від виду та режимів використовуваної механічної обробки та властивостей матеріалу і змінюються в діапазоні від часток мікрометра до кількох міліметрів. Характеристики шорсткості (R_a і R_z) наведені у великій кількості довідників [4, 16] та існують стандартні методи їх оцінки. На відміну від шорсткості, характеристики хвилястості в довідниках не вказуються, хоча вони не менш

впливають на якість. Особливо велике значення хвилястості при використанні технологій клепки або клесклепки.

На шорстких і хвилястих поверхнях має місце збільшення площі контакту з твердим тілом, за рахунок збільшення фактичної площі і чим вища шорсткість, тим більше збільшується площа контакту рідини з твердою поверхнею. Це збільшення площі враховують шляхом використання спеціального коефіцієнта k , який і названий – коефіцієнт збільшення площі.

$$\gamma_{ГГ} = k \cdot \gamma_{ГГ} \quad (2.6)$$

$$\gamma_{ЖТ} = k \cdot \gamma_{ЖТ} \quad (2.7)$$

З врахуванням (2.6) і (2.7) рівняння (2.3) має вигляд

$$\cos \theta_{и} = k \cdot \frac{\gamma_{ГГ} - \gamma_{ЖТ}}{\gamma_{ГЖ}} \quad (2.8)$$

або

$$\cos \theta_{и} = k \cdot \cos \theta \quad (2.9)$$

де $\theta_{и}$ - краєвий кут змочування з урахуванням шорсткості поверхні.

При умові, що величина краєвого кута змочування $\theta < 90^{\circ}$, $\cos \theta_{и} > \cos \theta$, тобто $\theta_{и} < \theta$.

Рівняння (2.4) та (2.5) для клеїв-розплавів не виконуються. Ці клеї по гладкій поверхні розтікаються гірше і погано змочують поверхню, що впливає на величину поверхневого натягу на межі розділу рідина тверде тіло. Значення $\gamma_{ГЖ}$ для клеїв-розплавів набагато вище, ніж для звичайних рідких клейових матеріалів.

Для клею-розплаву при його розтіканні по шорсткій поверхні співвідношення поверхневих натягів на межах розділу фаз також змінюється (рис. 2.2, б). Однак має місце зменшення площі контакту з твердим тілом, за рахунок того, що клей не розтікається по западинах, а повисає над ними. Зменшення площі фактичного контакту пропонується враховувати шляхом використання коефіцієнта k^* , який названий – коефіцієнт зменшення площі. За умови, що величина крайового кута змочування $\theta > 90^\circ$, $\cos\theta_u < \cos\theta$, тобто $\theta_u > \theta$.



Рисунок 2.1 – Крапля рідини на твердій поверхні при значеннях крайового кута змочування $\theta > 90^\circ$ (а) і $\theta < 90^\circ$ (б)



Рисунок 2.2 – Крапля рідини на шорсткій поверхні при $\theta < 90^\circ$ (а) і при $\theta > 90^\circ$ (б)

Змочування – це перший етап процесу нанесення клею. Наступним етапом є його мимовільне розтікання. Характеристикою розтікання є коефіцієнт K , рівний відношенню вихідного діаметра краплі d_0 до остаточного d

$$K = \frac{d_0}{d} \quad (2.10)$$

Дане рівняння не дозволяє врахувати вплив шорсткості поверхні. Щоб це зробити, необхідно замість характеристики діаметра використати показник площі S

$$K = \frac{S_0}{S} \quad (2.11)$$

Зміна площі розтікання клею - розплаву в одиницю часу визначає швидкість v

$$v = \frac{dS}{dt} \quad (2.12)$$

На краплю рідини, яка знаходиться на твердій поверхні, одночасно діють дві протилежні сили. Одна характеризує вільну енергію системи і допомагає самовільному розтіканню F_E , друга, навпаки, протидіє розтіканню і залежить від в'язкості F_η .

$$F_E = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot E \quad (2.13)$$

$$F_\eta = -\pi \cdot r^2 \cdot \eta \cdot \frac{dv}{d_h} \quad (2.14)$$

де E – вільна енергія системи;

r – радіус краплі рідини на твердій поверхні;

v – швидкість розтікання;

h – висота краплі рідини на твердій поверхні.

Сили дії F_E і протидії F_η процесу розтікання рівні і тому можна записати

$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot E = -\pi \cdot r^2 \cdot \eta \cdot \frac{dv}{dh} \quad (2.15)$$

$$\frac{dv}{dh} = -\frac{2 \cdot E}{r \cdot \eta} \quad (2.16)$$

Рішення рівняння (2.16) щодо h дуже істотно залежить від форми краплі і тому використовувати характеристику висоти краплі h для розрахунків не дуже зручно, оскільки відсутні методи її експериментального визначення. Перепишемо рівняння (2.12), використовуючи характеристики площі S , яку займає крапля клею на поверхні металу

$$r \cdot dv = -\frac{2}{\eta} E \cdot dh \quad (2.17)$$

$$r \cdot \frac{d_r}{d_t} = \frac{d(\pi \cdot r^2)}{2 \cdot \pi \cdot d_t} = -\frac{2}{\eta} \int E \cdot dh \quad (2.18)$$

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{4\pi}{\eta} \int E \cdot dh \quad (2.19)$$

$$\frac{dS}{d\tau} = -\frac{4\pi}{\eta} \int E \cdot dh \quad (2.20)$$

При розтіканні краплі її об'єм не змінюється $V_0 = \text{const}$ і $dV_0 = 0$

$$V_0 = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot (3 \cdot r^2 \cdot h + h^3) = 0 \quad (2.21)$$

Розв'язуємо рівняння (2.21)

$$6 \cdot r \cdot h \cdot d_r + 3r^2 \cdot dh + 3h^2 \cdot dh = 0 \quad (2.22)$$

$$2 \cdot r \cdot h \cdot d_r = -(r^2 + h^2) \cdot dh \quad (2.23)$$

$$\frac{dr}{dh} = -\frac{r^2 + h^2}{r \cdot h} \quad (2.24)$$

$$E = \frac{dv}{2 \cdot dr} (r^2 + h^2) \quad (2.25)$$

$$\frac{dv}{dh} = \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{\frac{d_r}{d_t}} = \frac{d_v}{v} \cdot \frac{1}{d_t} = \frac{d \cdot \ln v}{d_t} \quad (2.26)$$

$$E = -(r^2 + h^2) \frac{d \cdot \ln v}{d_t} \quad (2.27)$$

$$\ln v = -\int \frac{E}{r^2 + h^2} d_t \quad (2.28)$$

Дане рівняння дозволяє визначити швидкість розтікання краплі.

Відмінною особливістю технології нанесення клеїв-розплавів, що належать до класу термопластичних полімерів, є дуже висока в'язкість. Процес розтікання в'язких рідин характеризується не тільки зсувною в'язкістю η , а й поздовжньою в'язкістю λ

$$\lambda = 3 \cdot \eta \quad (2.29)$$

Дана залежність відома як формула Трутона [17]. При температурі T_m , в момент зіткнення клею-розплаву з металевою поверхнею, що має кімнатну температуру, відбувається миттєве охолодження частини клею, яка безпосередньо контактує з металом.

Як основний технологічний параметр, за допомогою якого можна керувати величинами поверхневого натягу і в'язкістю, є температура. Величини $\frac{d\gamma}{dT}$ і $\frac{d\eta}{dT}$ є тепловими коефіцієнтами поверхневого натягу та в'язкості. При підвищенні температури поверхневий натяг і в'язкість знижуються і відповідно зменшується значення крайового кута змочування.

2.2 Параметричний взаємозв'язок характеристик технологічних процесів отримання клеєклепаних з'єднань на мікро- та макрорівнях

При проектуванні технічних систем прийнято розглядати якийсь окремий етап функціонування об'єкта, а весь його життєвий цикл. Як правило, поняття «життєвий цикл» відноситься до готового виробу, і воно включає безліч етапів від технічного завдання до утилізації. Проте, це поняття настільки ємне, що може бути умовно поділено на окремі самостійні життєві цикли всередині кожного етапу. При такому підході етапи нанесення клею на поверхню металу, його розтікання, встановлення заклепок, охолодження клейового з'єднання та його подальше навантаження, можна виділити в єдину систему проектування клеєклепаного з'єднання. З одного боку, при такому підході не охоплено велике коло завдань, пов'язаних із конструкцією виробу, а з іншого боку можна на різних масштабних рівнях розглянути основні фактори, що впливають на якість.

Подамо завдання пошуку оптимального рішення при параметричній ідентифікації в загальному вигляді

$$X = f \cdot Y \quad (2.30)$$

де X - шукана величина, представлена у вигляді оператора заданого простору, який нормується;

Y – зміна стану, яка також належить до заданого нормованого простору;

f – елементи параметра, який нормується.

Серед параметрів, що управляють, одним з найважливіших є температура, до якої нагрівають клей-розплав для його нанесення на металеву поверхню. Чим вища температура, тим нижча в'язкість, проте якщо температура перевищить межу плинності для даного полімеру, то починається процес деструкції, при якому всі характеристики різко знижуються.

Розробка технологічного процесу ремонту у загальному вигляді є технічним рішенням, алгоритм рішення якого показаний на рис. 2.3. На етапі структурної ідентифікації безліч обмежень які ставляться до мікрорівня, тоді як етапі параметричної ідентифікації – до макро.

Найбільші складнощі виникають у отриманні такого технічного рішення, при якому забезпечено повноту інформації всіх процесів, що протікають на мікро- та макрорівнях та їх взаємозв'язок. За відсутності такої інформації обмежуються лише якісною оцінкою.

Таким чином, під час проектування пропонується застосовувати принцип декомпозиції (розбиття).

У формалізованому вигляді завдання пошуку оптимального технологічного рішення має вигляд

$$P(x, \tau) = \{P_a(x, \tau), \dots, a = 1, 2, \dots, n\} \quad (2.31)$$

де P представляє собою математичну модель напружено-деформованого стану клеєклепаного з'єднання;

τ - час;

x – просторова координата.

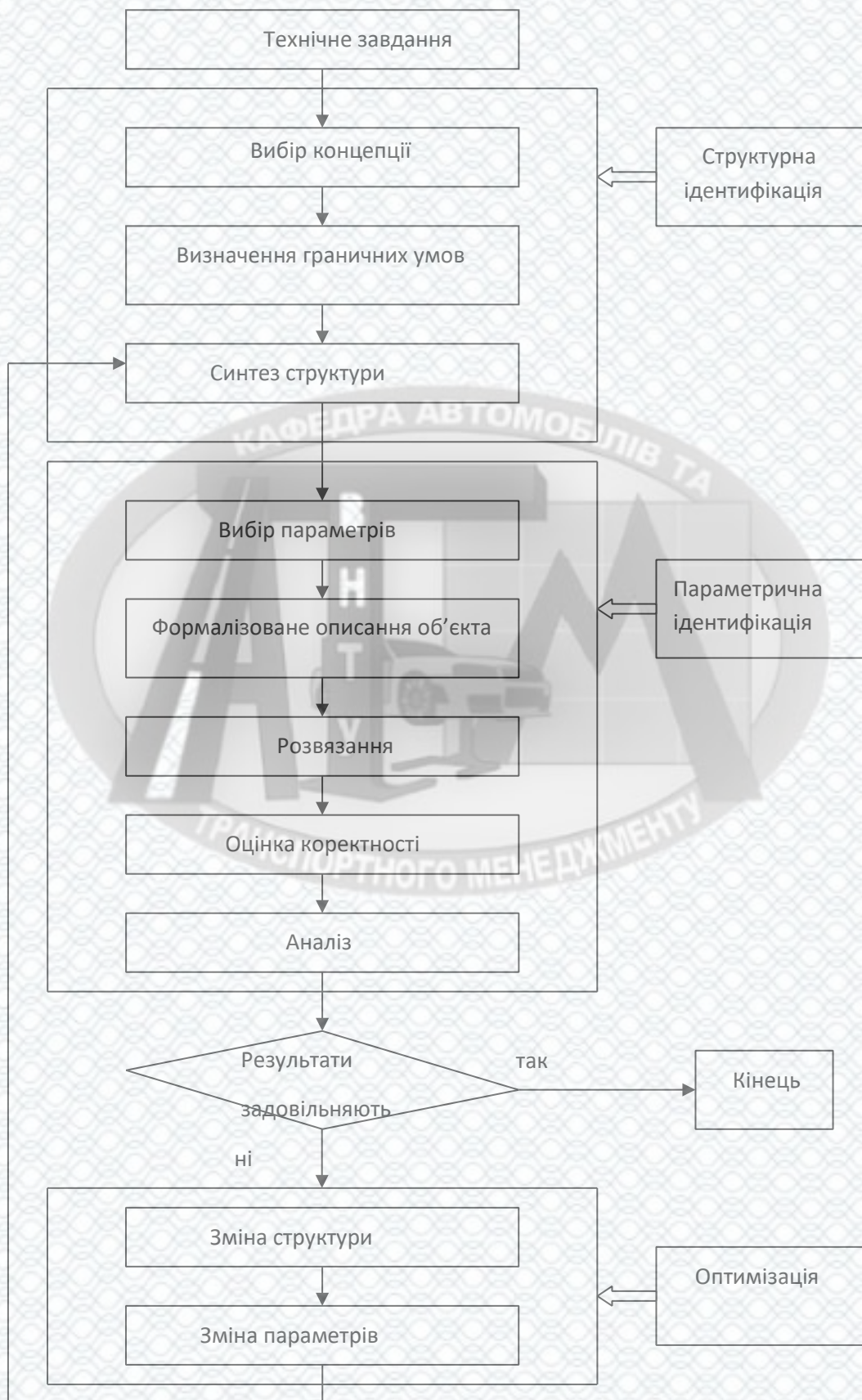


Рисунок 2.3 – Алгоритм формування технічного рішення

На мікрорівні мають місце процеси змочування і розтікання використовуваного клею-розплаву по поверхні металу.

На макрорівні проходить збирання склепуємих деталей в один пакет, по нагрітому слою клею встановлюються заклепки і проводять клебку.

Якість клеєклепаного з'єднання в однаковій мірі залежить від мікро- і макрорівня. Зв'язок між мікро - і макрорівнями зручніше всього простежити на прикладі мікроструктури. Чим вона більш дефектна і неоднорідна, тим нижчі всі механічні характеристики такого матеріалу (або з'єднання). Однак, не дивлячись на його черговість, цей зв'язок важко формалізований. Причиною являється наявність зав'язків між характеристиками.

Розділимо процес пошуку оптимального рішення при розробці технологічного процесу ремонту з використанням клеєклепаної технології не лише на рівні (мікро та макро), а й на стадії всередині кожного рівня.

На мікрорівні виділимо дві стадії. Перша стадія – вирішення питання вибору типу клею-розплаву, що з визначенням його хімічної природи, від якої залежить величина поверхневого натягу γ . Друга – вирішення задачі визначення мінімальної в'язкості η клею-розплаву, при якій він змочуватиме шорстку та хвилясту поверхню.

Вирішення цих завдань дозволить забезпечити рівномірне розтікання клею розплаву по поверхнях, що в результаті забезпечить більшу площу контакту і більшу величину адгезійної взаємодії.

У формалізованому вигляді, завдання змочування та розтікання має вигляд

$$\min_{t \in T} \gamma(t, \tau) \quad (2.32)$$

$$\min_{t \in T} \eta(t, \tau) \quad (2.33)$$

Цільові функції в'язкості та поверхневого натягу пов'язані між собою через два основні параметри (назвемо їх А та В). Параметр А залежить від

хімічної природи використовуваного клею-розплаву, а параметр від геометричної структури (шорсткості і хвилястості) поверхонь деталей, що склепуються, і стрижня заклепки.

Однак виконання умов на мікрорівні є необхідною, але не достатньою умовою для забезпечення якості.

На макрорівні необхідно вирішити завдання сталості сил тертя в будь-якій точці контакту заклепки і деталей, що сполучаються. Особливістю клеїв-розплавів є той факт, що вони відносяться до групи термопластичних матеріалів, які за кімнатної температури знаходяться в аморфно-кристалічному стані. При деформаціях такого клейового шва в процесі клепок або експлуатації клеєклепаного з'єднання має місце структурна перебудова, тоді як при деформаціях має місце пошкодження їх структури.

На макрорівні, при проектуванні, також виділимо кілька стадій, які є самостійними переходами операції клепок. Наприклад, при виготовленні отворів під заклепки дуже великий вплив на якість надаватиме величина допуску на отвір і стрижень заклепки. Чим він більший, тим більшою буде величина ексцентриситету, яка частково може бути усунена за рахунок добрих деформаційних властивостей клею.

2.3 Алгоритм формування конструкторсько-технологічного рішення в умовах авторемонтного виробництва

При розробці технології клеєклепки для умов авторемонтного виробництва передбачається, що вже є оптимальне конструкторське рішення, при якому однозначно визначено всі параметри з'єднань та допустимі межі їх змін. На рис. 2.4. представлений алгоритм знаходження конструкторського рішення, суть якого полягає у визначенні марок матеріалів та всіх геометричних характеристик клепаного з'єднання для найпростішого однорядного з'єднання, елемент якого показаний на рис. 2.3. Символами $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ і σ_4 – позначені відповідні розв'язувані задачі напруження, наприклад,

σ_1 – це напруження в клепаному з'єднанні для вибраного типу заклепок, використовуваного матеріалу при даних геометричних характеристиках заклепки. Далі, у міру конкретизації клепаного (або клеєклепаного з'єднання), це напруження розраховується з урахуванням відстаней (l) від краю з'єднання σ_2 . Починаючи з величини σ_3 напруження розраховуються вже не для клепаного, а для клеєклепаного з'єднання залежно від типу обраного клею σ_3 та кроку між заклепками σ_4 . Символами $\sigma_{зад}^1$, $\sigma_{зад}^2$, $\sigma_{зад}^3$ та $\sigma_{зад}^4$ – позначені відповідні розв'язувані задачі гранично допустимі напруження, наприклад, $\sigma_{зад}^1$ – це гранично допустимі напруження в заклепувальному з'єднанні для вибраного типу заклепок, матеріалу заклепок.

На рис. 2.5 наведено алгоритм визначення параметрів технологічного рішення створення клеєклепаного з'єднання. Як видно з наведених алгоритмів (рис. 2.4 та рис. 2.5), їх принциповою відмінністю є відсутність кількісних оцінок якості технологічного рішення, що приймається (рис. 2.4) на кожному етапі, на відміну від конструкторського (рис. 2.5) рішення, де такі оцінки проводяться після кожного етапу обчислень.

При прийнятті конструкторських рішень, так само, як і для технологічних рішень, використовуються описові форми представлення даних, наприклад, за властивостями матеріалів. Для клеєклепаних з'єднань даний перелік застосовуваних матеріалів обмежується марками (і властивостями) клеїв та марками (і властивостями) заклепок.

Однак, незважаючи на те, що даний матеріал представлений у технічній літературі у вигляді баз даних, часто не зручних для їх безпосереднього використання в інженерних розрахунках, проте, на кожному етапі розробки конструкторського рішення має місце розрахунковий блок (див. рис. 2.3).

Якщо проведені розрахунки задовольняють заданим технічним вимогам, які визначають умови працездатності з'єднання (у наведеному алгоритмі це

позначено словом «Так»), то обчислення тривають у встановленій послідовності.

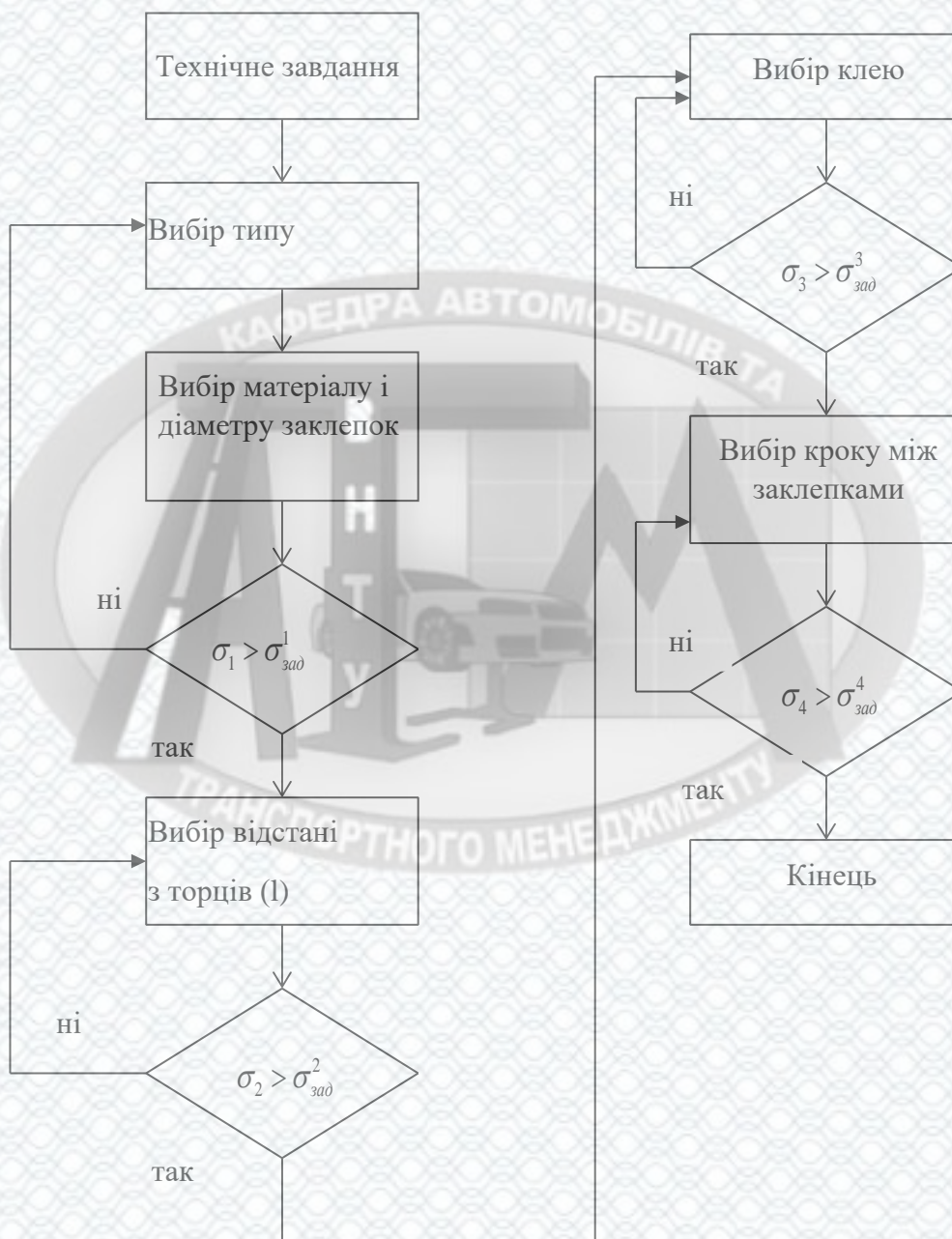


Рисунок 2.4 – Алгоритм формування конструкторського рішення клеєклепаного з'єднання

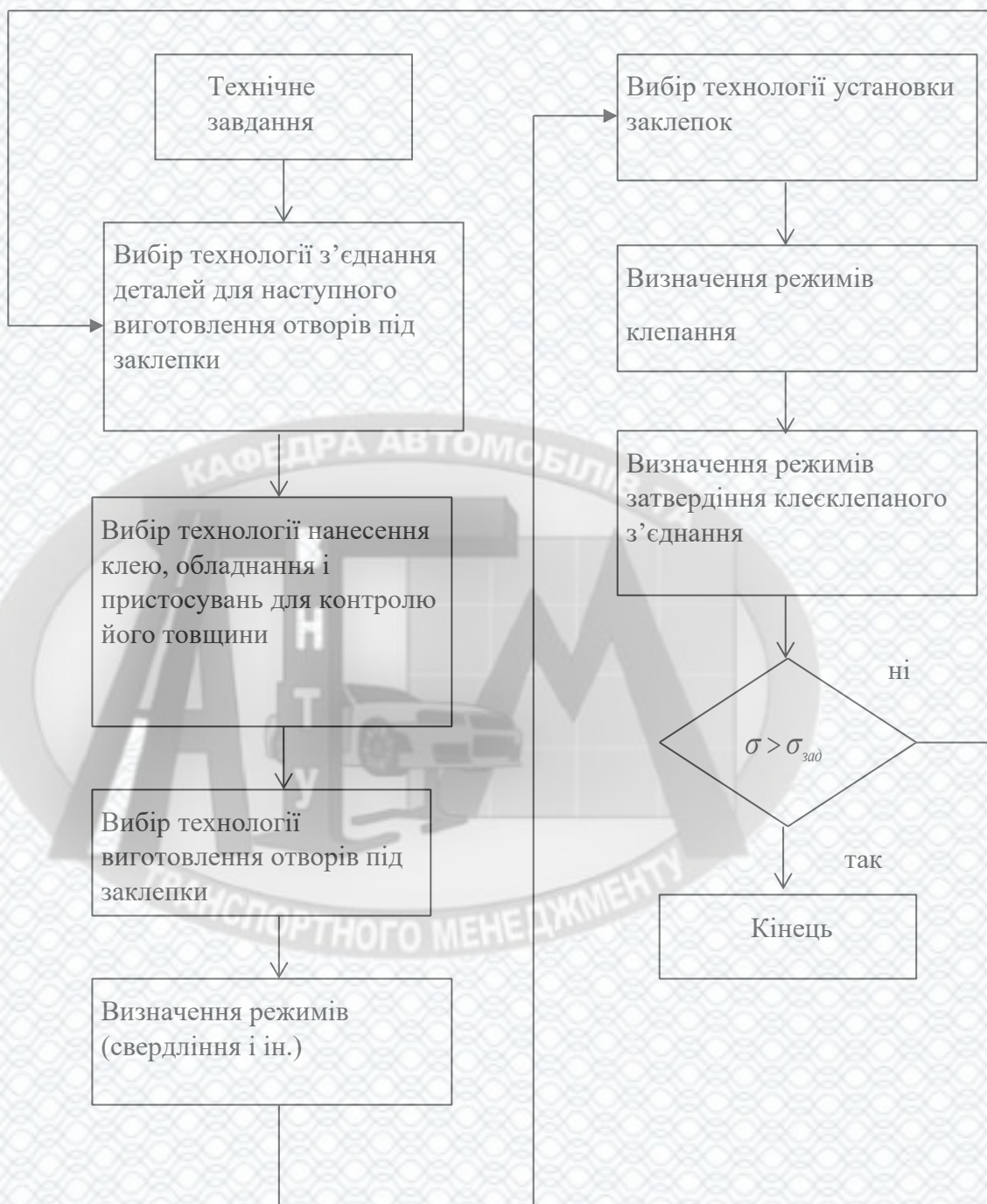


Рисунок 2.5 – Алгоритм формування технологічного рішення клеєклепаного з'єднання

Якщо ж розрахунки показують, що технічні вимоги не виконуються (у наведеному алгоритмі це позначено словом «Ні»), відбувається повернення до попереднього етапу, на якому повторно проводять вибір з подальшим повторним розрахунком. Таким чином, після ухвалення конструкторського рішення поетапний контроль проводиться повсюдно і, як правило, реалізується

з мінімальними витратами. Правильність здійснених розрахунків підтверджується (або спростовується) результатами механічних випробувань.

Особливість контролю якості технологічних рішень, що приймаються, полягає в тому, що втрати якості можуть відбуватися на кожному етапі, тоді як контроль можливий тільки після завершення всіх технологічних операцій (див. рис. 2.4). При такому підході має місце накопичення похибок, які можуть бути на кожному технологічному переході і, як наслідок, зниження якості готової продукції.

Для скорочення термінів на розробку технологічних режимів клеєклепки пропонується поєднати етапи конструкторської та технологічної розробки. Алгоритм такого конструкторсько-технологічного рішення показано на рис. 2.6.

Процедура прийняття конструкторсько-технологічного рішення включає завдання вибору і наступного аналізу, які виконуються послідовно. Первинний вибір матеріалів передбачає аналіз варіантів, який закінчується прийняттям технічного рішення по одному (або відразу декільком) характеристикам, що оцінюються. Якщо після ухвалення рішення відразу ж відбувається облік технологічних вимог, то цьому випадку істотно скорочується тривалість розробки та підвищується якість.

Наприклад, якщо на підприємстві відсутнє обладнання, що дозволяє проводити затвердіння клею за підвищеної температури, то при виборі клею (це початковий етап розробки конструкторсько-технологічного рішення) цей клас клеїв з розгляду виключається.

Якщо технолог знатиме допуски на паралельність двох деталей, що підлягають клейоклепці, то він зможе ще більше звужити діапазон пошуку клею, обмеживши його за в'язкістю.

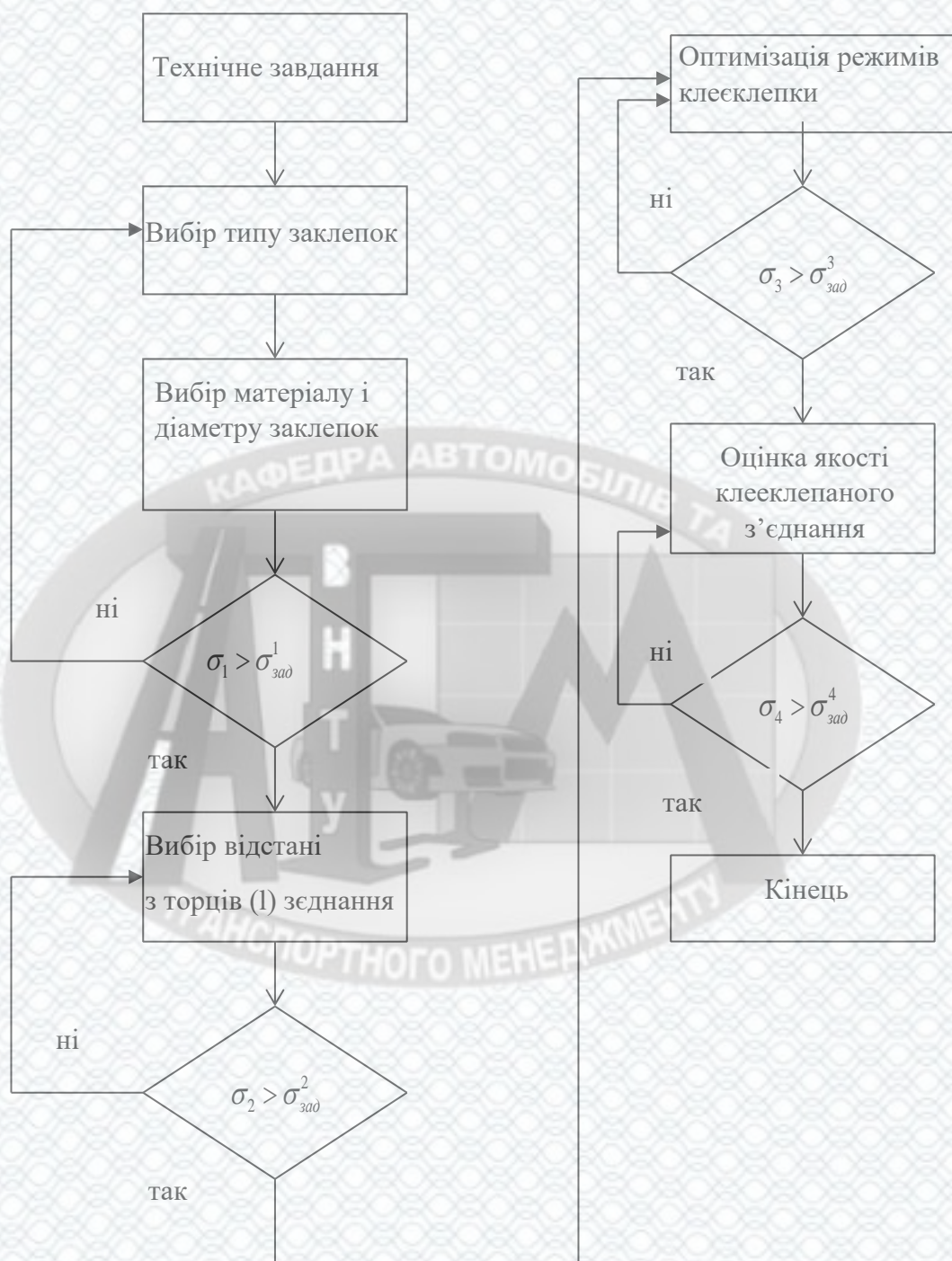


Рисунок 2.6 – Алгоритм формування конструкторсько-технологічного рішення в умовах авторемонтного виробництва

При такому підході мінімізується кількість можливих помилок, що призводить до суттєвого скорочення термінів на розробку технології ремонту.

2.4 Висновки до розділу 2

1. Встановлено, що одним із способів, який дозволяє знизити вплив зовнішніх навантажень на стрижень заклепки і, відповідно, сприяє зниженню його деформації, є використання при ремонті клеєклепаної технології складання, що також забезпечить спільну деформацію стрижня заклепки та деталей, що склепуються.

2. Розглянуто вплив хвилястості поверхонь деталей, що склепуються на характеристики якості клеєклепаного з'єднання і встановлено, що при використанні високов'язких клеїв, до яких відносяться клеї-розплави, має місце зменшення фактичної площі контакту. Для обліку фактичної площі змочування запроваджено новий коефіцієнт, який отримав назву – коефіцієнт зменшення площі.

3. Отримано аналітичне рівняння, що дозволяє в режимі реального часу оцінювати швидкість розтікання клею-розплавку поверхнею автомобільних деталей, що підлягають ремонту за клеєклепаною технологією.

4. Розроблено алгоритм формування конструкторсько-технологічного рішення при клеєклепаній технології ремонту автомобільних кузовів, що включає етапи ідентифікації на мікро- та макрорівнях.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЄКЛЕПАННИХ З'ЄДНАНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРИСТИК ВИКОРИСТАНОГО КЛЕЮ

У цьому розділі наведено результати експериментальних досліджень, що дозволяють оцінити якість клеєклепаного з'єднання, отриманого в умовах авторемонтного виробництва, залежно від властивостей та технології нанесення клею-розплаву, що використовується.

3.1 Обґрунтування доцільності використання клею в клепаному з'єднанні під час ремонту автомобільних кузовів

При оцінці якості клеєклепаного з'єднання досліджувалась структура матеріалу безпосередньо в місці встановлення заклепок. Такий метод оцінки дозволяв оцінити видимі дефекти з'єднання. Для проведення дослідження використовувався оптичний мікроскоп Optics Lab2, що дозволило відмовитися від тривалої операції з виготовлення шліфів і не потребувало тривалих витрат на проведення випробувань. Для порівняння, у роботі було проведено структурний аналіз стандартного заклепувального з'єднання, виготовленого без використання клею безпосередньо відразу ж після виготовлення (рис. 3.1, а) та після 6 місяців його зберігання в умовах цеху (рис. 3.1, б).



а)



б)

Рисунок 3.1 – Фото поверхні заклепки (а) і навколозаклепочної зони (б) безпосередньо після клепок (а) і через 6 місяців (б)

На наведених фото (див. рис. 3.1 б) видно, що після зберігання заклепувального з'єднання в звичайних умовах, навколо заклепки має місце утворення іржі. Аналогічні дослідження проводили на клеї-розплаві марки Теплак-2П (рис. 3.2). Поверхня зразків перед нанесенням клею спеціально не готувалась, тобто. не проводилося додаткового знежирення чи зашкурювання.

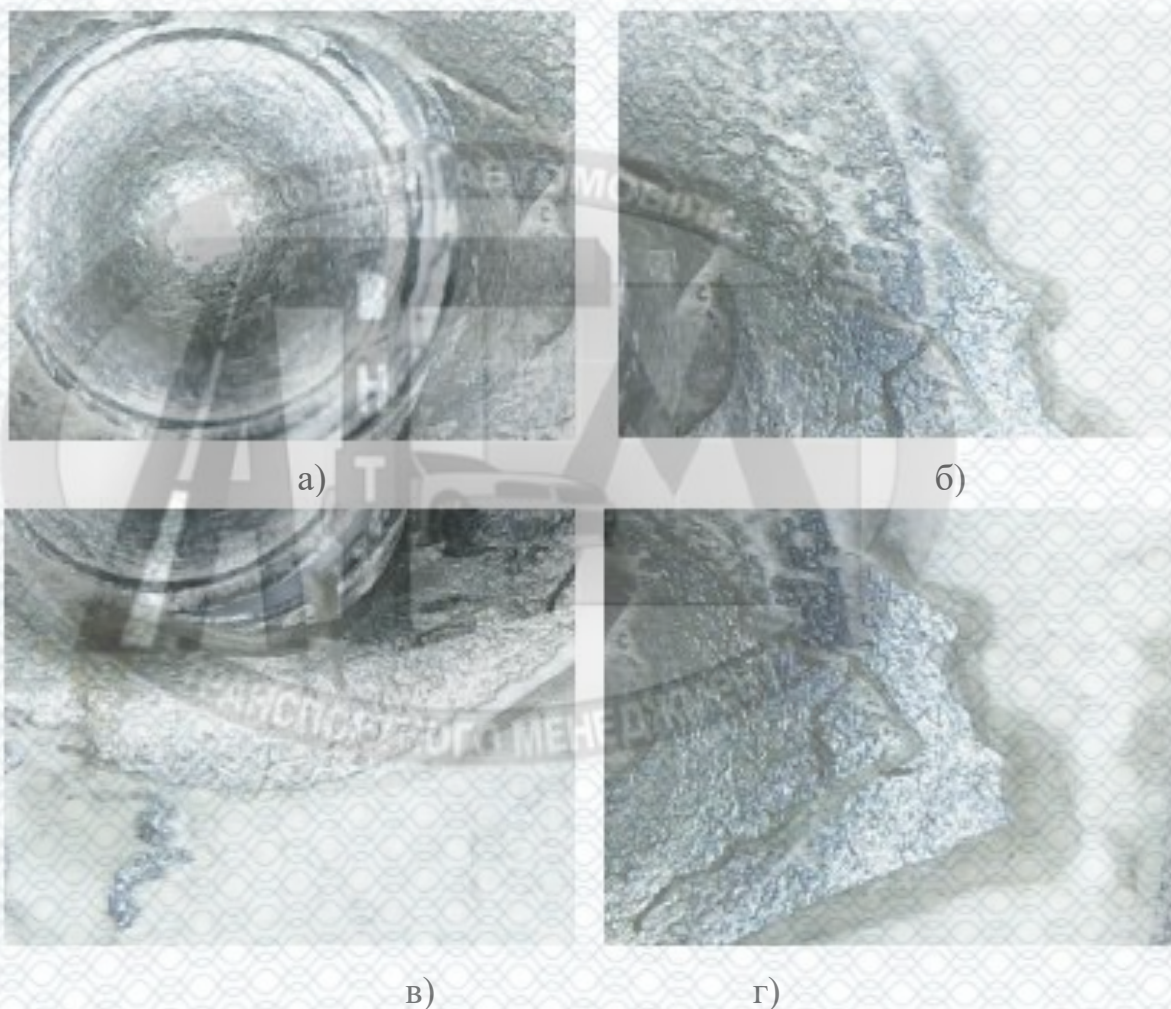


Рисунок 3.2 – Фото різних ділянок поверхні заклепки, встановлених на клей марки Теплак-2П безпосередньо після клепки (а, б), через 9 (в) і 12 (г) місяців після клепки

Жодного додаткового тиску при нанесенні клеїв не прикладалося, що дозволило наблизити технологію виготовлення дослідних зразків до реальних виробничих умов.

В результаті проведених досліджень встановлено, що іржа не утворюється через 12 місяців після виготовлення клеєклепаного з'єднання. Однак, на отриманих фото добре помітні перші ознаки деструкції клейового

матеріалу (див. рис. 3.2, в) у вигляді невеликого відшарування клею від поверхні заклепки. Такий тип ушкодження, ймовірно, пов'язаний із низькою адгезійною міцністю. В результаті нещільного прилягання клею з часом можливе утворення іржі. Таким чином, необхідні додаткові дослідження, які б дозволили обґрунтувати раціональний вибір клейового матеріалу для виготовлення клеєклепаних з'єднань.

3.2 Обґрунтування вибору клею для клеєклепаної технології складання автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва

Проведений аналіз літератури показав, що традиційно для клеєклепаної технології використовувалися термореактивні клеї на основі епоксидних смол та затверджувачів, які забезпечували клею низьку в'язкість при кімнатній температурі та швидке затвердіння при підвищених температурах [2, 3]. Однак, за такої технології складання повністю виключалася наступна розбірка з'єднання, оскільки для цього було потрібно тривале нагрівання до температури понад 250°C протягом декількох годин і значні механічні зусилля.

Заміна епоксидних клеїв на менш міцні, але більш технологічні клеї-розплави дозволяє вирішити задачу ремонтпридатності клеєклепаного з'єднання. Однак необхідно провести порівняльну оцінку експлуатаційних характеристик клеїв, які традиційно застосовуються в клеєклепаних з'єднаннях та нових матеріалів, пропонуваніх у цій роботі.

Як зразки для проведення випробувань були використані три марки вітчизняних клеїв-розплавів Летек, Теплак-2П, МС-1, які раніше при виготовленні клеєклепаних з'єднань ніколи не використовувалися. Як аналог були також використані дві марки вітчизняних епоксидних клеїв, які традиційно застосовують при створенні клеємеханічних з'єднань в авіаційній промисловості марок ВК-9 і К-300. Величина когезійної міцності клеїв оцінювалася за величиною руйнівного напруження при розтягуванні, а величина міцності адгезійної - визначалася шляхом випробувань клейових з'єднань зі сталі

30ХГСА на зсув. Випробування на розтяг та зсув проводили при кімнатній температурі. Деформаційні характеристики клеїв оцінювали за величиною відносного видовження, яке визначали на лопатках, товщиною 2 мм, а також за величиною ударної міцності, що оцінювали при випробуваннях на копрі.

Як впливає з отриманих даних, за своєю когезійною та адгезійною міцністю клеї-розплави у кілька разів поступаються епоксидним клеям, проте за своїми деформаційними характеристиками вони суттєво їх перевершують (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Властивості вітчизняних клеїв

Властивості	Летек	МС-1	Теплак -2П	ВК-9	К-300
Кількість компонентів	3	1	1	2	3
Температура плавлення, °С	110	180	140	-	-
Температура затвердіння, °С	-	-	-	20	20
Діапазон робочих температур, °С	-40...+95			-60...+125	-60...+300
Межа міцності при розтягуванні, МПа	11	25	9	115	148
Межа міцності при зрізі, МПа при 20°С	3,2	4,24	2,5	15	11
Відносне видовження, %	44	48	60	<1	<1

Як аналог в роботі також були використані два імпорتنі клеї марок Betamate-2096 і Justant-РАК. Клей марки Betamate-2096 відноситься до групи термореактивних клеїв на основі епоксидного олігомеру, що широко використовується при ремонті автомобільних кузовів і за своїми властивостями близький до клею ВК-9. Клей марки Justant-РАК відноситься до класу клеїв-розплавів і широко використовується при виробництві побутової техніки, проте його хімічний склад становить комерційну таємницю виробника і він використаний лише для порівняльного аналізу властивостей вітчизняних та імпорتنих матеріалів. Когезійна міцність клею Justant-РАК склала 65МПа, що в кілька разів перевищує міцність вітчизняних клеїв-розплавів, що використовуються.

Для такого показника як межа міцності при зрушенні була проведена статистична обробка отриманих результатів. Вибір саме цього показника був

пов'язаний із відносною простотою виготовлення зразків та близькими умовами роботи клеєклепанних з'єднань при експлуатації автомобілів.

Для склеювання використовувалися стандартні металеві пластини зі сталі 0,8кп, які склеювали в стандартному пристрої [12], площа клейового шва становила 3 см². Статистична обробка проводилася тільки для 2-х марок клеїв Теплак-2П та МС-1 (вибір саме цих матеріалів для проведення статистичної обробки пояснюється їхньою гарною технологічністю). Для кожного типу клею було виготовлено по 25 зразків і надалі визначено значення межі міцності τ_i , середньоквадратичних відхилень (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Міцність клеєвих з'єднань на сталі 0,8кп при зрізі

№ зразка	Клей Теплак-2П			Клей МС-1		
	τ_i , МПа	τ_{cp}	S	τ_i , МПа	τ_{cp}	S
1	2,2	2,512	0,457	3,5	4,24	0,257
2	2,6			3,2		
3	1,4			3,1		
4	1,6			4,5		
5	4			3,8		
6	3,8			4,7		
7	2,5			5,1		
8	1,7			5		
9	2,3			4,4		
10	2,3			4,9		
11	3,6			4,7		
12	2,6			4,4		
13	1,8			4,6		
14	2,9			4,2		
15	2,7			4,1		
16	2,50			3,6		
17	1,8			4,6		
18	1,7			4,4		
19	2,5			4,2		
20	2,9			4		
21	3,5			4,5		
22	2,9			3,9		
23	2,2			4,4		
24	2,1			4,1		
25	2,7			4,2		

Величину середньоквадратичного відхилення визначали по рівнянні [85]

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{25} (\tau_i - \tau_{cp})^2}{25}} \quad (3.1)$$

Дані табл.3.2 використані як робочої таблиці для отримання варіаційного ряду, який був усі значення межі міцності (для кожного клею), розташовані в порядку зростання. Для клею Теплак-2П маємо наступний варіаційний ряд: 1,4; 1,6; 1,7; 1,7; 1,8; 1,8; 2,1; 2,2; 2,2; 2,3; 2,3; 2,5; 2,5; 2,5; 2,6; 2,6; 2,7; 2,7; 2,9; 2,9; 2,9; 3,5; 3,6; 3,8; 4. Аналогічно знаходимо варіаційний ряд для клею МС-1.

Для зручності побудови гістограм згрупуємо отриманий варіаційний ряд за значеннями. І тому дані табл. 3.2 були розбиті на 6 інтервалів (для клею МС-1) та на 7 інтервалів (для клею Теплак-2П). Вибір інтервалів визначався діапазоном значень таким чином, всі інтервали були б рівні між собою. Можна використовувати дрібнішу розбивку, в цьому випадку кількість інтервалів збільшиться і будуть побудовані гістограми з дрібнішими сходами.

Для кожного інтервалу визначено частоту, яка дорівнювала числу значень, що потрапили в цей інтервал (табл. 3.3 та 3.4).

Таблиця 3.3 – Обробка результатів табл. 3.2 для клею Теплак-2П

Кількість інтервалів	Значення меж міцності для кожного інтервалу	Частота
1	1,4 – 1,6	2
2	1,7 – 2,0	4
3	2,1 – 2,4	5
4	2,5 – 2,8	8
5	2,9 – 3,2	3
6	3,3 – 3,6	2
7	3,7 – 4,0	1

За отриманим варіаційним рядом будуюмо гістограми розподілу (рис. 3.3). По осі абсцис відкладаємо значення міцності, для клею марки Теплак-2П починаючи з 1,4 до 4,0 МПа, а осі ординат проставляємо масштаб частот (рис.

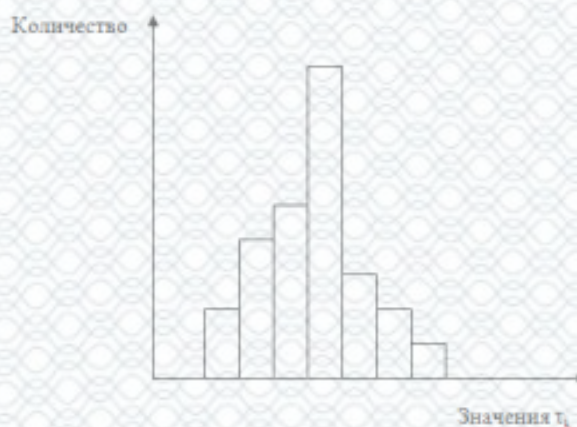
3.3, а). Для клею МС-1 також знаходимо варіаційний ряд і осі абсцис відкладаємо значення міцності, починаючи з 3,1 і закінчуючи 5,1 МПа (рис. 3.3, б). Вважаємо, що всередині кожного інтервалу частоти розподілені рівномірно і тому між собою з'єднуємо інтервали прямими лініями.

Замість гістограм можна побудувати полігон розподілу, який дозволяє отримати наочне відображення варіаційного ряду.

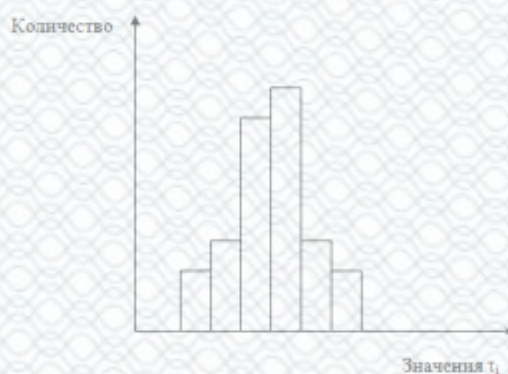
Таблиця 3.4 – Обробка результатів табл. 3.2 для клею МС-1

Кількість інтервалів	Значення меж міцності для кожного інтервалу	Частота
1	3,1 – 3,4	2
2	3,5 – 3,8	3
3	3,9 – 4,2	7
4	4,3 – 4,6	8
5	4,7 – 5,0	3
6	5,1 – 5,4	2

З отриманих результатів випливає, що розкид даних невеликий, оскільки величини середньоквадратичного відхилення для клею Теплак-2П та МС-1 склали 18 та 6% відповідно від середньої міцності. Величина середньоквадратичного відхилення для клею МС-1 в 3 рази менше, ніж для клею Теплак-2П, що дозволяє за інших рівних умов віддати саме цьому клею перевагу. Цей клейовий матеріал дозволяє отримувати клейові сполуки з більшою міцністю.



а)



б)

Рисунок 3.3 – Гістограми розподілу значень міцності для клеїв марок Теплак-2П (а) и МС-1 (б)

Таким чином, використання клею МС-1 є кращим і тому саме цей клейовий матеріал обраний для подальших випробувань при визначенні найбільш раціональної технології склеювання.

Експлуатаційні властивості клейових з'єднань оцінювалися за їхньою стійкістю в різних робочих середовищах. В якості таких робочих середовищ були обрані: вода, 5% водний розчин NaCl (аналог антиожеледного реагенту) та олія. Витримка проводилася за кімнатної температури протягом 60 днів. Стійкість оцінювалася за величиною коефіцієнта збереження властивостей (Табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Значення коефіцієнтів збереження властивостей

Марки клеїв	Після витримки в воді	Після витримки в 5% водному розчині NaCl	Після витримки в мастилі
Летек	0,85	0,82	0,93
Теплак-2П	0,9	0,87	1
МС-1	0,91	0,9	0,95
ВК-9	0,95	0,93	1
К-300	0,98	0,96	1
Betamate-2096	1	1	1
Justant-РАК	0,85	0,81	0,93

Дані, наведені у табл. 3.5 було отримано шляхом проведення повного факторного експерименту. Для клею марки МС-1 була побудована матриця планування 22 для двох факторів: тривалість витримки у воді (X_1) та температура (X_2). Як основний рівень для фактора X_1 обраний термін витримки 45 днів, інтервал варіювання $\Delta X_1=15$. У цьому випадку значення верхнього та нижнього рівнів дорівнюватимуть 30 і 60 днів відповідно. В якості основного рівня фактора X_2 вибираємо температуру 40°C , інтервал варіювання $\Delta X_2=20$. Значення верхнього та нижнього рівнів дорівнюватимуть 20 і 60 відповідно. Матриця планування експерименту для цих двох факторів та отримані експериментальні результати наведені у табл. 3.6. Для кожного досвіду було проведено по п'ять вимірів та знайдено середнє значення. Як видно з отриманих експериментальних даних, всі досліджувані клейові матеріали характеризуються високою стійкістю до тривалого впливу автомобільного масла, води та 5% водного розчину NaCl. Порівняно з епоксидними клеями, клеї-розплави дещо втрачають свої властивості, але ці втрати не перевищують 10%.

Таблиця 3.6 – Матриця планування експерименту

№ досліду	X_1	X_2	Y_i	Y_{cp}
Загальна форма запису матриці планування				
1	+	+		
2	+	-		
3	-	+		
4	-	-		
Реалізація матриці планування експерименту				
1	60	60	3,0; 3,5; 2,3; 2,4; 2,7	2,78
2	60	20	4,4; 4,8; 4,2; 3,9; 4,3	4,32
3	30	60	3,1; 3,3; 2,8; 2,4; 2,6	2,84
4	30	20	4,7; 4,9; 3,6; 4,1; 4,4	4,34

Для дослідження пружних характеристик клеїв-розплавів (модулів пружності E' та втрат E'') використовували метод динамомеханічного аналізу. Усі випробування проводили на приладі DMA 242 E Artemis в діапазоні температур від $+20^{\circ}\text{C}$ до $+100^{\circ}\text{C}$ при режимах відповідно до рекомендацій, викладених у роботах [11]: частота коливань 1 Гц, амплітуда 50 мк, динамічна сила 10 Н, статична сила 0,5 Н швидкість підйому температури 1 К/хв. У

порівнянні з прийнятими для полімерів режимами нагріву [9] швидкість підйому температури була знижена з 3-5 К/хв до 1 К/хв, що дозволяло проводити випробування в більш рівноважних умовах і порівняти між собою модулі всіх досліджуваних марок клеїв (і термопластичних та термореактивних).

Після повного розплавлення зразки разом із формою виймали з термошафи та охолоджували при кімнатній температурі. Після повного охолодження зразків проводили їх механічну обробку (фрезерування та зашкурювання), що дозволило отримати зразки одного розміру. Результати випробувань клейових матеріалів методом динамомеханічного аналізу (ДМА) у вихідному стані та після витримки у воді протягом 100 діб, наведені у табл. 3.7 [8].

Таблиця 3.7 – Результати дослідження клеєвих матеріалів методом динамомеханічного аналізу (ДМА)

Властивості	Марки клеїв-розплавів			
	Летек	Теплак-2П	МС-1	Betamate -2096
Модуль пружності, МПа, при температурі, °С				
+20	2830	4800	4880	3250
+50	2540	4200	4240	3120
+80	1860	2400	2460	3000
+100	970	480	510	1910
Модуль втрат, МПа, при температурі, °С				
+20	980	2570	2600	1520
+50	1250	2810	2840	1450
+80	2460	4120	4150	2100
+100	2970	2300	2320	1300
Модуль пружності, МПа, при температурі, °С після витримки в воді на протязі 100 діб:				
+20	2460	4660	4700	3150
+50	2350	3900	3960	2900
+80	1650	2250	2300	2720
+100	900	560	600	2100
Модуль втрат, МПа, при температурі, °С після витримки в воді на протязі 100 діб:				
+20	1470	2980	3020	1670
+50	1450	3620	3670	1550
+80	3130	4440	4480	2240
+100	2540	3100	3150	1800

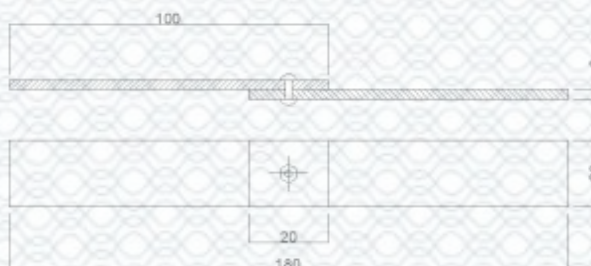
При підвищенні температури до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ значення модулів пружності для клеїв-розплавів складо від 2540 МПа (для клею марки Летек) до 4200 МПа і 4240 МПа для клеїв-розплавів марок Теплак-2П і МС-1 відповідно.

Як видно з отриманих даних, модулі пружності клеїв-розплавів марок Теплак-2П та МС-1 близькі між собою і приблизно на 32% вище, ніж у епоксидного клею, який традиційно використовується при клеєклепаній технології.

3.3 Експериментальне дослідження міцності клеєклепанних властивостей з'єднань з різними типами клеїв

Далі у роботі були проведені механічні випробування клеєклепанних з'єднань. Випробування на зсув (зріз) проводять на випробувальних машинах згідно з ГОСТ 28840-90. Даний ГОСТ дозволяє проводити випробування на зсув і розтяг зразків, а також вимірювати величину навантаження з гранично допустимою похибкою в районі $\pm 1\%$ від навантаження, що вимірюється. Схема зразків для проведення механічних випробувань, загальний вигляд пристрою для випробувань та фото зразків до, у процесі випробувань та після показані на рис. 3.4, 3.5 та 3.6. Як видно із рис. 3.5 (б) на клиновій губці захоплення є ризики з кроком в 1 см, що дозволяють найбільш точно встановлювати зразки захоплення і максимально виключити зміщення осі зразка щодо осі зсуву.

Розміри зразків становили 100x20 мм, що відповідало ГОСТ 6996-66 (див. рис. 3.4).



а)



б)

Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд клепаних (а) та клеєклепанних (б) зразків для проведення випробувань

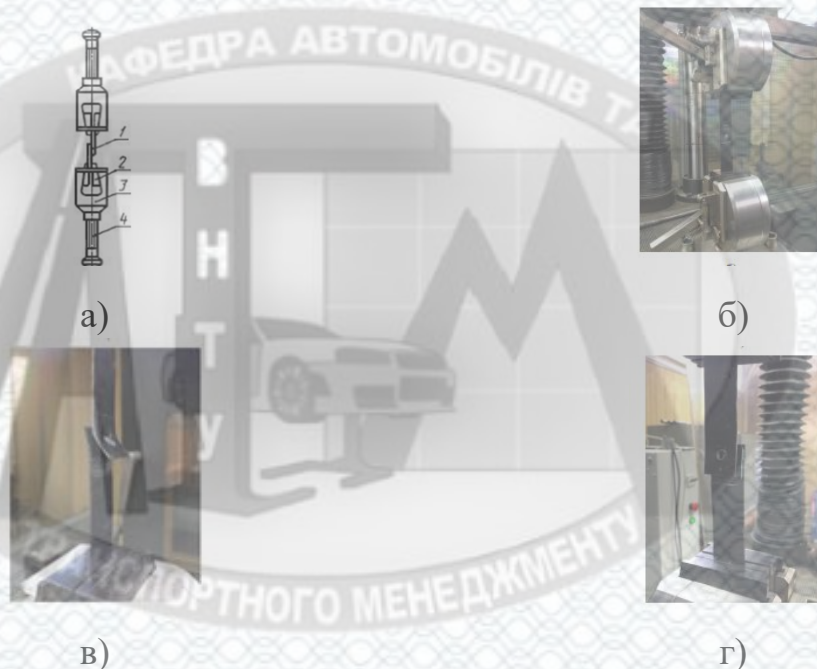
Виготовлення зразків проводилося строго за технічною документацією на клей, зміщення і викривлення площин, які склеюються, не допускалися.

Зразки виготовлялися з різними типами клеїв та самопробивними заклепками. Для оцінки впливу якості підготовки поверхні на властивості клеєклепанних з'єднань, при проведенні випробувань кожної марки виготовлялися клеєпані зразки без попередньої підготовки поверхні і з підготовкою поверхні. Кількість зразків з однією маркою клею склала 4 штуки (по 2 зразки без обробки поверхні під склеювання та по 2 зразки з обробленою поверхнею під склеювання), що додатково дозволило оцінити вплив якості підготовки поверхні на властивості клеєклепанних з'єднань.

Випробування проводилися згідно з ГОСТ 28840-90 на випробувальній розривній машині Tiratest 2300 з граничним розривним навантаженням 10 т.

Проведення випробувань проводилося за такою методикою: заздалегідь підготовлений зразок встановлюють у спеціальні затискачі випробувальної машини, при цьому поздовжня вісь зразка повинна збігатися з віссю застосування навантаження і віссю губок, що затискають зразок. Суть випробування полягає у поступовому збільшенні навантаження на зразок до повного руйнування з'єднання зразка. Рух затискача машини відбувався зі швидкістю від 10 до 20 мм/хв. Наявність програмного забезпечення дозволяло фіксувати навантаження в часі, аж до руйнування. Отримані результати наведено у табл. 3.8.

На підставі проведених випробувань можна зробити висновок, що найбільшою міцністю на зсув (зріз) мають сполуки із застосуванням епоксидних клеїв, в той час як клеї-розплави на даний момент значно поступаються міцності. Однак, всі досліджувані клеї-розплави забезпечили збільшення міцності більш ніж на 13% порівняно з традиційною клепаною технологією. Найменший приріст міцності одержаний при використанні клею марки Теплак-2П, найбільший для клею МС-1.



1 – зразок; 2 – клинова губка; 3 – корпус головки; 4 – тяга

Рисунок 3.5 – Схема (а) і фото закріплення зразків (б) і фото зразків без клею (в) і з клеєм (г) в процесі дослідження

Таблиця 3.8 – Результати визначення середнього максимального навантаження на зміщення (зріз) для заклепочних і клеєклепаних з'єднань з різними марками клеїв

Технологія нанесення ПМ	Середнє тах навантаження на зміщення (зріз), кгс					
	Без клею	Марка використовуваного клею				
		Летек	Теплак-2П	МС-1	Justant-ПАК	Betamate-2096
Без підготовки поверхні	251	320	300	322	320	520
З підготовкою поверхні		330	325	330	329	550

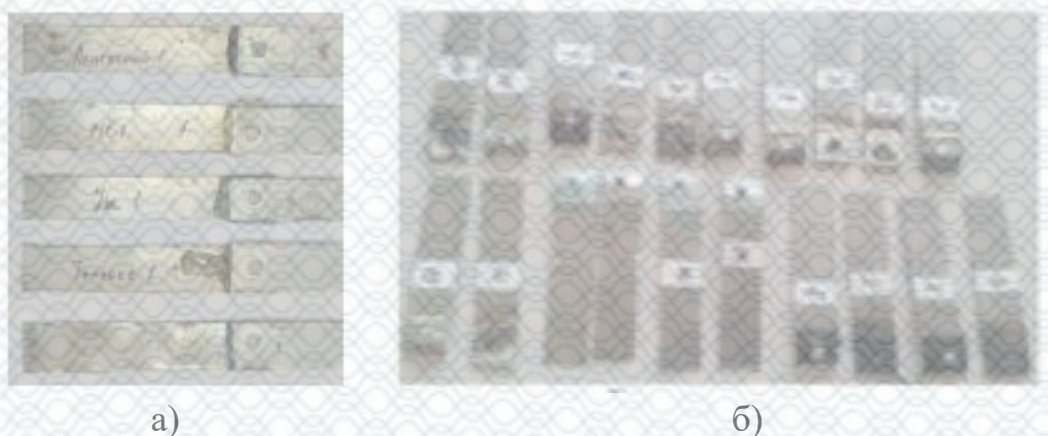


Рисунок 3.6 – Форма клеєклепанних зразків до (а) і після (б) проведення дослідження на зміщення

Клей марки Летек при проведенні додаткової технологічної операції, пов'язаної з очищенням поверхонь, що склепуються, також дозволив отримати великі значення міцності, проте в реальному авторемонтному виробництві проводити таку технологічну операцію складно (або навіть не можливо). Таким чином, на підставі проведених досліджень найкращими характеристиками міцності має вітчизняний клей-розплав марки Теплак-2П.

Подальша оцінка якості клеїв-розплавів марок Летек, Теплак-2П, МС-1 та Justant-РАК у клеєклепаному з'єднанні використовувалася така сама, як і в розділі 3.1. Спочатку оцінювалася здатність клею-розплаву в рідкому стані мимоволі розтікатися по поверхні металу. З цією метою клей спочатку розплавляли і потім, за допомогою стандартного термопістолета, наносили його на поверхню металевого зразка. Далі два зразки вручну з'єднувалися між собою і після контакту відразу ж роз'єднувалися. У процесі нанесення оцінювалася суцільність клейового матеріалу, а процесі роз'єднання пластин – оцінювалася конфікційна липкість клею, яка характеризує здатність клею утримуватися на металевій поверхні у рідкому вигляді, тобто. до його застигання. Цей метод є умовним, але оскільки стандартних методів оцінки суцільності та конфікційної липкості клеїв-розплавів не існує, його використання дозволило зробити за цими критеріями якісну оцінку всіх матеріалів, що використовуються.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що клей марки Теплак-2П суттєво гірший, ніж клеї марок Justant-РАК, Летек та МС-1 змочує поверхню та має найгірші конфікційні властивості. З цієї причини, при проведенні структурних досліджень кількість зразків клеєклепаних з'єднань, виготовлених на клеї Теплак-2П, була збільшена вдвічі і для цього матеріалу додатково досліджувався вплив температури розплаву на якість розтікання. Зразки наведені на рис. 3.7 (а, б) виготовлялися при нагріванні клею до 120 °С, зразки, наведені на рис. 3.7 (в, г) виготовлялися при нагріванні клею до температур 110 °С, а зразки на рис. 3.7 (д, е) при температурі 100°С. Підвищення температури вище 120 °С не проводилося, оскільки при 130 °С починалася термічна деструкція клею, що відразу ж призводило до зміни його кольору.

Структура поверхонь заклепок, у з'єднаннях зібраних за клеєклепаною технологією з використанням клеїв-розплавів марок Теплак-2П, Justant-РАК, МС-1 та Летек показана на рис. 3.7 та 3.8. На клеї марки Теплак-2П було виготовлено 6 зразків, на клеях марок МС-1, Justant-РАК та Летек по 3 зразки.

Аналіз отриманих структур дозволяє зробити такі висновки:

1) клей-розплав марки Теплак-2П погано змочує поверхню металу, оскільки не розтікається повністю та утворює на поверхні різні візерунки (див. рис. 3.7), тоді як клеї-розплави марок Justant-РАК, МС-1 та Летек повністю змочують поверхню металу, розтікаючись нею суцільним шаром (див. рис. 3.8).

2) підвищення температури не призводить до поліпшення змочування даного клею, оскільки навіть при підвищенні температури вище температури плинності на 20°С він все одно не розтікається по металевій поверхні суцільним шаром. У той же час, при підвищенні температури знижується (див. рис. 3.7) товщина клейового шару, що призводить до появи значно дрібнішого візерунка.

3) Для всіх досліджених клеїв-розплавів між заклепкою і клеєм є повний контакт, що призводить до утворення суцільного клейового пояса навколо заклепки, що спостерігається навіть для клею, що погано змочує (див. рис. 3.7,

в). Найбільш рівний та широкий пояс отримано при використанні клею марки МС-1 (див. рис. 3.8 д, е).

4) При застиганні клею-розплаву Теплак-2П (див. рис. 3.7) не відбувається утворення пір, тоді як при застиганні клею Justant-РАК (див. рис. 3.8, а, б) та Летек (див. рис. 3.8, в, г) видно численні пори.

5) При застиганні клею-розплаву марки МС-1 (див. рис. 3.8, д, е) пори також не утворюються, проте клейовий матеріал застигає на поверхні заклепки нерівним шаром.

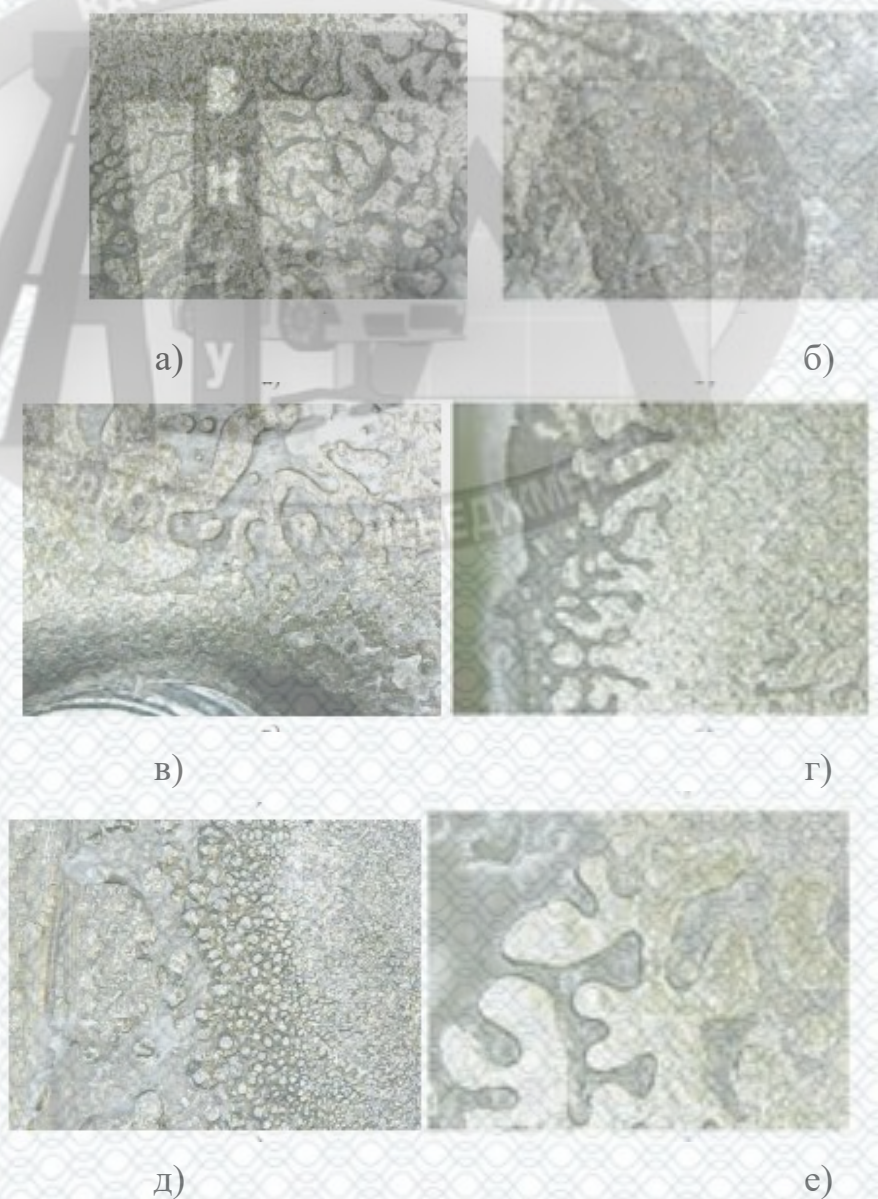


Рисунок 3.7 – Фото поверхні клеєклепаного з'єднання на клею - розплаві марки Теплак-2П, розплавленому до температури: 120⁰С (а, б); 110⁰С (в, г); 100⁰С (д, е)

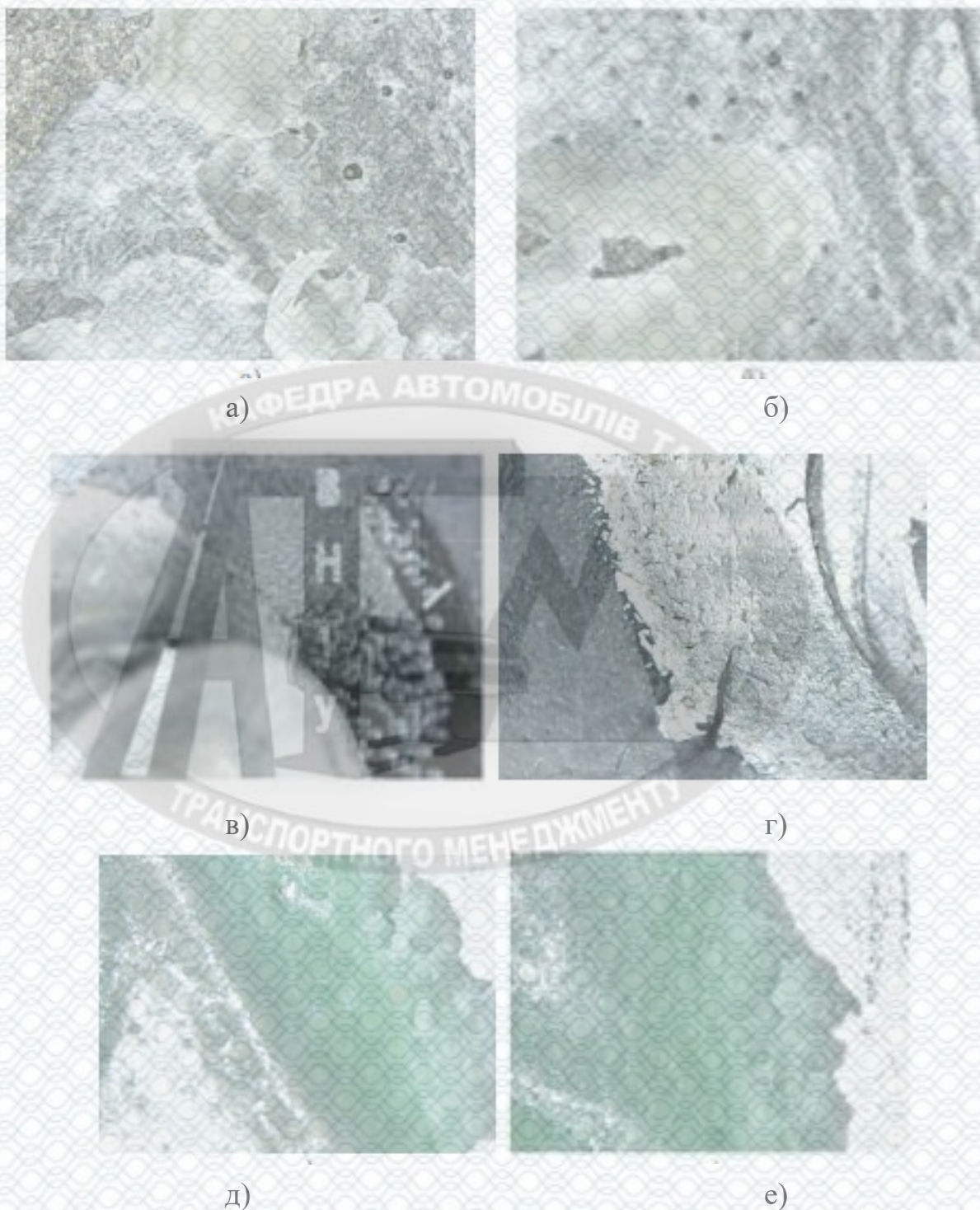


Рисунок 3.8 – Фото різних ділянок поверхні клеєклепаного з'єднання на клеях-розплавах марок Justant-PAK (а, б), Летек (в, г) та МС-1 (д, е) Таким чином, за результатами структурних досліджень встановлено, що найменш дефектну структуру мають клеї марок Теплак-2П та МС-1.

3.4 Дослідження ремонтпридатності клеєклепанних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів

Для клеєклепанного з'єднання під терміном ремонтпридатність розуміють можливість швидкого демонтажу та повторного складання з'єднання (із заміною пошкоджених елементів). Незважаючи на те, що характеристика ремонтпридатності є однією з основоположних і входить у поняття надійності, відсутні експериментальні методи її визначення.

У цій роботі ремонтпридатність з'єднань виготовлених з використанням клеїв-розплавів оцінювалася за часом повного видалення клею з поверхні металевих зразків після висвердлювання заклепки. Видалення залишків клею проводили при кімнатній температурі та після нагрівання зразків у термошафі до температури $+100^{\circ}\text{C}$. Для видалення використали металевий скребок. Всі випробування видалення клею проводилися на стандартних зразках на зсув. Отримані результати наведено у табл. 3.9. Фото поверхонь зразків після видалення з них залишків клею наведено на рис. 3.9.

В результаті проведених досліджень встановлено, що епоксидні клеї навіть після їх попереднього прогріву не видаляються вручну з металеві поверхні, на відміну від усіх випробуваних клеїв-розплавів. Після видалення клейових матеріалів марок МС-1 (рис. 3.9 д, е) та Теплак-2П (рис. 3.9 ж, з) спостерігається чиста поверхня.

Таблиця 3.9 – Час повного видалення клеєвого матеріалу

Марки клеїв	Час повного видалення клею, хв., при температурі нагріву металічного зразка $^{\circ}\text{C}$	
	20	100
Летек	7	0,8
Теплак-2П	5	0,5
МС-1	3	0,5
ВК-9	нет	нет
К-300	нет	нет
Betamate-2096	нет	нет
Justant-PAK	8,5	1,5

Основною перевагою використання клеїв-розплавів при створенні клеєклепаних з'єднань в умовах авторемонтного виробництва є простота демонтажу з'єднання, а також підвищення характеристик міцності і жорсткості конструкцій, що працюють в умовах статичних, динамічних і вібраційних навантажень. Це пояснюється тим, що при експлуатаційному навантаженні, наприклад, статичному триточковому вигині, деформування конструкції не супроводжується поворотом силових точок відносно один одного.

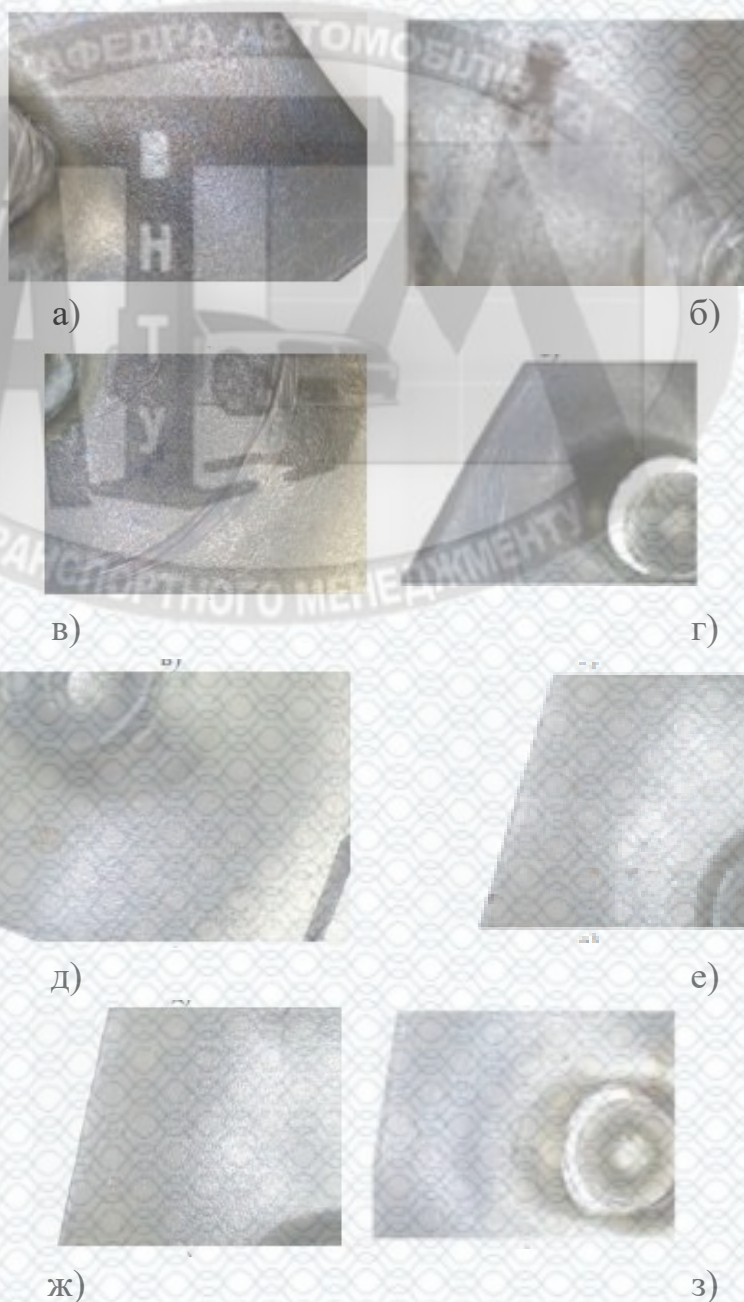


Рисунок 3.9 – Фото різних ділянок поверхні клеєклепаного з'єднання після демонтажу і видалення термопластичного клею-розплаву: Justant-PAK (а, б), Летек (в, г), MS-1 (д, е) и Теплак-2П (ж, з)

Послідовність дій щодо демонтажу клеєклепаних з'єднань з клеями-розплавами виглядає наступним чином: для початку шов зачищається від бруду та лакофарбового покриття, якщо таке є; заклепки висвердлюються; проводиться нагрів шва з використанням будівельного фена до температури плавлення клею-розплаву (від 100 до 200°C); при нагріванні клей з твердого стану переходить у в'язкотекучий, і склеєні поверхні роз'єднуються без застосування навантаження. Залишки розплавленого при нагріванні клею видаляються з поверхонь деталей ганчіркою. В результаті виходить акуратна та чиста поверхня, придатна для повторного склеювання та клепки.

Також при створенні клеєклепаних з'єднань з використанням епоксидних клеїв необхідно стежити за мікрокліматичними параметрами робочої зони. При високій вологості процес полімеризації клею сповільнюється і може статися остаточно. У той час як клеї-розплави не є чутливими до вологості повітря.

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільш технологічними при створенні клеєклепаних з'єднань є термопластичні клеї-розплави.

Технологічність клеїв, що використовуються, оцінювалася за часом, витраченим на проведення кожної технологічної операції. Для зручності порівняння, з усіх клеїв-розплавів, що використовуються, був обраний тільки один, це клей марки МС-1 (отримав найкращі результати при проведенні випробувань) і один епоксидний клей марки ВК-9. У процесі роботи з цими клеями проводили постійний хронометраж часу, що витрачається на виконання кожної технологічної операції. Як зразки для проведення випробувань використовувалися зразки клеєклепаних з'єднань на зріз (див. рис. 3.4). Отримані результати наведено у табл. 3.10.

Як видно з отриманих даних, нанесення клею-розплаву і видалення його надлишків витрачається більше часу, ніж якщо використовувати епоксидний клей. Це пов'язано з тим, що епоксидний клей у вихідному стані є рідиною і тому його надлишки легко видаляються з поверхні зібраного з'єднання за допомогою ганчірки. При застосуванні клеїв розплавів, для видалення надлишків, потрібно або застосувати зусилля, або провести повторне

нагрівання. У той же час, епоксидний клей необхідно щоразу (безпосередньо перед використанням) готувати, що вимагає тимчасових витрат, а також потрібен час на прибирання робочого місця після склеювання. Найбільші тимчасові витрати потрібні на операцію затвердіння, яка для епоксидних клеїв може досягати 24 години, тоді як для клеїв-розплавів на операцію затвердіння витрачається не більше 10 хв.

Таблиця 3.10 – Час, витрачений на виконання технологічних операцій з використанням різних типів клеєвих матеріалів

№ операції	Назва технологічної операції	Час, хв	
		МС-1	ВК-9
1	Підготовка поверхні під склеювання	1,5	
2	Приготування клею	0	10
3	Нанесення клею	1,5	0,5
4	Установка заклепок в отвір	0,2	
5	Стяжка склепуємих деталей і утворення замикаючої головки	1,2	
6	Зняття залишків клею	1,5	0,5
7	Затвердіння клею	10	1440
8	Прибирання робочого місця	1	10

На кожній технологічній операції також визначалася можливість повторного проведення, пов'язаного з помилкою виконавця. При використанні епоксидних клеїв не можна повторно провести операцію затвердіння, для решти технологічних операцій можливість повторного виконання операції допустима. При використанні клеїв-розплавів таких обмежень немає і якщо необхідно, будь-яка технологічна операція може бути повторно виконана.

3.5 Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що наявність клейового шару в клепаному з'єднанні дозволяє виключити появи слідів корозії в елементах, що з'єднуються в процесі експлуатації, але цей ефект досягається тільки при повному дотриманні всіх технологічних режимів нанесення клею.

2. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що стійкість клеїв-розплавів до впливу рідких середовищ нижче на 5-10%, ніж у епоксидних клеїв марок Betamate-2096, які традиційно використовуються при клейових методах ремонту автомобільних кузовів.

3. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що за комплексом фізико-механічних характеристик найкращу стійкість показали клеї-розплави марок МС-1, а клеї марок Летек, Justant-РАК, Теплак-2П показали задовільні результати.

4. Встановлено, що найбільш технологічними при створенні клеєклепаних з'єднань в умовах авторемонтного виробництва є не традиційно епоксидні клеї, а термопластичні клеї-розплави. Їхня технологічність обумовлена наступними факторами: виключення операції тривалого затвердіння, і хороша ремонтпридатність клеєклепаного з'єднання, що дозволяє повторно проводити технологічні операції.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

В даній роботі розглядаються умови праці при виконанні роботи. До обладнання для роботи входять робочі столи та обчислювальна техніка.

В приміщенні проводять наукові роботи, різного роду розробки, розрахунки, виконують креслення та інше.

Для притоку свіжого повітря використовується природна вентиляція.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються за природою дії на фізичні, хімічні, психофізіологічні та біологічні.

В приміщенні на працівників діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів - фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії: підвищена чи понижена вологість повітря, підвищена чи понижена температура повітря, недостатність природного освітлення, недостатність освітлення робочого місця.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово - психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносять -статичне; до нервово-психічних - монотонність праці, розумові та емоційні навантаження.

4.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Визначається як система організаційних, технічних засобів, які запобігають або зменшують дію на робітників шкідливих факторів.

4.2.1 Санітарні вимоги до приміщення

По санітарним нормам на одного працюючого повинно припадати не

менше $S=6 \text{ м}^2$ виробничої площі та $V=15 \text{ м}$ об'єму, при кількості персоналу до 20 чоловік.

Без врахування обладнання в нашій аудиторії на одну людину припадає $S=5 \text{ м}^2$ та $V=14 \text{ м}^3$, без врахування обладнання,

Враховуючи площу обладнання, одержимо $S=4,4 \text{ м}$ та $V=12,8 \text{ м}$

4.2.2 Мікроклімат

Категорія робіт в даній зоні: легка 1б. До даної категорії відноситься робота, що виконується сидячи і не потребує переміщення.

Інтенсивність теплового випромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв на постійних робочих місцях не повинна перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні 25% поверхні тіла.

В приміщенні повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату. Так як робота пов'язана з нервово-емоційною напругою.

4.2.3 Вентиляція

Для очищення повітря в приміщенні застосовується природна вентиляційна система.

При природній вентиляції повітрообмін проходить внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію при якій попадання або видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна.

4.2.4 Освітлення

Освітлення здійснюється природнім та штучним освітленням. Коефіцієнт освітленості нормується з врахуванням найменшого розміру об'єкта

розрізнення, характеристики зорової роботи, системи освітлення фону і контрасту об'єкта з фоном. Значення коефіцієнта сонячного освітлення наведено в табл. 4.1, параметри штучного та природного освітлення відповідно до ДСТУ EN 12464-1:2016 наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.1 - Вибір коефіцієнта сонячності клімату

Пояс клімату	світлового	Коефіцієнт сонячності клімату		
		При світлових проїмах, що орієнтуються по сторонах горизонту (азимут, град)		
		136-225	226-315, 46-135	316-45
IV 50 с.ш. і південніше		0,7	0,75	0,95

Таблиця 4.2 - Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізн об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізно з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк		КЕОен III %		КЕОен III %	
						При комбінованому освітненні	При верхньому освітненні	При верхньому	При боковому	При верхньому	При боковому
Високі точності	0,3-0,5	III	б	середній	малий	1000	300	5	2	2,3	0,7-1,2

Коефіцієнт природної освітленості

$$e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c = 1,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,35. \quad (4.1)$$

Таким чином діюче значення освітленості лежить нижче нормативного. Тому проведемо розрахунок загального освітлення.

4.2.5 Шум

Походження шумів у даному приміщенні пов'язано з роботами у прилеглих приміщеннях.

Дані в таблиці 4.3 відповідають виду трудової діяльності, що потребує сконцентрованості над виконанням всіх видів робіт на постійних робочих місцях.

Таблиця 4.3 - Рівні звукового тиску

Рівні звукового тиску									Еквівалентні рівні звуку в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
93	76	70	63	59	54	51	50	40	60

Методи і засоби боротьби з шумом:

Для захисту від шуму у приміщенні аудиторії, який виникає від неякісної роботи оргтехніки слід застосувати столи з спеціальним відділенням для встановлення системних блоків.

Зниження шуму на шляху його розповсюдження в значній мірі досягається проведенням будівельних акустичних заходів з застосуванням звукоізолюючих перегородок між приміщеннями.

4.2.6 Вібрації

При роботі працюючий може піддаватися дії вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева - окремі частини тіла. Працюючий відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 може піддаватися одночасно впливу загальної і локальної вібрації (“комбінована вібрація”).

Характеристики вібрації, що діють на дільниці, наведено в табл. 4.4 – 4.5.

Таблиця 4.4 - Категорія вібрацій

Категорія вібрації по санітарним нормам критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрацій
Тип «а» Границя зниження рівня виробничої праці	Технологічна вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або на робочі місця від інших джерел вібрації	Верстати, електричні машини, насосні агрегати, вентилятори

Таблиця 4.5 - Характеристики вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ² ·10 ⁻²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	—	Хл,Ул,Зл	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип “а”	Z0.Y0.X0	0,1	100	0,2	92

Основні заходи щодо захисту людини від шкідливої дії вібрації у виробничих умовах можна бути поділити на технічні, організаційні і лікувально-профілактичні, а також колективні та індивідуальні. До технічних заходів належать: - зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні навантаження в устаткуванні та ін.); - зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція). До організаційних заходів належать: - організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібронебезпечним обладнанням); - організаційно-режимні (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо); До лікувально-профілактичних заходів належать: - періодичні медичні огляди; - лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітамінно- та фітотерапія).

4.3 Пожежна безпека

За ступенем вогнестійкості приміщення відноситься до I ступені - приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями з природних чи штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючих матеріалів.

Пожежі на підприємствах являють собою велику небезпеку для працюючих і можуть спричинити велику матеріальну шкоду. Можливими

причинами виникнення пожеж можуть бути: порушення технологічного режиму, несправність системи опалення і вентиляції, несправність електрообладнання, несправність запираючої арматури, samozapalennya матеріалів, схильних до горіння. Усі виробництва поділяються на декілька категорій по пожежній вибуховій і вибуховопожежної безпеки. Приміщення відноситься до категорії Д - негорючі речовини і матеріали в холодному стані, визначення категорії приміщення занесено до таблиці 4.6

Таблиця 4.6 - Визначення категорії приміщення

Категорія приміщення	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверхів в межах пожежного відділення, м ²
Д	6	1	не обмежується

4.3.1 Визначення категорії приміщення

При проектуванні приміщень передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі: висота від підлоги донизу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 (м); висота від підлоги донизу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного надходження людей і на шляхах евакуацій не менше 2(м).

Кількість евакуаційних виходів не повинна складати менше двох з кожного поверху. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись окремо. Кількість людей на 1(м) евакуаційного виходу (дверей) для приміщень I ступені вогнестійкості категорії Д - 260 чоловік. Відповідно до таблиці визначаємо відстань по коридорам до виходу і розміщення виходів. У таблиці 4.7 вказані значення відстані до виходу.

Таблиця 4.7 – Значення відстані до виходу

Розміщення виходів	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості	Відстань по коридорам до виходу, м
Між двома зовнішніми виходами	Д	1	Більше/120

Для запобігання необхідно провести ряд заходів по ПБ:

- установити пожежні сповісники;
- навчити робітників елементарним правилам вогнегасіння;
- проводити своєчасні профілактичні огляди обладнання;
- підвести аварійне водопостачання.

4.4 Техніка безпеки

До роботи повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає вимоги до роботи техніки, електроживлення, а також особливості його застосування.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути забезпечена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра. Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

4.4.1 Електробезпека

В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори:

- а) наявність електричних розеток;
- б) наявність освітлювальних пристроїв;
- в) наявність оргтехніки.

Виходячи з перелічених факторів вибираємо спосіб захисту - занулення.

Вимоги до електрообладнання:

Обладнання занулене, що забезпечує захист від ураження електричним струмом. Відповідністю з ПУЕ занулення застосовується і являється ефективною мірою захисту електрообладнання.

РОЗДІЛ 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЄКЛЕПАНИХ З'ЄДНАНЬ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНОЛОГІЇ КЛЕПКИ

У цьому розділі наведено результати експериментальних досліджень, що дозволяють оцінити якість клеєклепаного з'єднання залежно від матеріалу заклепок та технології клепки.

5.1 Обґрунтування вибору типу заклепок, що використовуються при створенні клеєклепаних з'єднань при збиранні автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва

При використанні клеєклепаної технології в авто- та машинобудуванні в основному використовуються заклепки двох типів – витяжні (рис. 5.1, а) та пресові (рис. 5.1, б). Пресові заклепки часто називають самопробивними, так як для їх встановлення не потрібно попередньо свердлити отвори, але вони можуть бути встановлені тільки на рівній поверхні (без частин, що виступають), наприклад в отворах дверей і вітрового скла. При встановленні таких заклепок частина, що виступає, утворюється тільки з одного боку, а «шапка» заклепки знаходиться на рівні деталі і при подальшому фарбуванні практично не видима.

Основним недоліком пресових заклепок є необхідність використання спеціального пресового обладнання (рис. 5.2), тоді як для встановлення витяжних заклепок використовуються традиційні заклепочники.

Для встановлення витяжних заклепок необхідно свердлити отвори. Тому такі заклепки небажано використовувати при складанні великогабаритних деталей з великою кількістю отворів, які мають розбіжності отворів через взаємне зміщення деталей.



а) самопробивні заклепки, б) витяжні заклепки

Рисунок 5.1 – Типи використаних при дослідженнях заклепок



Рисунок 5.2 – Фото ручного заклепочника для установки пресових (самопробивних) заклепок

Наступним важливим питанням є вибір матеріалу заклепок. Матеріал, з якого виготовляються заклепки, повинен мати достатню пластичність для забезпечення формування головки, однаковий діапазон температурного розширення з матеріалом основної деталі, а також повинен бути однорідним з деталями, що з'єднуються, щоб уникнути виникнення електрохімічної корозії.

Як матеріал для заклепок при виконанні даної роботи були використані леговані сталі феритного класу. Для вивчення структури матеріалу заклепок із них були виготовлені шліфи. Заклепки залили розчином карбодента, після затвердіння якого проводили шліфування на шліфувальному папері різної

зернистості та алмазної пасти. Після шліфування, поверхня оброблялася 4% розчином азотної кислоти і далі промивалася в етиловому спирті. Дослідження структури проводили на оптичному мікроскопі Neophot-21 при збільшенні в 1000 разів. Отримані фото наведено на рис. 5.3.

Як видно з наведених фото, мікроструктура стрижня та корпусу витяжних заклепок різна.

Як матеріал для заклепок використовуються такі матеріали:

- витяжна заклепка - Сталь 10 - сталь конструкційна вуглецева якісна.
- пресове заклепування – Ст40Х (загартування + високий відпуск) – сталь конструкційна легована.



Рисунок 5.3 – Фото шліфів витяжної (а) і самопробивної (б) заклепки

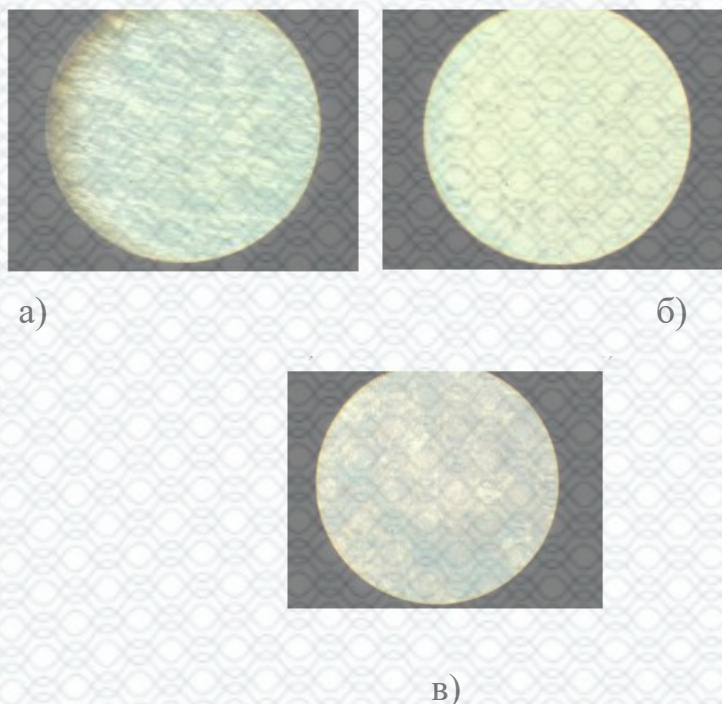


Рисунок 5.4 – Фото структури стержня (а) і корпусу (б) витяжної і пресової (в) заклепки. Збільшенні в 1000 раз

Таким чином, в результаті проведених досліджень не виявлено явних переваг жодного з типів використовуваних заклепок і тому витяжні та самопробивні заклепки будуть використані в подальшій роботі при створенні та випробуванні клеєсклепаних сполук.

5.2 Дослідження впливу технологічних факторів на властивості міцності клеєсклепаних з'єднань

Аналіз характеристик міцності клеєсклепаних з'єднань з різними типами заклепок проводився відповідно до ОСТ 1.00872-77. У даній роботі визначалася така характеристика клеєсклепаних з'єднань, як максимальне навантаження на зріз (зсув) з'єднання.

Для випробувань були виготовлені зразки з різними типами заклепок з клеєм та без, згідно з ГОСТ 6996-66. Виготовлення зразків із клеєм здійснюється строго за нормативно-технічною документацією на клей, згідно з якою зміщення по ширині при склеюванні двох половин зразка не повинно перевищувати 0,5 мм; площа склеювання не повинна мати викривлень чи будь-яких інших дефектів. Надлишки клею та клейові потоки, як правило, видаляються безпосередньо після склеювання і до затвердіння клею. Товщина клейового шва має відповідати вимогам нормативно-технічної документації щодо застосування клею. Склеєні зразки витримують до випробування 12 годин при кімнатній температурі $23 \pm 1^\circ\text{C}$. У цій роботі випробування були проведені на випробувальній розривній машині Tiratest 2300. Рухи затиску машини відбувалися зі швидкістю від 10 мм/хв. У табл. 5.1 наведено середні значення руйнівного навантаження, отримані за 5 зразками.

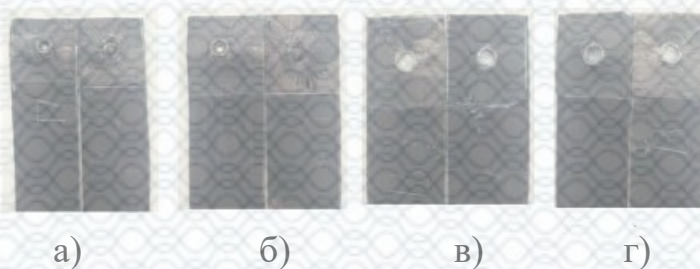
Як видно з отриманих даних, міцність клеєсклепаних з'єднань трохи вища, ніж міцність клеєваних. Для витяжної заклепки збільшення міцності за рахунок використання клею становить лише 0,5 %, а для самопробивної 20%. Така велика різниця пояснюється великим розкидом даних, що пов'язано з відмінностями у площі склеювання.

Таблиця 5.1 – Руйнівне навантаження

Тип заклепки і клепаного з'єднання	Середнє навантаження на розрив, Н
Без клею	
З витяжною заклепкою	2402
З самопробивною заклепкою	2462
З клеєм	
З витяжною заклепкою і клеєм	2413
З самопробивною заклепкою і клеєм	2952

Після закінчення випробувань частини зруйнованих зразків візуально оглядалися і визначався характер пошкодження. Розрізняють три основні види руйнування клейових зразків: по площині склеювання, по клею та безпосередньо руйнування заклепок. Як видно з наведених фото зразків (рис. 5.5, рис. 5.6), має місце адгезійно-когезійний вид руйнування з'єднань, оскільки після зрізу заклепки клейовий шов залишився на двох поверхнях, що сполучаються, хоча товщина клею на них різна. Такий характер руйнування є непрямим підтвердженням високої адгезійної міцності використання клейового матеріалу.

Аналіз фото, наведених на рис. 5.6 дозволяє також зробити висновок про пластичний характер руйнування клейового матеріалу. Про це свідчать не рівні та не гладкі поверхні руйнування клейового матеріалу.



а і б – зразки з самопробивною заклепкою, в і г – з витяжною заклепкою

Рисунок 5.5 – Фото поверхні руйнування клеєсклепаних з'єднань після випробувань на зміщення

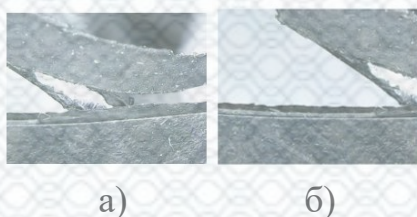


Рисунок 5.6 – Фото поверхні руйнування клеєсклепаних з'єднань після дослідження на зміщення при використанні самопробивної заклепки

Таким чином, на підставі проведених випробувань можна зробити висновок, що найбільшу міцність на зсув мають з'єднання, виконані з використанням клею і самопробивної заклепки.

5.3 Дослідження міцності клеєклепаних з'єднань після витримки в агресивних середовищах

Стійкість клеєклепаних з'єднань до тривалого впливу агресивних середовищ визначали аналогічно стійкості клейових матеріалів (розділ 3.1). Як агресивні середовища використовували воду, машинне мастило і 5% водний розчин NaCl. Витримку клеєклепаних зразків проводили за кімнатної температури протягом 3 місяців. Стійкість оцінювалася за величиною коефіцієнта збереження властивостей (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнтів збереження властивостей

Марки клеїв	Після витримки в воді	Після витримки в мастилі	Після витримки в 5% водяного розчину NaCl
Самопробивна заклепка			
Летек	0,85	0,93	0,95
Теплак-2П	0,9	1	0,96
МС-1	0,87	0,95	1
ВК-9	0,95	1	1
К-300	0,98	1	1
Betamate-2096	1	1	1
Justant-РАК	0,85	0,93	1
Витяжна заклепка			
Летек	0,98	1	1
Теплак-2П	0,96	0,98	0,95
МС-1	0,96	0,97	1
ВК-9	1	1	1
К-300	1	1	1
Betamate-2096	1	1	1
Justant-РАК	1	1	1

Якщо порівняти отримані результати з аналогічними випробуваннями клейових сполук (див. табл. 3.2), то видно, що міцність клеєклепаних з'єднань

ще менше залежить від впливу води та машинного мастила, ніж міцність клейових з'єднань.

5.4 Розробка технології ремонту автомобільних кузовів із застосуванням клеєклепаної технології

Послідовність технологічного процесу створення клеєклепаних з'єднань в умовах авторемонтного виробництва з використанням клеїв - розплавів складається з наступних основних операцій (рис. 5.7):

- розмітка місць встановлення заклепок;
- підготовка під склеювання поверхонь, що підлягають клепці;
- свердління отворів під заклепки (при використанні витяжних заклепок);
- нанесення клею-розплаву;
- монтаж з'єднання;
- затвердіння клею-розплаву;
- стяжка деталей, які склепуються;
- видалення клею-розплаву з отворів під заклепки (при використанні витяжних заклепок);
- клепка;
- механічна обробка, видалення надлишків клею;
- контроль якості.

Розглянемо докладно особливості основних технологічних операцій технологічного процесу створення клеєклепаних з'єднань під час ремонту автомобільних кузовів.

Розмітка місць встановлення заклепок здійснюється на підставі розрахункових або регламентованих даних кроку між заклепками (див. розділ 2).

Розмітку здійснюють із використанням спеціального маркера.

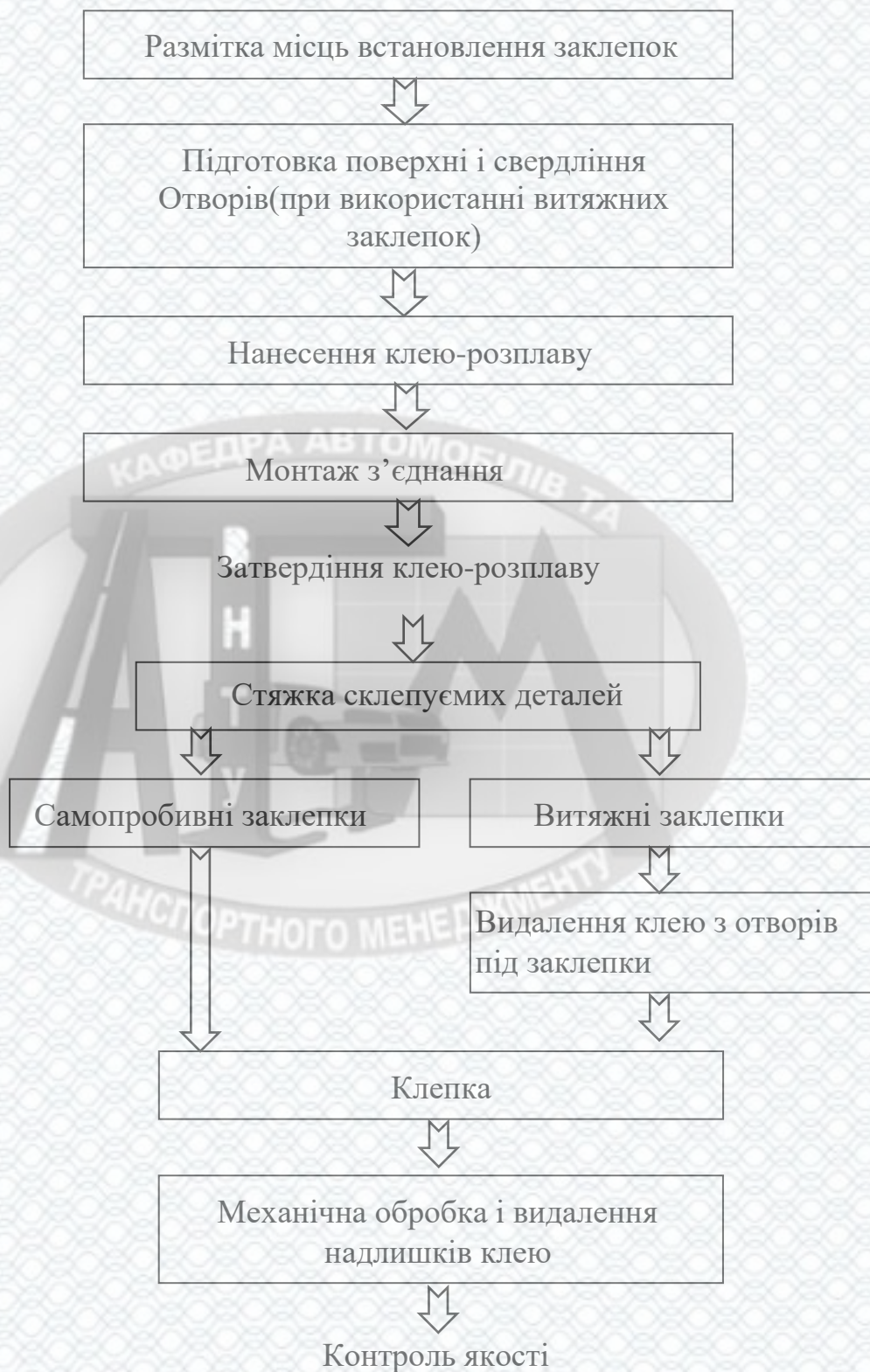


Рисунок 5.7 – Схема технологічного процесу створення клеєклепанних з'єднань з використанням клеїв-розплавів

Поверхні, які з'єднуються, підлягають склеюванню і подальшому клепанню, якщо це необхідно, очищають від іржі і бруду до металевого блиску (рис. 5.8). Потім знежирюють їх розчинником або ацетоном.

При використанні витяжних заклепок виконується операція свердління отворів під заклепки. Якщо використовуються самопробивні заклепки, виключається операція попереднього свердління отворів. Свердління отворів можна виконувати як на початковому етапі (до склеювання поверхонь), так і після затвердіння клею-розплаву (але в цьому випадку висока ймовірність зміщення поверхонь). При свердлінні діаметр отвору має бути більшого діаметру, ніж діаметр стрижня заклепки. Також необхідно враховувати, що при зменшенні зазору, зменшується можливість вигину заклепок і покращується якість завальцювання. Після закінчення свердління, при можливості, з внутрішньої поверхні отвору необхідно видалити задирки, утворені при свердлінні.

Далі на одну з поверхонь з'єднувальних, деталей наносять клей-розплав, товщиною близько 2-5 мм. Клеї-розплави не вимагають приготування. Залежно від технології нанесення, клеї-розплави можуть випускатися у вигляді плівок, порошку, гранул або брусків. Для механізації процесу нанесення клею розплаву використовують ванни або аплікатори з поступальною подачею (ручні пістолети). Ванни забезпечують плавлення твердого клею в резервуарі та подальшу його подачу за допомогою дозуючого насоса до нагрітого сопла аплікатора. При використанні ручних пістолетів забезпечується безперервна подача твердого клею через нагріте сопло (профіль вихідного отвору сопла повинен відповідати потрібній ширині смуги).

При нанесенні клею та подальшому монтажі конструкції необхідно контролювати рівномірність товщини клейового шва. Через нерівномірні зазори між поверхнями, що з'єднуються, утворюються непроклеї. Також непроклеї можуть виникати через наявність повітряних включень та пористості клейового шва, які утворюються при порушенні технологічного процесу

склеювання. Крім того, навіть незначне порушення товщини клейового шва надалі призведе до відхилення заклепок від заданої осі.



а)

б)



в)

г)

а – ручний електричний будівельний фен, б – нагрівання поверхні для зчеплення клею з поверхнею при використанні сипучих клеїв, в – склеювання, г – готові з'єднання

Рисунок 5.8 – Фото нанесення клею

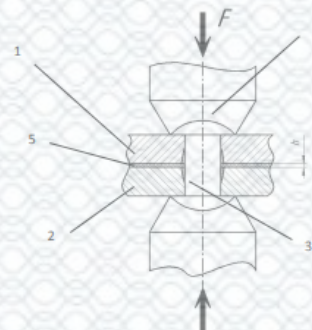
Після нанесення клею-розплаву поверхні з'єднують і витримують до попереднього твердіння клею-розплаву. Попереднє твердіння клею-розплаву відбувається при його охолодженні до кімнатної температури і займає 10-15 хвилин, залежно від марки клею-розплаву.

Після попереднього затвердіння клею деталі стягуються один з одним, що призводить до деформування і ущільнення проміжного шару з клею-розплаву і заповнення ним порожнини (при використанні витяжних заклепок) або зазору між заклепкою і пробитою нею стінкою отворів деталей (при використанні самопробивних заклепок). Далі витримують з'єднання до повного застигання клею-розплаву. Наявність проміжного шару з клею-розплаву між деталями які додатково скріплює їх, підвищуючи міцність з'єднання і герметизує стик, а й додатково фіксує заклепки в деталях, що значно підвищує вібраційну стійкість з'єднання.

Після повного затвердіння клею з отворів видаляють клейовий матеріал і виконують операцію клепки з використанням самопробивних або витяжних заклепок (рис. 5.9). Власне, технологія клепки широко відома та детально описана багатьма фахівцями [16] і немає необхідності приведення її в цій роботі.

У процесі стяжки та клепки зі стиків можливе видавлювання надлишків клейового матеріалу. Після повного затвердіння клею та встановлення заклепок надлишки клею видаляються механічним чином. При видаленні надлишків видавленого клею неприпустиме нагрівання поверхні, оскільки це може призвести до розплавлення клею між заклепками та його витікання.

Заключним етапом технологічного процесу створення клеєклепаних з'єднань є контроль якості клеєклепання. Для контролю якості клеєклепаних з'єднань застосовують такі способи: візуальний огляд; руйнування зразків (технологічна проба) та методи неруйнівного контролю [1].



1, 2 – з'єднувальні деталі; 3 – заклепка; 4 – інструмент для установки заклепок; 5 – клейовий шов товщиною h

Рисунок 5.9 – Схема отримання клеєклепаного з'єднання

При візуальному огляді (неозброєним оком або з використанням лупи 2,5-7-кратного збільшення) перевіряють якість клейового шва, розташування заклепок, їх крок, зазори між деталями, відсутність вм'ятин і перекосів.

На даному етапі важливо контролювати відсутність таких дефектів:

- зайве місцеве деформування деталей, які склепуються, до яких відноситься прогин з'єднаних поверхонь при постановці заклепки, здуття металу під головками заклепок (даний дефект найчастіше виникає при клепці деталей з листового металу товщиною не менше 5 мм), вм'ятини на деталях, що з'єднуються, і головках заклепок;

- не повна (мала) замикаюча головка;
- деформування (вигин) стрижня заклепки або його розплющування;
- нещільне прилягання замикаючої та заставної головок заклепки;
- порушення співвісності замикаючої та заставної головок заклепки, а також порушення співвісності отворів у деталях (відхилення заклепок від заданої осі);
- наявність непроклеїв або відшаровування клею (низька адгезійна міцність).

Розглянемо основні етапи ремонту автомобільних кузовів з використанням клеєклепаної технології та способи контролю:

1. Підготовка поверхні.

На даному етапі відбувається процес очищення поверхні матеріалів, які з'єднуються від старого ЛКП, бруду пилу і т. д. Виконується візуальний контроль. Контролюється відсутність забруднень на поверхні, наявність яких погіршує якість склеювання.

2. Припасування деталей пакета, які склеюються.

На даному етапі елементи майбутнього з'єднання прикладають один до одного для перевірки правильного положення елементів щодо один одного та співвісність отворів під установку заклепок. Отвори роблять тільки у разі застосування витяжних заклепок, самопробивні заклепки не вимагають наявності отворів. Використовується візуальний контроль.

3. Свердління отворів під заклепки.

Застосовується візуальний контроль на відсутність стружки та правильну геометрію отвору. Неправильна геометрія отвору (наприклад, унаслідок нахилу осі свердла від осі свердління) може стати причиною утворення дефекту клеपालного з'єднання.

4. Приготування клею.

На етапі приготування клею важливо контролювати подачу компонентів, оскільки навіть незначне перевищення кількості одного з компонентів над іншим може сильно вплинути на характеристики клею та клейової сполуки. При перемішуванні компонентів важливо контролювати, щоб не утворилося грудок або бульбашок повітря. Використовується візуальний контроль.

5. Нанесення клею

Застосовується візуальний контроль на відповідність клею основним параметрам та дотримання методики склеювання. Важливим параметром на цьому етапі є життєздатність готового клею.

6. Приладка елементів та встановлення заклепок.

На даному етапі відбувається процес отримання заклепувального з'єднання по не застигшому клею. Видавлені надлишки клею слід видалити до висихання, оскільки після висихання потрібно застосування сили та додаткового обладнання, що призведе до збільшення технологічного часу. Використовується візуальний контроль на відповідність положення елементів (відсутність зрушень), відсутність дефектів при деформації заклепок та наявність клею по всій довжині шва.

7. Затвердіння клею.

Здійснюється контроль за дотриманням режимів затвердіння клею.

Для якісного клеєклепаного з'єднання характерна наявність рівномірного та бездефектного (не пористого) клейового шва між заклепками, розміщення заклепок по одній осі, точне позиціонування заклепки при установці в отвір, співвісність заставної та замикаючої головок. Аналіз основних причин

виникнення дефектів клеєклепаних з'єднань та способів їх запобігання наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Типові дефекти при клеєклепці автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва, причини їх виникнення і способи усунення

№ п/п	Найменування дефекту	Причина виникнення	Спосіб усунення
1.	Прогин поверхні з'єднувальних деталей	Надмірне притискання деталей; діаметр стержня заклепки більший діаметра отвору (заклепка забивається з додатковим зусиллям)	Контроль зусилля монтажу і відповідності розмірів отворів діаметру стержня заклепки
2.	Здуття металу під головками заклепок	Клепка проводилась без осаджування деталей натяжкою	Осаджування місць клепки натяжкою
3.	Вм'ятини на з'єднувальних деталях і головках заклепок	Неправильний вибір інструменту; неакуратна робота	Використання спеціальної обгортки
4.	Не повна (мала) замикаюча головка	Неправильний вибір заклепок (довжина стержня заклепки менша розрахункової)	Розрахунок оптимальної довжини стержня заклепки і попереднє сортування заклепок по довжині
5.	Деформування (згин) стержня заклепки	Занадто довгий стержень або неспівпадіння осей заклепки і підтримки	Контроль за дотриманням геометричних розмірів заклепок відповідно до розрахунків
6.	Розплюскування стержня заклепки	Нещільне прилягання з'єднувальних деталей	Контроль геометричних розмірів і щільного прилягання деталей
7.	Нещільне прилягання замикаючої і закладної головок заклепки	Нещільна посадка головки під час клепки	Контроль якості прилягання головки; зачистка отворів від забруднення і стружки
8.	Неспіввісність замикаючої і закладної головок заклепки	Зміщення деталей до або під час клепки; нахил свердла під час свердління	Візуальний контроль під час свердління; забезпечення нерухомості склепуємих деталей
9.	Відхилення заклепок від заданої осі	Нерівномірна товщина клесвого шва; зміщення деталей при склеюванні	Попередня розмітка місць установки заклепок; забезпечення нерухомості з'єднувальних поверхонь

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4
10.	Непроклеї	Нерівномірний (збільшений) зазор між з'єднувальними поверхнями; наявність повітряних домішок і пористості клеєвого шва	Контроль геометричних розмірів і щільного прилягання деталей; контроль товщини і рівномірності клеєвого шва, збереження технології склеювання
11.	Низька адгезійна міцність	Наявність на поверхні, яка підлягає склеюванню забруднень; порушення режимів затвердіння клею	Якісна підготовка поверхні, збереження температурних і тимчасових режимів при нагріванні і охолодженні клею-розплаву

5.5 Рекомендації щодо застосування технології створення клеєклепаних з'єднань під час ремонту автомобільних кузовів

Великий вплив на якість та трудомісткість створення клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів робить вибір інструменту.

Для встановлення заклепок необхідний спеціальний інструмент, який, фіксуючи тіло заклепки, простягає крізь неї стрижень, тим самим формуючи голку назад. Тип інструменту залежить від типу використовуваних заклепок (витяжні або самопробивні) і типу виробництва.

Для встановлення самопробивних заклепок при велико- та середньосерійному виробництві використовуються пресові установки.

При дрібносерійному та одиничному авторемонтному виробництві для встановлення самопробивних заклепок використовуються ручні пневматичні заклепочники (рис. 5.10, рис. 5.11). Особливостями даного інструменту є створення великого зусилля для формування заклепки, що замикає головки, чого при ручному методі добитися практично неможливо, висока мобільність використання з можливістю переміщення, що не вимагає постійного стаціонарного закріплення в цеху. Завдяки наявності утримуючого магніту в насадках інструмент можна використовувати в різних положеннях не хвилюючись про випадання заклепки.

Головним недоліком є необхідність мобільного повітряного компресора або мережі стисненого повітря.

Для встановлення витяжних заклепок, при велико- та середньосерійному авторемонтному виробництві, використовуються великі автоматичні конвеєрні заклепочники. Особливостями даного інструменту є безперервне отримання клеєклепаних з'єднань за умов потокового ремонту кузовів. Для цих пристроїв потрібні робітники з високою кваліфікацією, які постійно і дуже точно виконуватимуть налагодження та коригування даного обладнання.



а)



б)



в)



г)

а – загальний вигляд, б – прес, в – повітряний компресор з тиском 550 bar тах, г – насадки для пресових заклепок різного діаметру

Рисунок 5.10 – Фото ручного заклепочника для пресових установок (самопробивних) заклепок

При дрібносерійному та одиничному авторемонтному виробництві для встановлення витяжних заклепок використовуються ручні заклепочники. Вони

можуть бути пневматичними, електричними або чисто механічними від зусилля натискання на рукоятку. Особливостями даного інструменту є простота використання, мобільність, не потрібна спеціальна кваліфікація при використанні даного обладнання, широка доступність на ринку, мала ціна. В основному при використанні витяжних заклепок при ремонті автомобільних кузовів використовуються витяжні акумуляторні заклепочники (рис. 5.11).



Рисунок 5.11 – Фото ручного акумуляторного заклепочника

Особливістю даного інструменту є значне зменшення фізичного навантаження працівника на відміну від механічного ручного заклепочника, автономне виконання клеपालних робіт без підключення до електричної мережі або мережі стисненого повітря, висока доступність. Незалежно від типу використовуваного інструменту, механізм установки витяжної заклепки полягає в наступному: упираючись у буртик заклепки, вони захоплюють затискними губками її стрижень і, протягуючи головку стрижня крізь тіло заклепки, розширюють його, тим самим формуючи голівку зворотного.

5.6 Оцінка техніко-економічної ефективності застосування клеєклепанної технології при ремонті автомобільних кузовів

Технологічний процес збирання є завершальним етапом ремонту автомобільних кузовів, на якому формуються основні показники якості виробів. Вклад клейової складової якості відновленого виробу виключно високий.

Достатньо не забезпечити необхідний ступінь герметичності, і велика ймовірність передчасного виходу з експлуатації всього автомобіля.

Трудомісткість складальних операцій у авторемонтному виробництві становить близько 30% всієї трудомісткості ремонту виробів. З цих 30% збирання з'єднань з використанням клеювання та герметиків становить близько 1...2,5%, таким чином, склеювання не є основним видом збирання виробів авторемонтного виробництва. Разом з тим, при виготовленні багат шарових конструкцій клейова технологія складання є головною і за останні кілька десятиліть вона практично повністю витіснила зварювання та паяння, наприклад, виготовлення стільникових заповнювачів повністю здійснюється з використанням клейових технологій.

Чим вища точність виробів, тим менше використовується при їх складанні клейових матеріалів. Так, наприклад, при прецизійному збиранні, де потрібно забезпечити точність поверхонь, які з'єднуються 0,0005 мм і більше, клейові матеріали можуть бути використані тільки за наявності високоточного обладнання, що забезпечує фіксацію взаємного положення деталей із заданим ступенем точності. Крім цього, використання клейових матеріалів при прецизійному складанні обмежене також внаслідок деформацій клейового шва, які виникають, наприклад, у процесі його усадки. Прецизійне складання є практично єдиною областю машинобудування, де застосування клейових технологій дуже обмежене.

Клейові матеріали широко використовуються при складанні мікромініатюрних деталей (наприклад, у приладобудуванні, де габаритні розміри деталей становлять $(1,5 \times 1,5 \times 0,3)10^{-3}$, маса яких становить $(3...8)10^{-7}$ та великих виробів (прокатні стани, бурові установки тощо).

При розрахунку економічної ефективності ремонту деталі чи з'єднання основним показником є собівартість відновлення.

Якщо не брати до уваги собівартість деталі, то розрахунок собівартості відновлення складатиметься з вартості витратних матеріалів, що застосовуються під час ремонту.

У таблиці 5.4 наведено матеріали, що використовуються при створенні заклепувальних та клеєклепаних (з різними типами клеїв) з'єднань при ремонті автомобільних кузовів та їх вартість.

Таблиця 5.4 - Вартість матеріалів, які використовуються при клеєклепці в умовах авторемонтного виробництва

п/п №	Назва матеріалу	Кількість, шт.	Вага, гр.	Ціна, грн.
1.	Глуха заклепка ø3.2мм	150	3	15,25
2.	Глуха заклепка ø4мм	150	6	26,75
3.	Пресова заклепка ø3.2мм	50	1	15,25
4.	Пресова заклепка ø4мм	50	2	26,75
5.	Спіральне свердло	1	8	498
6.	Спіральне свердло	1	29	498
7.	Пістолет для клею-розплаву	1	210	3885
8.	Епоксидний клей для кузова K5b	1	352	2055
9.	Набор форсунок SET MIT 2X10 ST	1	144	766
10.	Очищувач R1	1	79	468
11.	Шовний герметик	1	520	860
12.	Клей-розплав Теплакс -2П	1	1000	250

Проведемо порівняльний аналіз вартості застосування технологій клепки та клеєклепки з епоксидним клеєм та клеєм-розплавом на прикладі ремонту зовнішньої панелі даху автомобіля BMW 5 – серії F10. Згідно з ремонтною технікою, що використовується на технічній станції BMW, для ремонту клеєклепки використовують клей для кузова K5b 1 шт., Очищувач 1 шт. та пресове заклепування ø4 мм у кількості 14 шт.

Як порівняння розглядатиме клей-розплав Теплакс-2П. Вартість ремонту клепки з епоксидним клеєм K5b дорівнює.

$$C_{,м1} = 2055 \cdot 1 + 468 \cdot 1 + \frac{14}{50} \cdot 26,75 = 2530,50 \text{ грн.} \quad (6.1)$$

Вартість ремонту клейкою з клеєм-розплавом Теплакс-2П буде рівна

$$C_{м2} = 87,5 \cdot 1 + 468 \cdot 1 + \frac{14}{50} \cdot 26,75 = 563 \text{ грн.} \quad (6.2)$$

Як можна помітити, різниця в собівартості установки одного такого елемента конструкції як дах при використанні клею-розплаву становить 563 грн замість 2530,50 грн.

Без застосування клею крок між заклепками збільшується в 2 рази, а значить і кількість заклепок зростає в 2 рази, але при цьому необхідно використовувати шовний герметик у кількості, що дорівнює кількості клею, для обробки шва для запобігання корозії в майбутньому, тоді

$$C_{м3} = 468 \cdot 1 + \frac{195}{310} \cdot 860 + \frac{28}{50} \cdot 26,75 = 1024 \text{ грн.} \quad (6.3)$$

Різниця у собівартості між методами різниться в рази та найменша з використанням клею-розплаву (рис. 5.12).

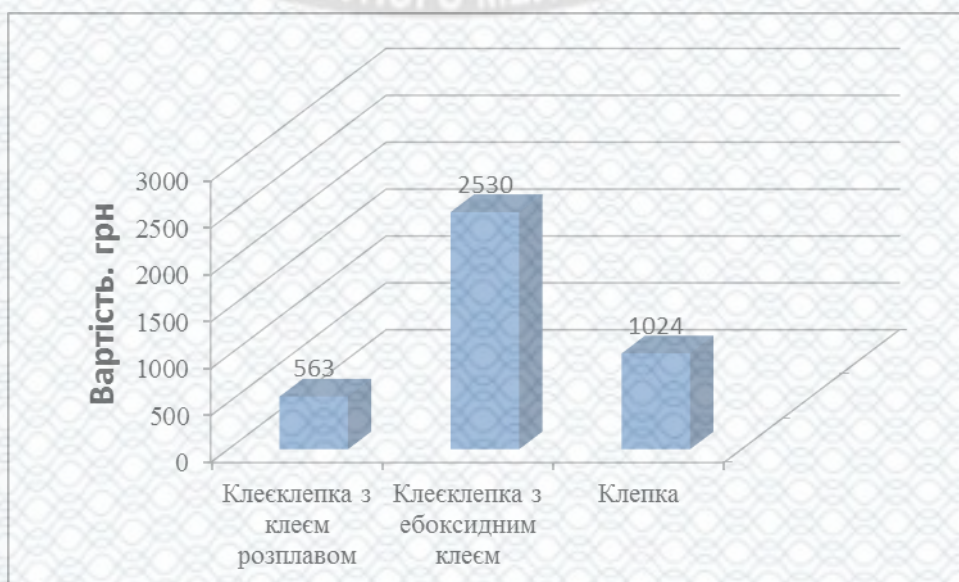


Рисунок 5.12 – Порівняльний аналіз вартості (грн.) клепаної та клеєклепаної технології при ремонті автомобіля

Розрахунок часу для порівняльного аналізу трудомісткості клепаної та клеєклепаної технології при ремонті автомобіля проводився при виготовленні зразків для кожної з технологій. Дані наведені у таблиці 5.5.

Порівняльний аналіз трудомісткості показано на рис 5.13.



Рисунок 5.13 – Порівняльний аналіз трудомісткості (люд./хв) клепаної та клеєклепаної технології при ремонті автомобіля

Таблиця 5.5 - Дані для порівняльного аналізу трудомісткості монтажу при клепаній та клеєклепаній технологіях

Зміст операції	Час, хв		
	Клепка	Клеєклепка з епоксидним клеєм	Клеєклепка з клеєм-розплавом
Підготовка поверхні	72	180	180
Нанесення клею	0	108	36
Установка заклепок в отвори	14,4	14,4	14,4
Стяжка склепуємих деталей і утворення замикаючої головки	86,4	86,4	86,4
Зняття залишків клею	0	36	108
Затвердіння клею	0	10	1440
Нанесення шовного герметика	108	0	0
Всього:	280,8	1864,8	434,8

З таблиці 6.4 випливає, що найбільша трудомісткість отримання з'єднання спостерігається при застосуванні технології клеєклепки із застосуванням епоксидного клею. Це з великими витратами часу на операцію затвердіння клею. Клеї-розплави тверднуть значно швидше і не вимагають тривалого простою автомобіля для подальшого переходу на наступну операцію.

Характеристики міцності клеєклепки, як було встановлено в другому розділі даної роботи, в деяких випадках вище, ніж при клепці в 1,2 рази. Крім того, використання клеєклепаної технології дозволяє істотно (в 2,8...3 рази) збільшити довговічність з'єднання.

З економічної точки зору клеєклепана технологія є більш дорогою, ніж традиційна клепка. Але збільшення вартості (без збільшення трудомісткості), дозволяє істотно збільшити ремонтпридатність, довговічність і характеристики з'єднань. При цьому заміщення традиційних епоксидних клеїв на клеї-розплави при клеєклепаній технології дозволяє суттєво знизити вартість та трудомісткість ремонтних робіт.

Висновки до розділу 5

Розглянуто два види клеєклепаних з'єднань, виготовлених з використанням самопробивних та витяжних заклепок, визначено їх технологічні властивості та сфери застосування при ремонті автомобільних кузовів.

Встановлено, що при клепці з використанням самопробивної заклепки міцність клеєклепаного з'єднання збільшується на 20%, а при клепці з витяжним (сліпим заклепуванням) міцність збільшується не більше ніж на 5%.

Встановлено, що клеєклепані з'єднання менш схильні до впливу рідких середовищ. Проведені експериментальні дослідження щодо стійкості клеєклепаних з'єднань до впливу корозійних середовищ показали, що при застосуванні самопробивної заклепки, наприклад, на клеї марки Теплак-2П, після витримки у воді міцність знизилася на 15%, після витримки в мастилі на

3%. При витяжній клепаці цього ж клею після витримки у воді міцність клеєклепаного з'єднання знизилася лише на 2%, а після витримки в мастилі не змінилася

Розроблено технологічні рекомендації щодо впровадження клеєклепаної технології при ремонті автомобільних кузовів залежно від типу авторемонтного виробництва та виду заклепок.

Розглянуто способи запобігання типовим дефектам при подальшому монтажі склепаних деталей з однієї технологічної операції на іншу, для кожної технологічної операції розроблено режими, які дозволяють звести до мінімуму можливі технологічні дефекти.

Розроблено технологічні рекомендації щодо демонтажу клеєклепаних з'єднань, виготовлених з використанням клеїв-розплавів, що забезпечують підвищення ремонтпридатності автомобілів.

Проведено порівняльний аналіз вартості та трудомісткості традиційної клепаки, клеєклепки з використанням епоксидного клею та клеєклепки з використанням клею-розплаву в умовах авторемонтного виробництва. Встановлено, що за вартістю матеріалів технологія з використанням клею-розплаву на 45% дешевша, ніж традиційна технологія клепаки і на 78% дешевша, ніж клеєклепки з використанням епоксидного клею. При цьому трудомісткість виготовлення клеєклепаного з'єднання з використанням клеїв-розплавів на 76% нижча, ніж при використанні традиційних епоксидних матеріалів.

ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота є завершеною науково-кваліфікаційною роботою, в якій викладено нові науково-обґрунтовані технічні, і технологічні рішення, що мають істотне значення для ремонту автомобільних кузовів. За результатами дослідження зроблено такі основні висновки:

1. В результаті виконаних досліджень розроблено технологічні процеси створення клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів.

2. Встановлено, що найбільш перспективними матеріалами для створення клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів є термопластичні клеї-розплави, використання яких дозволяє забезпечити демонтаж клеєклепаних з'єднань. Розроблено критерії вибору полімерного матеріалу для створення клеєклепаних з'єднань.

3. Розроблено математичні моделі, що дозволяють оцінювати кінетику процесів змочування клеями поверхонь деталей, що підлягають клеєнню, що відрізняються врахуванням реологічних властивостей клеїв та якістю поверхні субстратів. Встановлено, що використання клеєклепаної технології при ремонті автомобільних кузовів замість клеєння дозволяє знизити вплив зовнішніх навантажень на стрижень заклепки та забезпечить спільну деформацію стрижня заклепки та деталей, що склепуються. Розроблено алгоритм формування конструкторсько-технологічного рішення при клеєклепаній технології в умовах авторемонтного виробництва, що включає етапи ідентифікації на мікро- та макрорівнях.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що стійкість клеїв-розплавів до впливу рідких середовищ нижча на 5-10%, ніж у епоксидних клеїв марок Betamate-2096, які традиційно використовуються при клейових методах ремонту автомобільних кузовів. За комплексом фізико-механічних показників найкращу стійкість показали клеї-розплави марок МС-1, а клеї марок Летек, Justant-РАК, Теплак-2П показали задовільні результати.

5. Розглянуто два види клеєклепаних з'єднань, виготовлених з використанням самопробивних та витяжних заклепок, визначено їх технологічні властивості та сфери застосування. Встановлено, що при клепці з використанням самопробивної заклепки міцність клеєклепаного з'єднання збільшується на 20%, а при клепці з витяжним (сліпим) заклепуванням збільшення міцності становить не більше 5%. При використанні самопробивної заклепки та клею марки Теплак-2П після витримки у воді міцність знизилася на 15%, після витримки в маслі на 3%. При витяжній клепці цього ж клею після витримки у воді міцність клеєклепаного з'єднання знизилася лише на 2%, після витримки в мастилі не змінилася.

6. Розроблено технологічні рекомендації щодо впровадження клеєклепаної технології при ремонті автомобільних кузовів залежно від типу виробництва та виду заклепок. Розглянуто способи запобігання типовим дефектам при подальшому монтажі склепаних деталей, для кожної технологічної операції розроблено режими, які дозволяють звести до мінімуму можливі технологічні дефекти. Впровадження розробленої технології при ремонті автомобільних кузовів дозволить підвищити їхню ремонтпридатність за рахунок забезпечення можливості демонтажу клеєклепаних з'єднань.

7. Проведено порівняльний техніко-економічний аналіз ремонту автомобільних кузовів з використанням традиційної клепки, клеєклепки з використанням епоксидного клею та клеєклепки з використанням клею-розплаву. Встановлено, що трудомісткість виготовлення клеєклепаного з'єднання з використанням клеїв-розплавів на 78% нижча, ніж при використанні традиційних епоксидних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський В. М., Спірін А. В., Полевада Ю. А., Твердохліб І. В. Роль і місце технічного діагностування в системі технічної експлуатації автомобілів в сільському господарстві. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2018. Випуск 1 (100). С. 24-28.
2. Білий В. А. Полімерні покриття. Київ : 2005. 416 с.
3. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О., Смирнов Є. В. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ, 2013. URL: <http://posibnyky.vntu.edu.ua/newauto/5/index.html>.
4. Волков В. П., Грищук І. В., Волков Ю. В. та ін. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. Харків, 2018.
5. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною: НАПБ Б.03.002-2007. Київ : ДЕРЖПОЖБЕЗПЕКИ МНС УКРАЇНИ, 2007.
6. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Транспорт – актуальні проблеми та сьогодення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2015. Випуск 2 (90). С. 98-103.
7. Гунько І. В., Спірін А. В., Холодюк О.В. Надійність систем та обґрунтування інженерних рішень. Вінниця : ВНАУ. 2006. 76 с.
8. Законодавство України про автомобільний транспорт : збірник законодавчих актів [Чинний від 2005-05-01]. Вид. офіц. Київ : Парламентське видавництво, 2005. 140 с.
9. Кардашов Д. А., Петрова А.П. Полімерні клеї. Монографія. Київ : 2003. 256 с.
10. Кукурудзяк Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Технологія ТО і ПР. Вінниця : ВНТУ, 2022. 225 с.
11. Огневий В.О., Кравченко О.О. Існуючі технології створення клеєклепаних з'єднань *Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження,*

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023>

12. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 1. Теоретичні основи. Технологія / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 384 с.

13. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 2. Організація, планування і управління / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 383 с.

14. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 495 с.

15. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Вид. офіц. Київ : Мінтранс України, 1998. 16 с.

16. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : ДНАОП 0.00-1.28-97. К. : Держнаглядохоронпраці, 1997.

17. Ремонт автомобілів / упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.

18. Ремонт автотранспортних засобів / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 495 с.

19. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Основи будови та експлуатації автопоїздів / О. П. Строков, М. Г. Макаренко, В. Ф. Орлов, В. О. Павленко. Київ : Грамота, 2005. 352 с.

20. Alwan, J.M. Effect of structural adhesives on energy management of spotwelded hat-section steel components. CAETech, Inc., Ford Motor Company. 2001. №1. P.34-39.

21. Camillo, J. Riveting: Self-Piercing Rivets vs. Spot Welding. Assembly Magazine. 2010. December 23.

22. Camilo, J. The Simple Appeal of Self-Piercing Riveting. Assembly Magazine. 2010. December 23.

23. Fraunhofer-Gesellschaft. Airplane Riveting Improved With New Technology. ScienceDaily. 2008. September 8.
24. Less, W. Use of adhesives in constructing vehicle. 2011. V. 24. №2. P. 23–31.
25. Mahoney, C. Structural adhesives for rapid-cure application Adhesives Age. 2010. №10. P. 34–40.
26. Sadowski, T. Hybrid adhesive bonded and riveted joints – influence of rivet geometrical layout on strength of joints. Archives of metallurgy and materials. 2012. V. 57. P. 1127-1135.
27. Sakiyama, T. Dissimilar metal joining technologies for steel sheet and aluminum alloy sheet in auto body. Nippon Steel Technical Report. 2013. 103 May. P. 91-98.
28. Sprovieri, J. Design for riveting. Assembly Magazine. 2012. January 6.
29. Sprovieri, J. Riveting: Theblindside. Assembly Magazine. 2010. July 28.
30. Weber, A. Hybrid riveting. Assembly Magazine. 2005. August 16.



ДОДАТКИ

Додаток А
(обов'язковий)



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

Вдосконалення технологічних процесів ремонту елементів автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» місто Вінниця

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту


**Вдосконалення технологічних процесів ремонту елементів
автомобільних кузовів в умовах станції технічного обслуговування
автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто»**

місто Вінниця


Графічна частина

до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
08-29.МКР.005.00.000

Керівник роботи к.е.н., доцент

 Огневий В.О.

Розробив студент гр. 1АТ-21м

 Кравченко О.О.

Вінниця ВНТУ 2022


ТРАНСПОРТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Метою роботи є удосконалення технологічних процесів створення клеєклепаних з'єднань при ремонті автомобільних кузовів, які забезпечують підвищення ремонтпридатності.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Розробити алгоритм оцінки точності клеєклепаного з'єднання залежно від конструкторсько-технологічних факторів;
2. Розробити критерії вибору клеїв-розплавів для створення клеєклепаних з'єднань під час ремонту автомобільних кузовів;
3. Дослідити властивості клеєклепаного з'єднання при використанні клеїв-розплавів;
4. Розробити технологічні процеси створення та демонтажу клеєклепаних з'єднань з використанням клеїв-розплавів при ремонті автомобільних кузовів;
5. Визначити техніко-економічну ефективність застосування клеєклепаної технології під час ремонту автомобільних кузовів;
6. Розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні наукових досліджень.

Об'єктом дослідження є процес формування з'єднання кузовних елементів автомобілів, під час ремонту яких використовується технологія клепок.

Предметом дослідження є закономірності, та технологія створення клеєклепаних з'єднань автомобільних кузовів з використанням термопластичних клеїв-розплавів в умовах авторемонтного виробництва.

Наукова новизна.

- розроблено алгоритм прийняття ефективних конструкторсько-технічних рішень створення клеєклепаних з'єднань з урахуванням взаємопов'язаності конструкторських та технологічних етапів в умовах авторемонтного виробництва;
- встановлено закономірності між фізичною природою клею та технологією клеєклепки для умов авторемонтного виробництва;
- проаналізовано вплив точності виготовлення зєднувальних деталей і реологічних властивостей клеїв на якість одержуваних клеєклепаних з'єднань;
- розроблено методики з ідентифікації властивостей клеєклепаних з'єднань на мікро- та макрорівнях;
- розроблено аналітичне рішення, яке дозволяє оцінювати кінетику процесів розтікання клеїв-розплавів по поверхні деталей автомобілів, які підлягають ремонту за клеєклепаною технологією.

Вимоги до матеріалів, які використовуються при створенні клеєклепаних з'єднань



а – напівкругла, б – потайна, в – напівпотайна, г – плоска

Рисунок 1.2 – Види заклепок



а – пряма, б – зворотна

Рисунок 1.3 – Схеми двосторонньої клепки

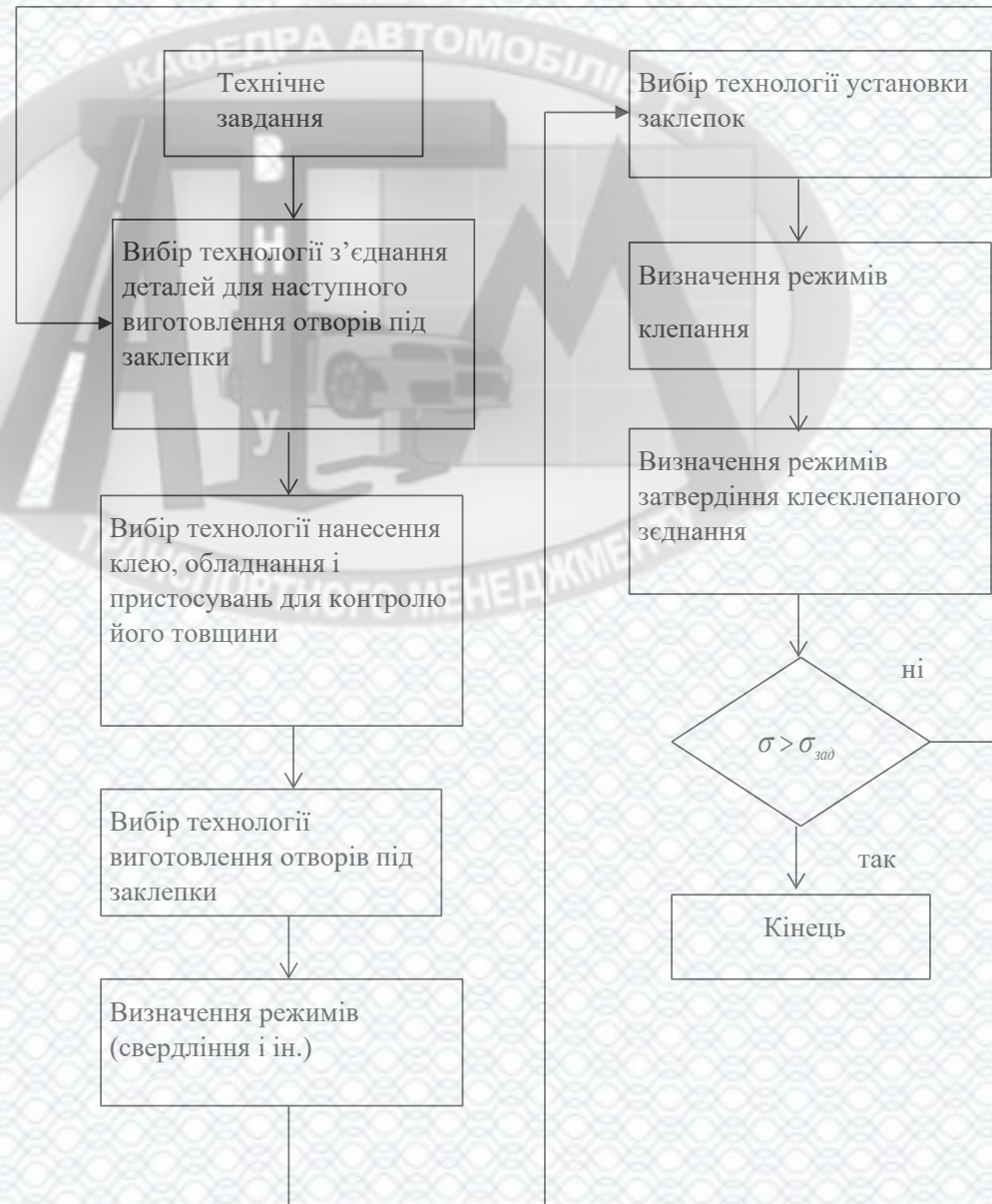
Аналіз узагальнюючих показників, що визначають фінансово-господарський стан ТОВ "КРЕДО АВТО"

п/п	Показники	2021 р.	2022 р.	Відхилення 2022р. від 2021р.	
				Абс. (+/-)	відн, %
1	Чистий дохід (виручка від реалізації), тис. грн.	9951,20	14456,80	4505,60	45,28
2	Чистий прибуток (збиток), тис. грн.	954,30	1352,30	398,00	41,71
3	Середньооблікова чисельність працівників, осіб	21	21	-	-
4	Фонд оплати праці, тис. грн.	127,40	174,50	47,10	36,97
5	Власний капітал, тис. грн.	3226,10	4578,40	1352,30	41,92
6	Необоротні активи, тис. грн.	985,3	1190,00	204,7	20,7
7	Довгострокові зобов'язання, тис. грн.	-	1,80	1,80	-
8	Короткострокові кредити та позики, тис. грн.	-	300,20	300,20	-
9	Дебіторська заборгованість, тис. грн.	41,70	-	-41,70	-
10	Запаси, тис. грн.	902,20	1245,60	343,40	38,06

Техніко-економічні показники для типової СТО та СТО ТОВ "Кредо Авто"

Назва показника	Показники		$\frac{П_i^{\Phi}}{П_i^H} \cdot 100 \%$
	Існуючої СТО, П _ф _і	Типової СТО, П _н _і	
1. Автомобілезайзди, тис. в рік	6,24	6,4	97,2
2. Площа ділянки, га	0,32	1,01	31,6
3. Чисельність виробничих працівників, чол.	21	25	0,84
4. Корисна площа виробничих приміщень, м ²	862,7	1426	60
5. Корисна площа адміністративно - побутових приміщень без торгової зали, м ²	982	863	113
6. Число автомобіле-місць на постах, шт	18	11	163

Алгоритм формування технологічного рішення клеєклепаного з'єднання



Типи використання при дослідженнях заклепок



а)

б)

а) самопробивні заклепки, б) витяжні заклепки

Фото ручного заклепочника для установки пресових (самопробивних) заклепок



Схема технологічного процесу створення клеєклепаних з'єднань з використанням клеїв-розплавів

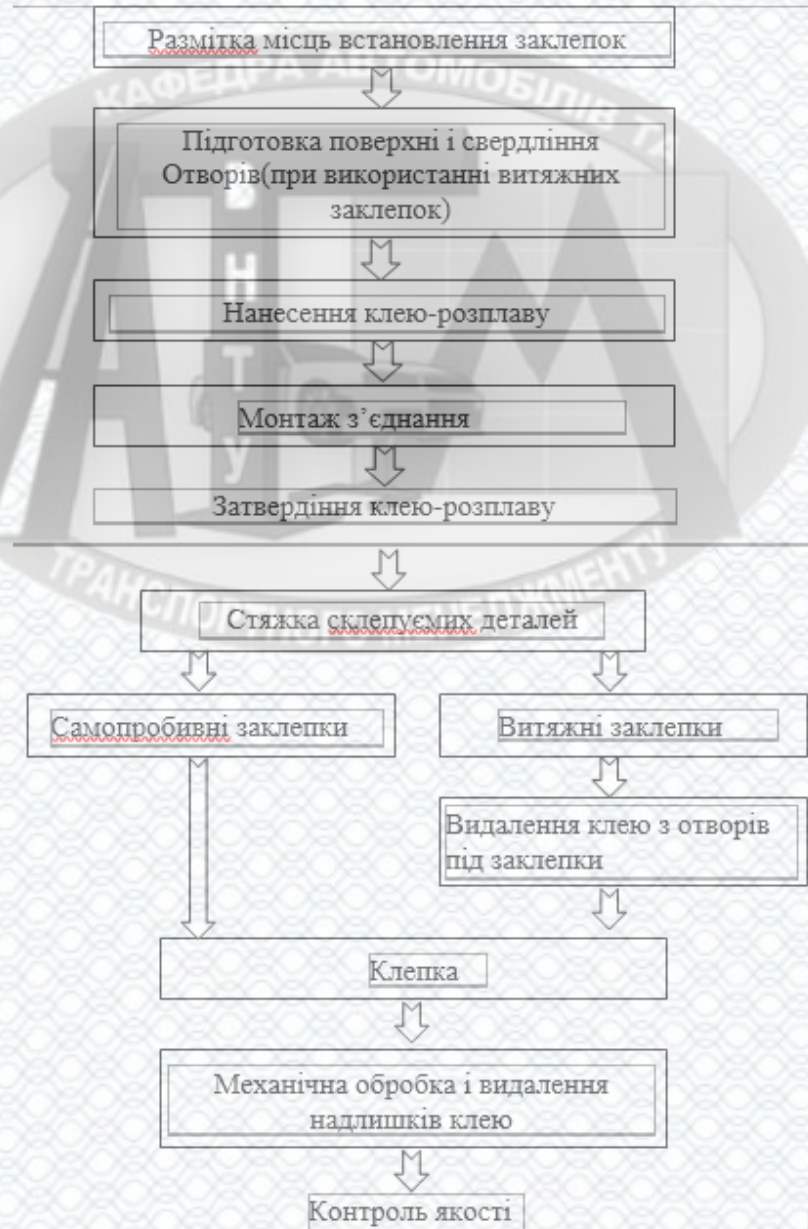
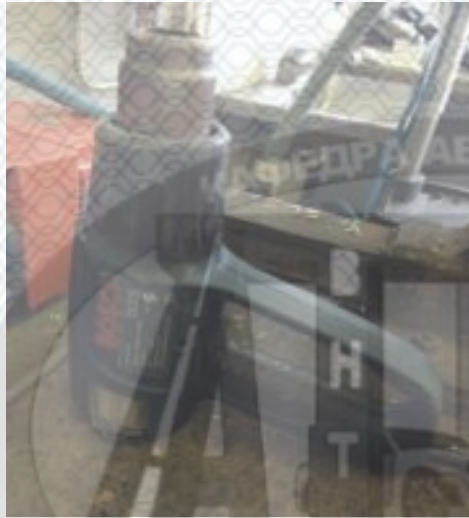


Фото нанесення клею



а)



б)



в)



г)

а – ручний електричний будівельний фен, б – нагрівання поверхні для зчеплення клею з поверхнею при використанні сипучих клеїв, в – склеювання, г – готові з'єднання

Типові дефекти при клеєклепці автомобільних кузовів в умовах авторемонтного виробництва, причини їх виникнення і способи усунення

№ п/п	Найменування дефекту	Причина виникнення	Спосіб усунення
1.	Прогин поверхні з'єднувальних деталей	Надмірне притискання деталей; діаметр стержня заклепки більший діаметра отвору (заклепка забивається з додатковим зусиллям)	Контроль зусилля монтажу і відповідності розмірів отворів діаметру стержня заклепки
2.	Здуття металу під головками заклепок	Клепка проводилась без осаджування деталей натяжною	Осаджування місць клепки натяжною
3.	Вм'ятини на з'єднувальних деталях і головках заклепок	Неправильний вибір інструменту; неакуратна робота	Використання спеціальної обгортки
4.	Не повна (мала) замикаюча головка	Неправильний вибір заклепок (довжина стержня заклепки менша розрахункової)	Розрахунок оптимальної довжини стержня заклепки і попереднє сортування заклепок по довжині
5.	Деформування (згин) стержня заклепки	Занадто довгий стержень або неспівпадіння осей заклепки і підтримки	Контроль за дотриманням геометричних розмірів заклепок відповідно до розрахунків
6.	Розплюскування стержня заклепки	Нещільне прилягання з'єднувальних деталей	Контроль геометричних розмірів і щільного прилягання деталей
7.	Нещільне прилягання замикаючої і закладної головок заклепки	Нещільна посадка головки під час клепки	Контроль якості прилягання головки; зачистка отворів від забруднення і стружки
8.	Неспіввісність замикаючої і закладної головок заклепки	Зміщення деталей до або під час клепки; нахил свердла під час свердління	Візуальний контроль під час свердління; забезпечення нерухомості склепуємих деталей
9.	Відхилення заклепок від заданої осі	Нерівномірна товщина клеєвого шва; зміщення деталей при склеюванні	Попередня розмітка місць установки заклепок; забезпечення нерухомості з'єднувальних поверхонь
10.	Непроклеї	Нерівномірний (збільшений) зазор між з'єднувальними поверхнями; наявність повітряних домішок і пористості клеєвого шва	Контроль геометричних розмірів і щільного прилягання деталей; контроль товщини і рівномірності клеєвого шва, збереження технології склеювання
11.	Низька адгезійна міцність	Наявність на поверхні, яка підлягає склеюванню забруднень; порушення режимів затвердіння клею	Якісна підготовка поверхні, збереження температурних і тимчасових режимів при нагріванні і охолодженні клею-розплаву

Фото ручного заклепочника для пресових установок (самопробивних) заклепок



а)



б)



в)



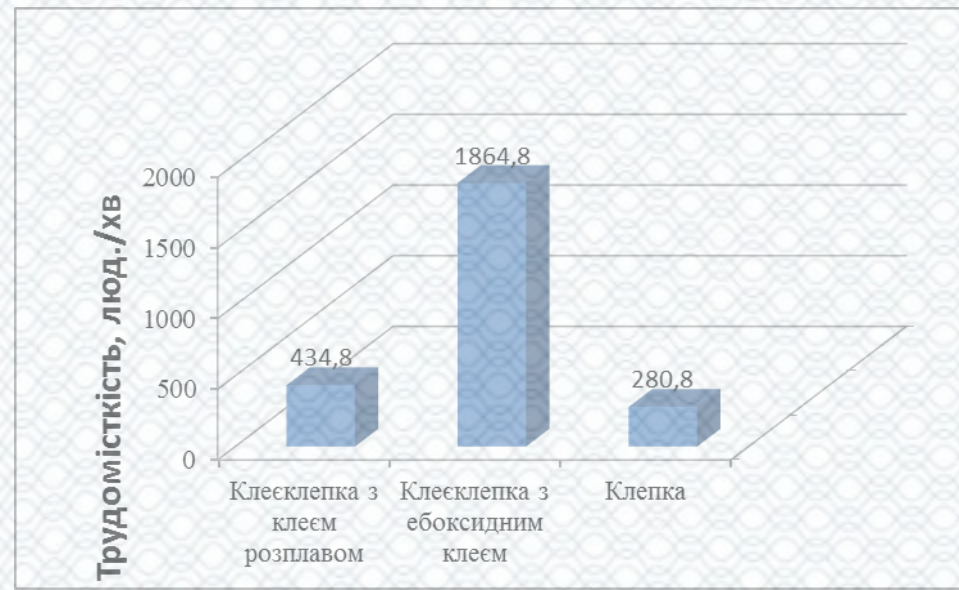
г)

а – загальний вигляд, б – прес, в – повітряний компресор з тиском 550 bar max, г – насадки для пресових заклепок різного діаметру

Порівняльний аналіз вартості (грн.) клепаної та клеєклепаної технології при ремонті автомобіля



Порівняльний аналіз трудомісткості (люд./хв) клепаної та клеєклепаної технології при ремонті автомобіля



Порівняльний аналіз трудомісткості монтажу при клепаній та клеєклепаній технологіях

Зміст операції	Час, хв		
	Клепка	Клеєклепка з епоксидним клеєм	Клеєклепка з клеєм- розплавом
Підготовка поверхні	72	180	180
Нанесення клею	0	108	36
Установка заклепок в отвори	14,4	14,4	14,4
Стяжка склепуємих деталей і утворення замикаючої головки	86,4	86,4	86,4
Зняття залишків клею	0	36	108
Затвердіння клею	0	10	1440
Нанесення шовного герметика	108	0	0
Всього:	280,8	1864,8	434,8

ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Посконалення технологічних процесів ремонту елементів
автомобільних кузовів в умовах сучасної технічного обслуговування автомобілів
автостанції з обмеженою відповідальністю «Кредо Авто» місто Вінниця»

Тип роботи: Магістерська дипломна робота
(БДР, МДР)

Назва кафедри: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність: 99,7% Схожість: 0,3%

Цілей звіту подібності (відмітити потрібне).

1. Запозичення, виявлені у **роботі**, оформлені коректно і не містять ознак піратства.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак піратства, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цілісності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недоброчесними і мають ознаки піратства і в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби ухилення недоброчесних запозичень.

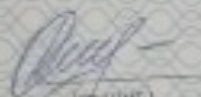
Хтбд, відповідальна за перевірку


(підпис)

Тимбал О.В.
(прізвище, ініціал)

Завантажені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Кравченко О.О.
(прізвище, ініціал)

Користувач роботи


(підпис)

Огневий В.О.
(прізвище, ініціал)