

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ

Група АТ-22-1

Сергій КОНОПАДА

2026

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Конопада Сергій Васильович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Тема: Удосконалення технологічного процесу ремонту кузова автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

затверджена наказом по університету від _____ № _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 15.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту:

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

4.1 Вступ, 4.2 Технологічні основи кузовного ремонту автомобілів, 4.2.1 Матеріали, що застосовуються у технології кузовного ремонту, 4.2.2 Матеріали та засоби для відновлення поверхні кузовних деталей, 4.2.2.1 Шпаклівка для заповнення та проникнення, 4.2.2.2 Шпаклівка низької щільності, 4.2.2.3 Абразивні матеріали, 4.2.2.4 Фарби, 4.2.2.5 Обладнання, 4.3 Технологія підготовки кузовної деталі до відновлення та фарбування, 4.4 Результати експериментальних досліджень, 4.4.1 Параметри нагріву, 4.4.2 Випробування зразків на еластичність, 4.4.3 Характеристики згину першого зразка, 4.4.4 Характеристики деформації вигину другого зразка, 4.4.5 Характеристики деформації вигину третього зразка, Висновки та рекомендації, Перелік посилань на джерела, Додаток А - Комплект презентаційних матеріалів

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 презентаційні плакати в PowerPoint.

Керівник

(Особистий підпис)

М.М. Гнип

(Розшифровка підпису)

Завдання прийняв до виконання

(Особистий підпис)

С.В. Конопада

(Розшифровка підпису)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
4.1 Вступ, 4.2 Технологічні основи кузовного ремонту автомобілів, 4.2.1 Матеріали, що застосовуються у технології кузовного ремонту,	18.05.2026 р.	
4.2.2 Матеріали та засоби для відновлення поверхні кузовних деталей, 4.2.2.1 Шпаклівка для заповнення та проникнення,	22.05.2026 р.	
4.2.2.2 Шпаклівка низької щільності, 4.2.2.3 Абразивні матеріали, 4.2.2.4 Фарби, 4.2.2.5 Обладнання,	26.05.2026 р.	
4.3 Технологія підготовки кузовної деталі до відновлення та фарбування,	005.06.2026 р.	
4.4 Результати експериментальних досліджень, 4.4.1 Параметри нагріву, 4.4.2 Випробування зразків на еластичність, 4.4.3 Характеристики згину першого зразка,	10.06.2026 р.	
4.4.4 Характеристики деформації вигину другого зразка, 4.4.5 Характеристики деформації вигину третього зразка, Висновки та рекомендації, Перелік посилань на джерела, Додаток А - Комплект презентаційних матеріалів	12.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	15.06.2026 р.	

Бакалавр _____ Сергій КОНОПАДА
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник роботи _____ Марія ГНИП
Особистий підпис Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Головна мета магістерської кваліфікаційної роботи — дослідити процес висихання автомобільної шпаклівки за різних температурних режимів, кількості затверджувача та часу сушіння, з'ясувати методи згинання, а також характер розтріскування шпаклівки. Тривалість висихання шпаклівки залежить від використовуваного обладнання, тому на залежність часу твердіння безпосередній вплив мають особливості режимів сушіння. Оскільки найбільший вплив має затверджувач, тривалість твердіння може змінюватися в бік збільшення або зменшення, а процес твердіння шпаклівки є найбільш ефективним при температурі сушіння 60 градусів і кількості затверджувача, що додається відповідно до технологічних вимог. Встановлено, що при застосуванні необхідних пропорцій шпаклівки та затверджувача матеріал після затвердіння залишається еластичним, не виникає жодних повітряних порожнин чи тріщин, він не забиває шліфувальний папір і добре піддається обробці. На основі проведеного аналізу визначено, що при додаванні у шпаклівку меншої кількості затверджувача вона затвердіває не повністю і залишається крихкою та м'якою, забиває шліфувальний папір, що призводить до незадовільної якості як самої обробки, так і подальших процесів ґрунтування та фарбування через виникнення різних дефектів. Витрати на обробку залежать від правильного приготування та нанесення шпаклівки. Неякісне підготування призводить до псування не лише шпаклівки, але й шліфувального паперу, ґрунтовки та фарби, а також збільшує витрати часу.

Ключові слова: Автомобільна шпаклівка, затверджувач, тривалість твердіння, кузовний ремонт.

ABSTRACT

The main goal of the master's qualification work is to investigate the drying process of automotive putty at different temperature regimes, the amount of hardener and drying time, to find out the bending methods, as well as the nature of cracking of the putty. The duration of drying of the putty depends on the equipment used, therefore, the dependence of the hardening time is directly influenced by the features of the drying regimes. Since the hardener has the greatest influence, the hardening duration can vary in the direction of increase or decrease, and the process of hardening of the putty is most effective at a drying temperature of 60 degrees and the amount of hardener added in accordance with technological requirements. It has been established that when using the necessary proportions of putty and hardener, the material after hardening remains elastic, no air cavities or cracks appear, it does not clog the sanding paper and is easy to process. Based on the analysis, it was determined that when a smaller amount of hardener is added to the putty, it does not harden completely and remains brittle and soft, clogs the sanding paper, which leads to unsatisfactory quality of both the treatment itself and the subsequent priming and painting processes due to the occurrence of various defects. The cost of treatment depends on the correct preparation and application of the putty. Poor preparation leads to damage not only to the putty, but also to the sanding paper, primer and paint, and also increases time consumption.

Keywords: Automotive putty, hardener, curing time, body repair.

ВСТУП

Актуальність теми. У зв'язку зі стрімким розвитком автомобільної промисловості в суспільстві значно зростає загальний рівень автомобілізації, а на дорогах збільшується кількість автомобілів. Таке зростання спричиняє дедалі більшу кількість дорожньо-транспортних пригод, унаслідок яких автомобілі зазнають різного роду пошкоджень. Крім того, і без того застарілий автомобільний парк продовжує старіти, що призводить до появи все більшої кількості експлуатаційних несправностей. Тому необхідно приділяти дедалі більше уваги технічному обслуговуванню та ремонту кузовів автомобілів.

Ремонт транспортного засобу — це тривалий і складний процес, який потребує точності, ретельності та відповідальності. Зі збільшенням кількості пошкоджених транспортних засобів і дорожньо-транспортних пригод, а також обсягів відновлювальних робіт, виникає необхідність модернізації та оптимізації ремонтних процесів. Це питання є надзвичайно актуальним, оскільки воно пов'язане зі здоров'ям і життям людей, які можуть бути втрачені через некваліфіковано та неякісно виконані ремонтні роботи.

Здавалося б, безпека повинна бути найважливішим фактором, однак нерідко нею нехтують, а автомобілі у критичному технічному стані ремонтуються непрофесійними майстрами, які не мають ні відповідних технічних можливостей, ні необхідної кваліфікації для виконання таких робіт. Професійний ремонт повинен виконуватися виключно у спеціалізованих підприємствах, де суворо дотримуються вимог виробників автомобілів. Для ремонту мають використовуватися сучасні прогресивні методи й технології, новітнє обладнання, сертифіковані матеріали, а роботи повинні виконувати лише висококваліфіковані фахівці.

Метою роботи - є удосконалення технологічного процесу кузовного ремонту на СТО шляхом оптимізації режимів сушіння та пропорцій

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів автомобільної шпаклівки для підвищення еластичності й якості покриття.

Об'єкт дослідження - Технологічний процес відновлення (ремонт) кузовів автомобілів в умовах станції технічного обслуговування із застосуванням двокомпонентних поліефірних шпаклівок

Предмет дослідження – Залежність часу сушіння, еластичності, характеру деформації вигину та механічного розтріскування шару автомобільної шпаклівки від концентрації затверджувача та температурних режимів сушіння.

Завдання роботи:

Проаналізувати сучасний стан технологій кузовного ремонту, номенклатуру матеріалів, абразивів, фарб та обладнання, що використовуються на СТО.

Експериментально визначити залежність тривалості висихання та твердіння матеріалу від температурних режимів нагріву (40 °С, 60 °С, 80 °С).

Провести механічні випробування дослідних зразків на згинання (вигин) для оцінки залишкової деформації до моменту розтріскування шпаклівки.

Розробити практичні пропозиції щодо впровадження дозувального обладнання в умовах кузовних дільниць СТО для підвищення продуктивності праці.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці чітких технологічних рекомендацій для малярно-кузовних дільниць СТО. Визначено оптимальний режим сушіння (60 °С) та точне дозування затверджувача (2–2,5 г на 100 г пасти), що гарантує збереження еластичності покриття, виключає підплівкову корозію та забивання абразивного паперу. Запропоновано схему модернізації робочих місць шляхом впровадження напіваавтоматичних дозаторів шпаклівки, що знижує витрати часу, зменшує матеріаломісткість ремонту та запобігає виникненню браку на етапах ґрунтування і фарбування.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КУЗОВНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Термін «технологія» може означати сукупність будь-якого технологічного процесу, способів виробництва, використовуваного виробничого обладнання та технологічних умов. Технологія ремонту автомобіля, як і галузь технологій, досліджує надійність обладнання, матеріалів та оснащення, технічну підготовку до роботи, а також закономірності технічних ремонтних процесів, технічні параметри окремих матеріалів і обладнання [1]. Під час використання матеріалів для ремонту автомобіля важливу роль відіграють фахівці з ремонту автомобілів. Вони повинні якісно та своєчасно виконувати ремонт транспортного засобу.

Використання металевих шпаклівок у сфері ремонту автомобілів є одним із напрямів розвитку науки і технологій. Різноманітність їх компонентів дозволяє створювати шпаклівки з покращеними характеристиками, адаптовані для ремонту кузовів автомобілів. Одним із широко впроваджених компонентів композиційних матеріалів є скловолокно, яке дозволяє шпаклювати великі вм'ятини на етапі первинної обробки.

Для покращення властивостей автомобільної шпаклівки почали виробляти суміші з домішками графіту та металевого пилю, які значно підвищують адгезію до металевої поверхні та практично не дають усадки. Такі матеріали легко обробляються та позитивно впливають на подальші етапи нанесення ґрунту та фарбування автомобіля.

1.1 Матеріали, що застосовуються у технології кузовного ремонту

Автомобільні покриття – це група промислових покриттів, що охоплюють широкий спектр матеріалів, що використовуються в багатьох галузях. Вони включають широкий спектр наповнювачів, наждачного паперу, ґрунтовок, розріджувачів, лаків, герметиків, фарб та малярних стрічок.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Абразиви

Керамічний оксид алюмінію – це новий абразив для дуже важких шліфувальних операцій. Самозагострююча структура абразивних зерен забезпечує високу ефективність, тривалий термін служби та холоднішу обробку [1].

Цирконій – це абразив зі зносостійкими, твердими та самозагострюючими абразивними зернами, які характеризуються високою ефективністю та тривалим терміном служби.

Оксид алюмінію характеризується дуже високим рівнем чистоти, тому гранули оксиду алюмінію твердіші та в'язкіші, ніж гранули з натуральних абразивів. Традиційний оксид алюмінію отримують нагріванням сировини до її плавлення. Після затвердіння його подрібнюють до потрібного розміру гранул. Кожне абразивне зерно складається з невеликої кількості кристалів. Під час шліфування кристали поступово розділяються, а зерна стають більш гладкими та втрачають свої ріжучі властивості.

Карбід кремнію є найтвердішим з абразивних матеріалів, що використовуються для абразивних виробів загального призначення, і є найтвердішим після карбіду бору та алмазу.

Абразиви виготовляються з природного корунду. Цей абразивний матеріал колись був поширеним, але його значення зараз значно зменшилося.

Кремень – це мінерал, споріднений з кварцом. Його все частіше замінюють штучні матеріали.

1.2 Матеріали та засоби для відновлення поверхні кузовних деталей

Шпаклівки використовуються для згладжування нерівностей на пофарбованій поверхні. Існує 3 групи шпаклівок:

Дрібнозерниста шпаклівка.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підходить для згладжування невеликих нерівностей, що виникли внаслідок ударів каміння або подряпин.

Шпаклівка та проникна шпаклівка.

Ці шпаклівки виготовляються з ненасичених поліефірних смол (НП) і призначені для покриття більших нерівностей. Вони можуть згладжувати вм'ятини розміром до 1 см. Поліефірну шпаклівку також можна готувати у вигляді розпилювальної шпаклівки. Її можна використовувати для згладжування неглибоких нерівностей на більшій площі листового металу. Глибші нерівності заповнюються поліефірними проникаючими шпаклівками.

Композитна шпаклівка.

Їх використовують для видалення глибших вм'ятин на відкритих ділянках поверхні автомобіля. Скловолокно мікронізується в поліефірних смолах або використовується разом із шпаклівкою, просоченою скловолокном.



Рисунок 1.1 - Групи шпаклівок

1.2.1. Шпаклівка для заповнення та проникнення

Двокомпонентні поліефірні шпаклівки використовуються для згладжування нерівностей кузовів автомобілів. Вони складаються з таких матеріалів:

- паста (поліефірна смола, наповнювачі);
- затверджувач (сприяє полімеризації, затвердінню смоли).

Ненасичені поліефірні смоли, збагачені різними наповнювачами, є особливо надійними [2].

Двокомпонентна поліефірна шпаклівка наноситься безпосередньо на шліфований листовий метал кузова. Спочатку для шліфування листового металу використовується грубозернистий наждачний папір (розмір зерна приблизно від Р 60 до Р 80). Для остаточного шліфування використовується наждачний папір із розміром зерна Р 240. Нарешті, з шліфованої поверхні видаляються жир та залишки силікону.

Оскільки поверх шпаклівки можна наносити дрібну шпаклівку, перед фарбуванням необхідно вибрати поліефірну шпаклівку, яка має властивості не тільки максимально заповнювати нерівності, але й мати гладку поверхню, тобто мінімальну кількість пор.

Шпаклівки, що шпаклюють та проникають, виробляються різними способами, і їхня якість може сильно відрізнятись. Якщо до шпаклівки додають добавки, що дозволяють їй швидше затвердіти, це впливає на її термін придатності, термін зберігання тощо. Тому завжди дуже важливо звертати на це увагу. Термін придатності може бути всього 4 хвилини, тоді як термін придатності інших шпаклівок може бути до 40 хвилин. За нормальних умов висихання на відкритому повітрі всі звичайні шпаклівки можна шліфувати приблизно через 20 хвилин.

Шпаклівка з терміном придатності 40 хвилин висихає приблизно за 2 години. Такі повільно висихаючі шпаклівки використовуються для покриття великих нерівностей, тобто використовуються для вантажівок тощо. Для штукатурення великих машин.

Різні шпаклівки відрізняються одна від одної не лише терміном придатності та часом висихання, але й своїми шліфувальними властивостями та властивостями притягування пилу. Це залежить від використаного

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наповнювача. Це особливо важливо враховувати, коли шпаклівка не шліфується одразу після висихання. Різні типи шпаклівки, що пропонуються різними виробниками, можуть мати досить різні властивості та різний склад.

Серед таких нових видів шпаклівок особливо виділяється так звана металева шпаклівка, яка наповнена алюмінієвим порошком. Завдяки металевим добавкам вона має особливу силу притягання. Виробники рекомендують її як заміну олов'яного покриття під час ремонту пошкоджених іржею кузовів автомобілів.

Використовуючи двокомпонентну шпаклівку, необхідно звернути особливу увагу на те, щоб шпаклівка, нанесена на поверхню, була оброблена протягом зазначеного для її використання часу. Таку шпаклівку не можна змішувати з іншою шпаклівкою.

Якщо затверджувач, доданий до шпаклівки, погано перемішати, у шпаклівці залишаються червоні смуги. З цієї причини виникнуть труднощі з висиханням поверхні, можливі зміни кольору при подальшому фарбуванні поверхні. Окрім того, що на пофарбованій поверхні, куди наносилася шпаклівка, можуть з'явитися червоні плями, можуть також з'явитися матові безбарвні плями [3].

Надмірний вміст затверджувача може призвести до просвічування основи кузова в одному місці або появи тріщин. Використання занадто малої кількості затверджувача може призвести до поганого затвердіння шпаклівки.

Поліефірну шпаклівку готують на спеціальному папері або чистому аркуші металу. Шпаклівку та затверджувач змішують до зникнення червоних смуг затверджувача.

Під час змішування шпаклівки із затверджувачем тримайте шпаклівку під кутом приблизно 90 градусів, щоб запобігти утворенню повітряних кишень у шпаклівці. Тримаючи шпаклівку під тим самим кутом, поверхня шпаклюється.

Якщо залишаться плями від шпаклівки, не рекомендується їх фарбувати, оскільки на місці плями зникне блиск поверхні. Плями від шпаклівки завжди

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слід покривати шпаклівкою, щоб створити рівну та невбираючу основу під фарбування.

1.2.2. Шпаклівка низької щільності

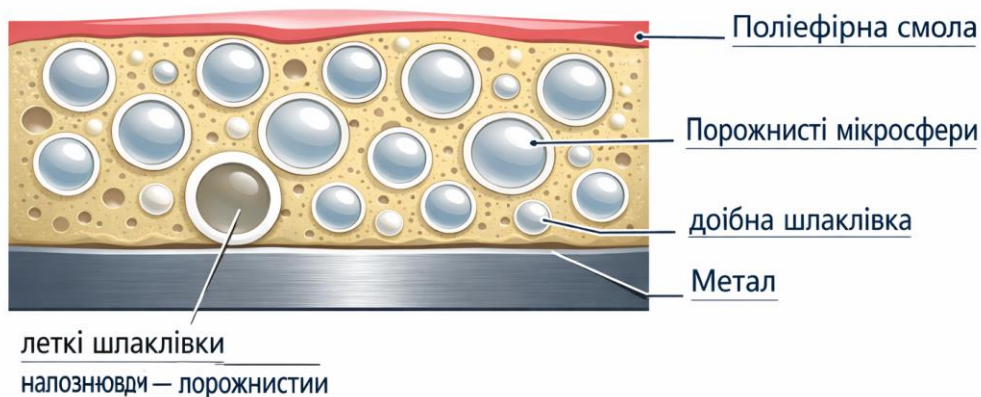


Рисунок 1.2 - Шпаклівка низької щільності

Типи шпаклівок низької щільності такі:

- нітро – універсальна шпаклівка;
- шпаклівка на основі штучної смоли;
- двокомпонентна поліефірна дрібна шпаклівка.

Нітроуніверсальна шпаклівка добре підходить для заповнення поверхонь з невеликими подряпинами та плямами. Її перевага полягає в тому, що її можна використовувати прямо з упаковки, вона надає поверхням особливої гладкості та є відносно дешевою. Однак маляр повинен знати про низку її недоліків.

Нітроуніверсальні шпаклівки, завдяки своїм характеристикам висихання, можна використовувати лише на дуже неглибоко пошкоджених поверхнях. Тому вона в першу чергу призначена для вирівнювання дрібних пор та невеликих нерівностей – якщо поверхня раніше була покрита іншою шпаклівкою, її необхідно добре відшліфувати перед використанням дрібної шпаклівки. Вона може покрити площу приблизно 200 мм². Для її покриття необхідно нанести 4-5 шарів шпаклівки, оскільки універсальна шпаклівка дає

усадку під час висихання. Кожен шар повинен сохнути 30-40 хвилин перед нанесенням наступного. Приміщення повинно бути дуже добре провітрюване, поки поверхня сохне.

Універсальну шпаклівку можна наносити на свіжопідготовлену основу, а також на відшліфований листовий метал. Поверхня шпаклюється шпаклівкою по металу, тому під час шпаклювання потрібно бути обережним, щоб уникнути появи країв шпаклівки. Якщо шар цієї шпаклівки занадто товстий, вона погано сохне і її буде важко шліфувати. Дещо зручніше працювати зі шпаклівкою на основі штучної смоли. Вона висихає за принципом окислення, а її стійкість досягає 80%. Вона залишається еластичною і може наноситися товстішим шаром, максимум до 150 мкм. Якщо шпаклівку шліфувати «мокрим», бажано продовжити час висихання на ніч. Потім зашпакльована поверхня буде покрита шпаклівкою.

Двокомпонентна поліефірна шпаклівка добре справляється з утворенням стійкої, майже невбираючої основи. Цю шпаклівку найкраще використовувати на блискучій жерсті або на поліефірній основі, оскільки на інших поверхнях її гарантія стійкості буде знижена [4].

Все більшої популярності набуває двокомпонентна шпаклівка-розпилювач, яку розпилюють простим фарбопультом. Рекомендується використовувати тиск 3-4 бар для розпилення (як і для фарбування). Для розпилення слід використовувати довший струмінь (діаметр сопла має бути 2,5 мм). При використанні шпаклівки, яка вже готова до розпилення, необхідно враховувати термін придатності, зазначений в інструкції. Якщо температура сушіння занадто висока, поліефірна шпаклівка стає слабкою та може розтріскатися. Тому при сушінні поверхонь, покритих такою шпаклівкою, необхідно враховувати найвищу температуру сушіння, зазначену виробником. Для швидшого висихання поверхні використовуються інфрачервоні промені, оскільки в цьому випадку температуру об'єкта неможливо достатньо добре контролювати. Критична температура всіх

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поліефірних шпаклівок зазвичай становить близько 800°C. Тому сушіння найкраще проводити в сушильній камері [5].

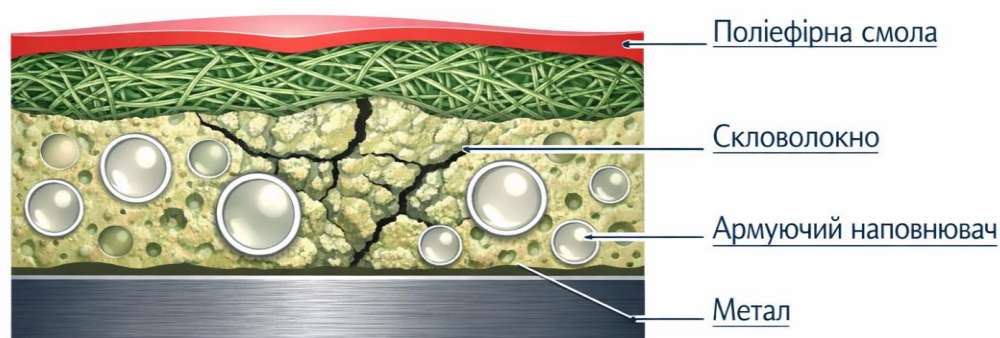


Рисунок 1.3 - Композитна шпаклівка

Шпаклівка зі скловолокном, м'яка, легко шпаклюється та шліфується наждачним папером Р 120-150. Виняткова твердість шпаклівки запобігає утворенню перехідної зони між шпаклівкою та прилеглою поверхнею. Завдяки цій властивості, цю шпаклівку можна використовувати перед ґрунтовкою. Призначення: для заповнення нерівностей на металевих, алюмінієвих та поліефірних скловолокнистих поверхнях. Призначена для сухого шліфування вручну або машиною. Можливе шпаклювання нерівностей та формування бажаних форм. Не забиває наждачний папір. Характеризується хорошою адгезією до поверхні, зміцнює шпаклівку після кузовних ремонтних робіт.

При використанні двокомпонентної шпаклівки необхідно звернути особливу увагу на те, щоб шпаклівка, нанесена на поверхню, була оброблена протягом зазначеного для її використання часу. Цю шпаклівку не можна змішувати з іншими шпаклівками.

Якщо затверджувач, доданий до шпаклівки, не перемішати належним чином, він залишає червоні смуги в шпаклівці. Це спричинить труднощі з висиханням поверхні та можливі зміни кольору при подальшому фарбуванні поверхні. Окрім того, що на пофарбованій поверхні, де була нанесена

шпаклівка, можуть з'явитися червоні плями, також можуть з'явитися матові безбарвні плями.

Занадто багато затверджувача може призвести до того, що кузов буде просвічуватися в одному місці або появи тріщин. Використання занадто малої кількості затверджувача може призвести до поганого затвердіння шпаклівки. [5].

1.2.3 Абразивні матеріали

Наждачний папір — це тонка синтетична тканина, на яку наклеєні абразивні зерна з алюмінію, карбиду кремнію, корунду. Вони склеєні за допомогою сполучної речовини та синтетичної смоли.

Абразивні зерна настільки добре злипаються, що їх важко видалити під механічними навантаженнями та високими температурами. Крім того, покриття покривається абразивом, який не прилипає до пилу та зменшує знос. Абразивний папір міцний та стійкий до розривів. На іншому боці абразивного паперу є число поділу, чим вище число, тим дрібніший абразив [7].

Склад абразивного листа:

- Абразивні мінеральні частинки;
- Клей;
- Основа.

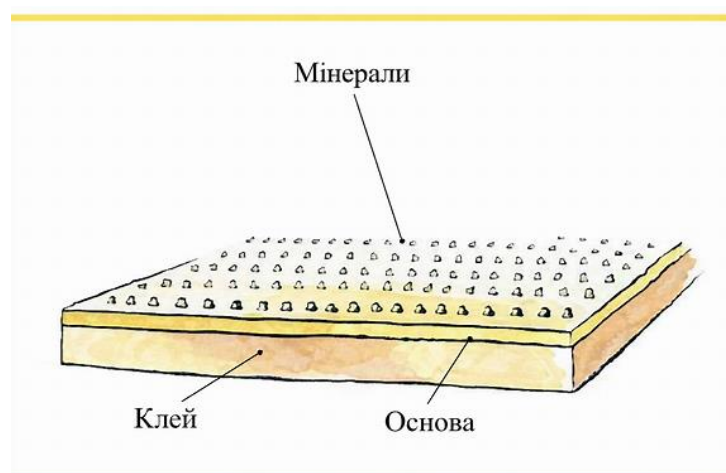


Рисунок 1.4 - Склад абразивного листа

Розмір абразивних частинок визначається за шкалою FERA. FERA – це Європейський союз виробників абразиву. Розмір частинок абразивного листа позначається літерою Р та числом. Число – це кількість мінеральних зерен на одиницю площі. Чим більше число, тим гладкіший абразивний лист. Літера Р – це розмір абразивних частинок за шкалою FERA.

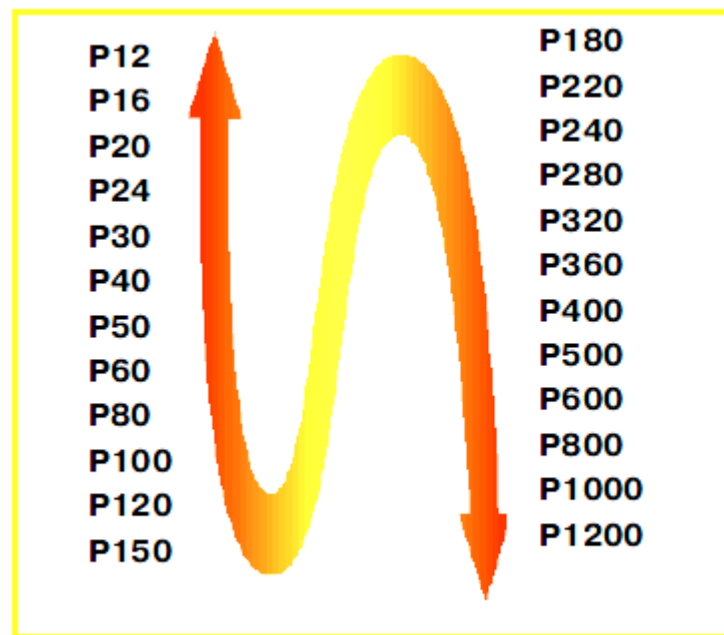


Рисунок 1.5 - Розмір абразивних частинок.

Абразивні матеріали виготовляються відповідно до вимог:

- Призначення (вид роботи);
- Твердість абразивної поверхні, що обробляється;
- Довговічність;
- Екологічність.

Вид абразивних матеріалів:

- Лист;
- Круглий диск;
- Стрічка.

1.2.4 Фарби

Фарби – це органічні кольорові пігменти, розчинені в смолі.

Склад фарби:

- Пігменти – забезпечують необхідний колір, напівпрозорість;
- Смоли – зв'язують компоненти в тверду плівку (акрил);
- Розріджувач – забезпечують необхідну густоту консистенції фарби;
- Добавки – покращують якість та властивості фарби (каталізатори, антиоксиданти, еластифікатори).

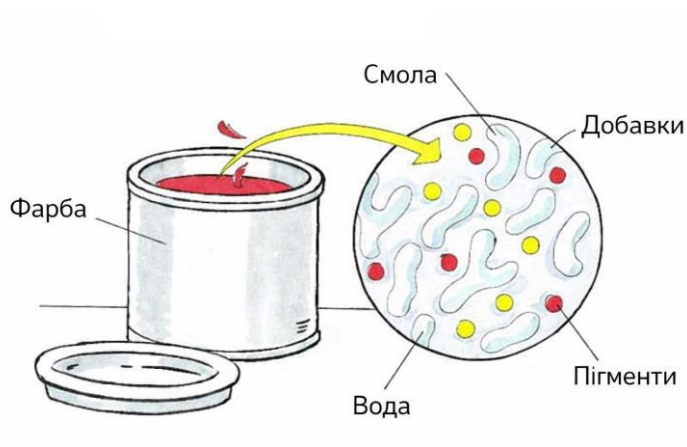


Рисунок 1.6 - Базова фарба на водній основі

Характеристики водоемульсійних базових фарб повністю відповідають характеристикам фарб на основі розчинників [6].

- Переваги водоемульсійних базових фарб:
- Вони містять на 90% менше розчинника, ніж звичайні базові фарби, що робить цей продукт надзвичайно екологічним;
- Точні формули кольорів;
- Швидкий та точний підбір кольору;
- Не потрібно використовувати змішувальні валики, просто струсіть;
- Після заливання фарба придатна для використання протягом тривалого часу;
- Можливість вибору ґрунтовки відповідно до кольору фарби;
- Легко ремонтувати невеликі ділянки;

- Хороша покривна здатність;
- Яскраві та прозорі кольори після лакування;
- Довговічність;
- Дуже хороша адгезія.



Рисунок 1.7 - Склад водоемульсійних фарб

Барвники – це органічні кольорові пігменти, розчинені в смолі.

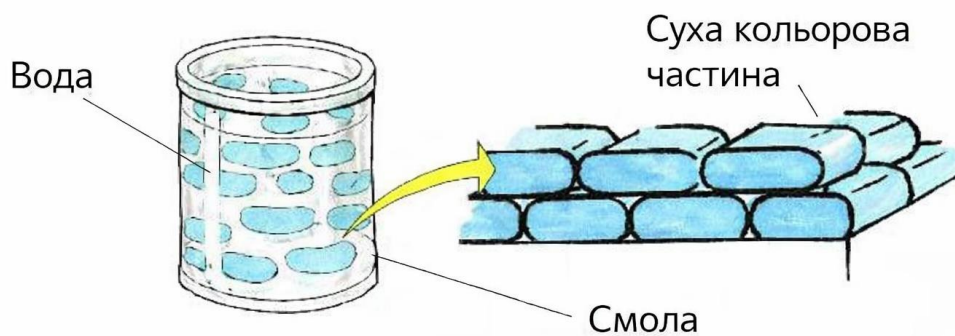


Рисунок 1.8 - Лакофарбовий матеріал

Лак – це речовина, яка не містить пігментів. При розпиленні лак утворює прозору плівку, яка захищає фарбу від впливу навколишнього середовища та надає їй блиску.

Склад лаку:

- Смола;
- Розчинник;
- Наповнювачі.



Рисунок 1.9 – Лак

Лак, що використовується в ремонті автомобілів, це MS, HS, VHS: MS – середнє наповнення, кількість сухих речовин у лаку середня. HS – високе наповнення. VHS – дуже високе наповнення, кількість сухих речовин у лаку до 82%.

1.2.5 Обладнання



Рисунок 1.10 - Чотири шпателі з нержавіючої сталі для згладжування нерівностей на кузові автомобіля. [6]

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.11 - Пневматична шліфувальна машина

Одноручна шліфувальна машина RUPES RA150A. Ексцентрикова орбітальна пневматична шліфувальна машина одноручна RA150A. Інструмент для фінішного шліфування з пиловідсмоктуванням. У комплекті шліфувальна тарілка на липучці з 6 отворами, кнопка швидкого зняття тарілки. Плавне регулювання швидкості. Захисна діафрагма захищає підшипники та двигун від пилу. Технічні характеристики: Ексцентриковий хід 5 мм. Кількість обертів до 11000 об/хв. Робочий тиск 6 бар. Витрата повітря 380 л/хв. Вага – 0,75 кг [4].

DeVILBISS GTi HD – це професійний розпилювач нового покоління для фарбування та лакування. Корпус розпилювача легкий, тому він не втомлює руку. Підходить для перламутрових, фарб на основі розчинників та водоемульсійних фарб. Ви можете вибрати одну з трьох моделей: звичайний розпилювач з баком зверху (гравітаційна чашка), розпилювач з баком знизу (всмоктування) та напірна модель з баком знизу (тиск). Для всіх цих моделей можна вибрати різні повітряні головки з різною продуктивністю [3].

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

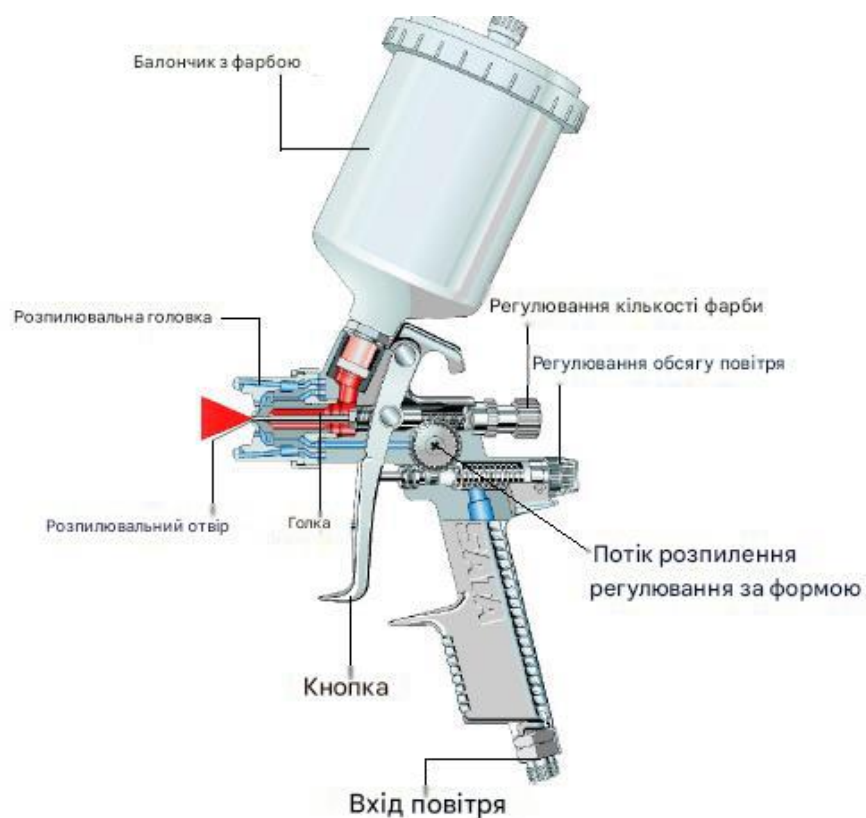


Рисунок 1.12 - Розпилювач для лаків, фарб, ґрунтовок



Рисунок 1.13 - Інфрачервона сушарка AUNLCH TBM-131 [2].

Усі 3 лампи можна переміщувати вздовж колони сушарки, що робить її гнучкою у використанні;

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інфрачервона сушарка AUNLCH TBM-131 може використовуватися для сушіння автомобільної пластикової шпаклівки, двокомпонентних фарб та емульсійних фарб;

Завдяки компактній конструкції та різним варіантам транспортування, це сервісне обладнання особливо підходить для середніх та малих майстерень;

Відмінний вибір для сушіння фарби спереду, ззаду, на даху та з боків автомобіля.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ КУЗОВНИХ ДЕТАЛЕЙ ДО ВІДНОВЛЕННЯ ТА ФАРБУВАННЯ

Технологічний процес відновлення кузовного елемента з пошкодженим лакофарбовим покриттям (на прикладі переднього крила) передбачає проведення комплексу ремонтних робіт для відновлення експлуатаційних властивостей деталі, що розпочинається з первинного очищення поверхні водно-мильним розчином для видалення водорозчинних та органічних забруднень із подальшим знежиренням зони ремонту спеціалізованим антисиліконом для усунення залишків мастильних матеріалів [8].



Рисунок 2.1 - Деталь кузова, що ремонтується.

Технологічний етап підготовки кузовної поверхні до нанесення вирівнювальних матеріалів передбачає механічне зачищення зони дефекту та прилеглого старого лакофарбового покриття (ЛФП) до чистого металу за допомогою абразивних дисків зернистістю Р80. Для запобігання утворенню дефектів покриття, нерівномірному нанесенню шпаклівки й ґрунтовки, а також для виключення ризику контамінації (забруднення) поверхні осідаючим

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пилом, підготовчі та фарбувальні роботи заборонено проводити у запилених приміщеннях. Обов'язковою умовою забезпечення адгезії та довговічності відновленого ЛФП є ретельне і повне видалення осередків корозії та залишків старої фарби, що вимагає суворого дотримання часових регламентів і технологічної дисципліни на кожній стадії підготовки.



Рисунок 2.1 - Шліфування абразивним диском Р 80.

Шпаклювальний матеріал наноситься послідовними шарами, причому максимальна товщина одного шару не повинна перевищувати 3 мм. Нанесення виконується шпателем за допомогою перехресних рухів у вертикальному та горизонтальному напрямках, що забезпечує рівномірне заповнення пор і покращує механічну адгезію суміші з підкладкою. Загальна кількість шарів визначається ступенем деформації та нерівності відновлюваного кузовного елемента, а регламентований час полімеризації (висихання) нанесеного шару за базової температури +20 °С становить до 30 хвилин.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 - Шпаклювання деталі

Шліфування є однією з основних операцій у кузовному ремонті автомобіля, у всьому комплексі ремонтних робіт. Його якості приділяється особлива увага. Погано оброблена шпаклівка шкодить подальшому процесу ґрунтування та фарбування.



- 1 - набір абразивних дисків різної зернистості, 2 - електрична орбітальна шліфувальна машинка, 3 - гумові та поролонові шліфувальні блоки, 4 - губки та спонж-пади 3М

Рисунок 2.4 - Інструменти, що використовуються для обробки шпаклівки

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний етап абразивного оброблення шпаклівки виконується виключно сухим способом за допомогою ручного та механізованого інструмента з твердою робочою підшвою, що забезпечує ефективне площинне вирівнювання нерівностей кузовного елемента. Первинне (грубе) шліфування нанесеного матеріалу здійснюється абразивом зернистістю Р80. Для мінімізації ризику просідання матеріалу та усунення глибоких рисок на оброблюваній поверхні застосовують правило градації абразивних матеріалів із кроком зміни зернистості (параметр Р) не більше 100 одиниць (наприклад, послідовна схема: Р80 – Р180 – Р240). Використання мокрого способу шліфування із застосуванням води суворо заборонено, оскільки пориста структура шпаклівки абсорбує вологу, що призводить до її проникнення до сталевих листа, інтенсивної підплівкової корозії металу та подальшого руйнування лакофарбового покриття [9].



Рисунок 2.5 - Шліфування деталі абразивним листом Р 80.



Рисунок 2.6 - Шліфування деталі абразивним диском Р 220.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 21. Деталь підготовлена до грунтування.

Поліефірну шпаклівку наносять лише на голі сталеві деталі. Вона погано тримається на оцинкованій сталі, тому використовується універсальна шпаклівка. Якщо ми збираємося шпаклювати оцинковану деталь поліефірною шпаклівкою, ми розпилюємо епоксидну грунтовку під шпаклівку [10].

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ

Варіанти технології шпаклювання, складені з урахуванням можливого використання двокомпонентних автомобільних шпаклівок, компонентами яких є паста (поліефірна смола, тальк, доломіт, барит) затверджувач.

Готують три однакові зразки, потім поверхню зразків з листового металу шорсткують, знежирюють серветкою перед шпаклюванням. Сталевим шпателем шпаклівку змішують з різною кількістю каталізатора та наносять на три однакові зразки. Для всіх трьох зразків встановлюють різний час висихання. Рекомендована кількість затверджувача на 100 грамів шпаклівки становить від 2 грамів до 3 грамів.



Рисунок 3.1 - Зразок №1 (дозування затверджувача: 1 г / 100 г)



Рисунок 3.2 - Зразок №2 (дозування затверджувача: 2,5 г / 100 г)

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.3 - Зразок №3 (дозування затверджувача: 4 г / 100 г)

Інфрачервона сушарка має три лампи: сушильні лампи з прозорим матовим склом, які генерують тепло, пристрій має значний вплив на пофарбовані поверхні, хороша адгезія та швидке висихання Рисунок 1.12. Час, температура та висота встановлюються на панелі сушарки. Якщо висота неправильна, лунає попереджувальний звук.

3.1 Параметри нагріву



Рисунок 3.4 - три зразки піддаються сушінню за температури 40 °С, при цьому до 100 г шпаклівки додано різну кількість затверджувача (1 г, 2,5 г та 4 г відповідно)

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Характеристики сушіння першого зразка

Назва	Температура сушіння, °С	Час сушіння, хв	Кількість затверджувача, г	Примітки
1-ша група зразків	40	80	1	Затвердів, але забиває шліфувальний папір
	40	50	2.5	Затвердів, шліфується добре
	40	60	4	Схопився лише на поверхні, всередині залишився м'яким

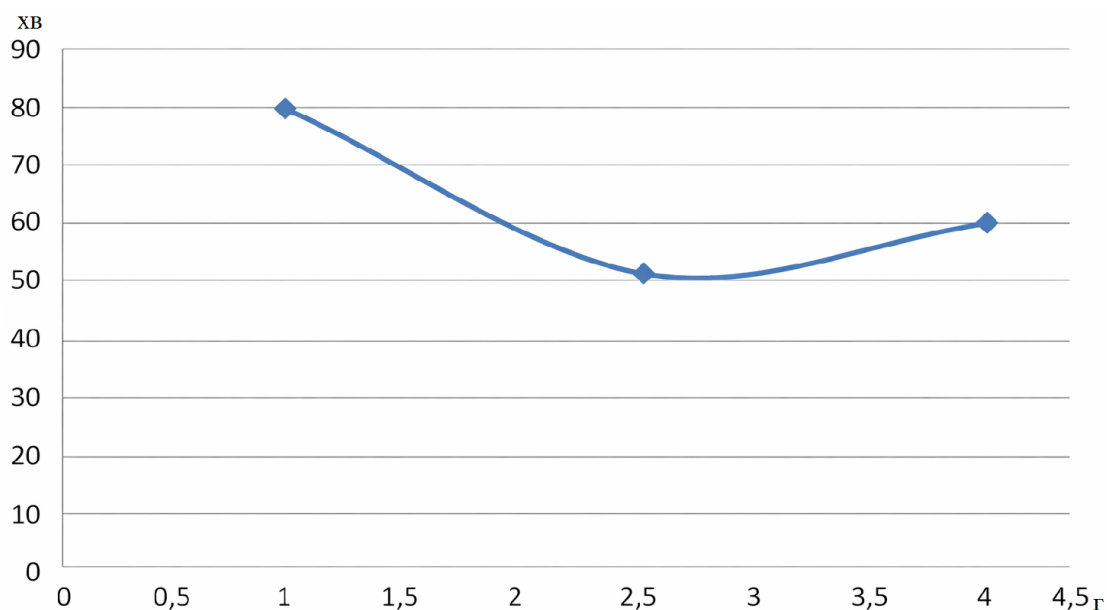


Рисунок 3.5 - Час висихання першої групи зразків при 40 °С.

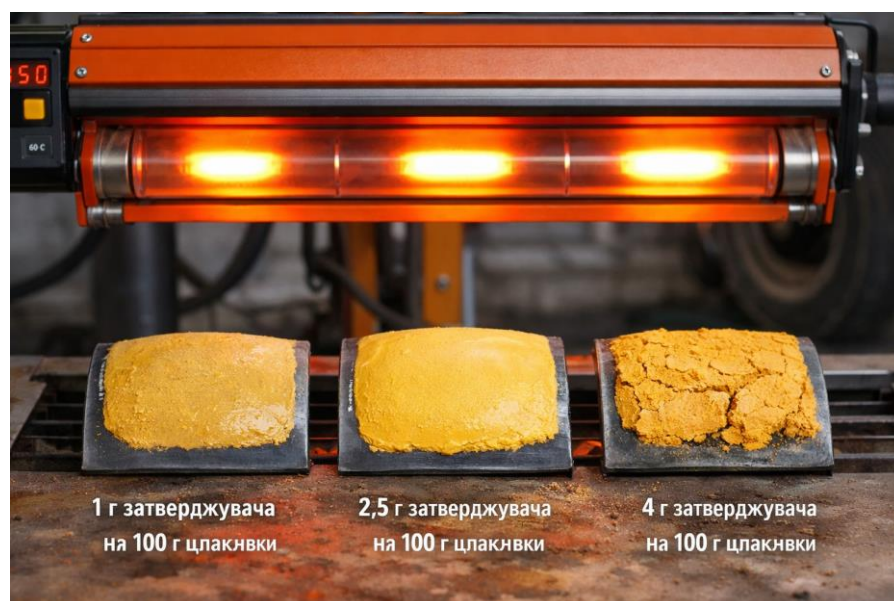


Рисунок 3.6 - Три зразки піддаються сушінню за температури 60 °С, при цьому до 100 г шпаклівки додано різну кількість затверджувача (1 г, 2,5 г та 4 г відповідно)

Таблиця 3.2 - Характеристики сушіння другого зразка

Назва	Температура сушіння, °С	Час сушіння, хв	Кількість затверджувача, г	Примітки
2-га група зразків	60	80	1	Затвердів, але забиває шліфувальний папір
	60	50	2.5	Затвердів, шліфується добре
	60	60	4	Схопився лише на поверхні, всередині залишився м'яким

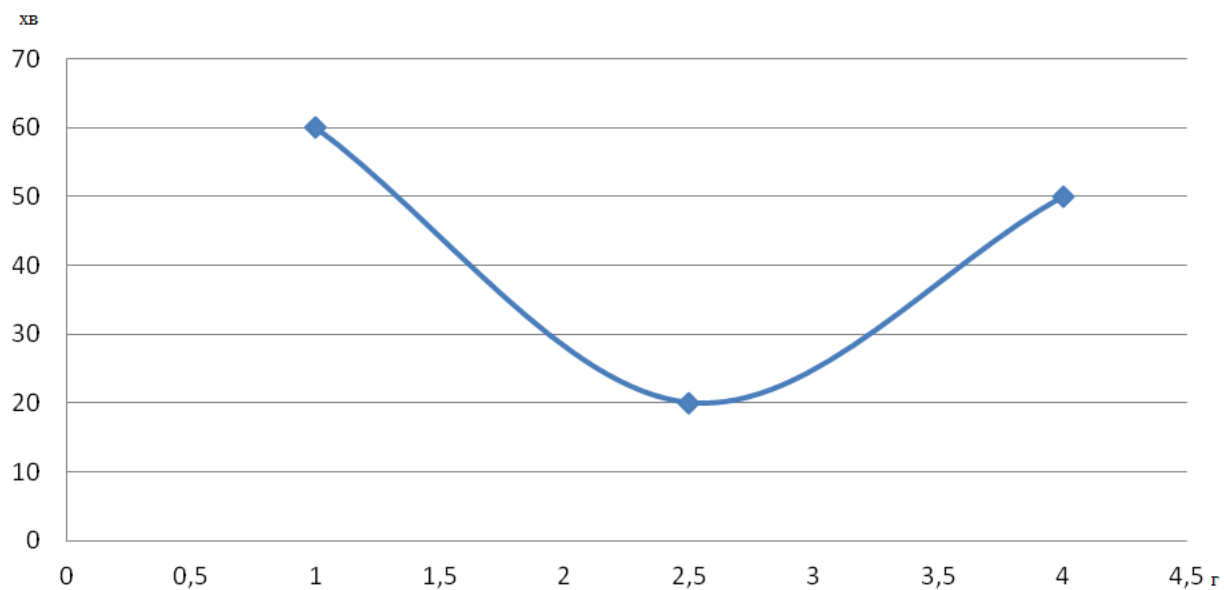


Рисунок 3.7 - Час висихання другої групи зразків при 60 °С.



Рисунок 3.8 Три зразки піддаються сушінню за температури 80 °С, при цьому до 100 г шпаклівки додано різну кількість затверджувача (1 г, 2,5 г та 4 г відповідно)

Таблиця 3.3 - Характеристики сушіння третього зразка

Назва	Температура сушіння, °С	Час сушіння, хв	Кількість затверджувача, г	Примітки
3-тя група зразків	80	80	1	Затвердів, але забиває шліфувальний папір
	80	50	2.5	Затвердів, шліфується добре
	80	60	4	Схопився лише на поверхні, всередині залишився м'яким

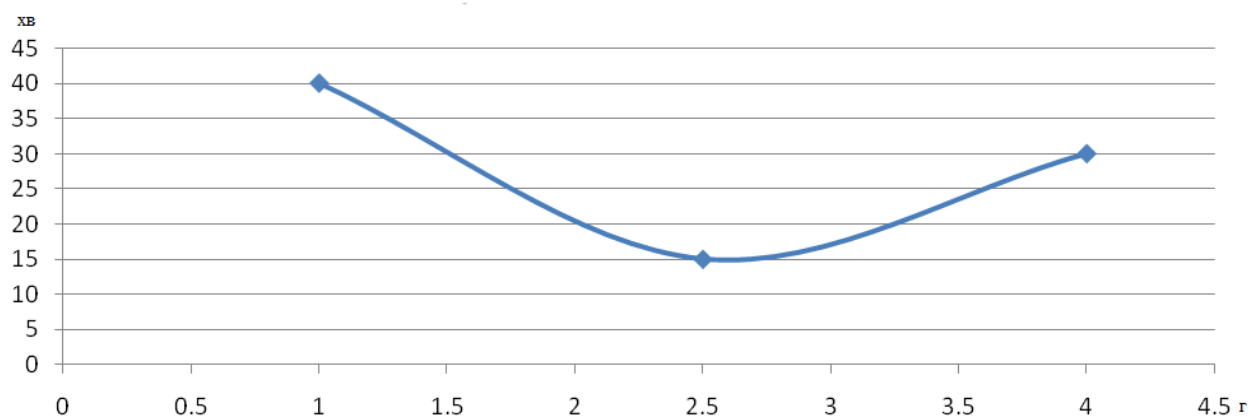


Рисунок 3.9- Час висихання другої групи зразків при 80 °С.

На зображеннях (26, 28, 30) Після встановлення відстані згідно з технологією 800 міліметрів від нагрітих зразків та встановлення температури 40, 60 та 80 градусів, біля висушених зразків розмістили термометр, і я стежив, щоб температура нагрівання відповідала нагрітим поверхням. Після сушіння зразки необхідно охолодити.

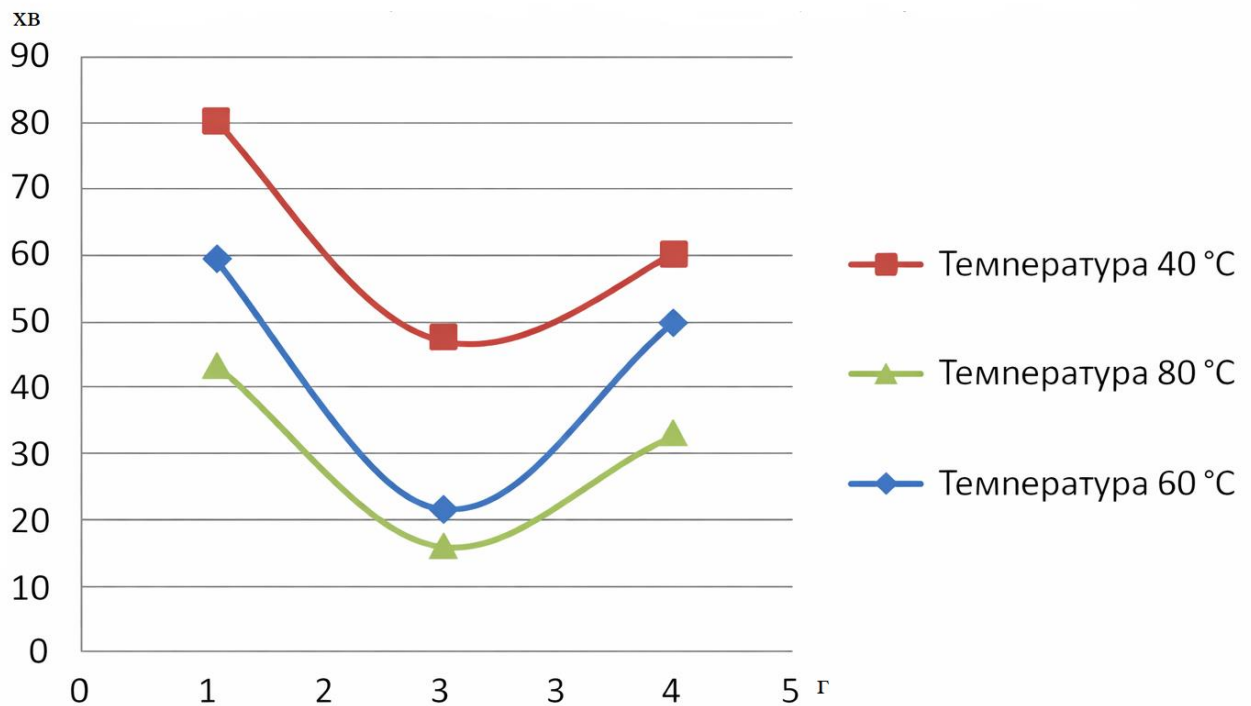


Рисунок 3.10 - Загальний графік для температур сушіння 40, 60 та 80 градусів.

3.2 Випробування зразків на еластичність

Коли зразки охолонули, було вирішено зігнути їх за допомогою висохлої шпаклівки. Для згинання використовувався слюсарний затискач, в якому зразок із висохлою шпаклівкою фіксувався за різних температур і різної кількості затверджувача. Під час згинання штангенциркулем вимірювали, на скільки міліметрів стиснення шпаклівка стає нееластичною та починає тріскатися.

3.2.1 Характеристики згину першого зразка



Рисунок 3.11 - Зразок до згинання

Після вимірювання першого зразка розміри між краями затискача становили 70 міліметрів, куди додавали 100 г шпаклівки з 1 г затверджувача та сушили при температурі 40 градусів. Шпаклівка сохла 80 хвилин.



Рисунок 3.12 - Розміри зразка після згинання

Після стиснення, поки шпаклівка не тріснула, після вимірювання залишилося 35 міліметрів.



Рисунок 3.13 - Зразок №2 перед згинанням

Розміри другого зразка перед стисненням становили 70 мм ; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 2,5 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 40 градусів протягом 50 хвилин.



Рисунок 3.14 - Розміри зразка після згинання

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 45 мм.



Рисунок 3.15 - Зразок №3 перед згинанням

Розміри третього зразка перед стисненням становили 70 мм; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 4 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 40 градусів протягом 60 хвилин.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.16 - Зразок №3 після згинання

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 19 мм.

Таблиця 3.4 -Характеристики згинання зразка

Назва	Одиниці вимірювання	Початковий розмір перед стисненням	Розмір після стиснення	Різниця між початковим розміром та розміром після стиснення
1-ша група зразків	мм	70	26	44
	мм	70	30	40
	мм	70	21	49

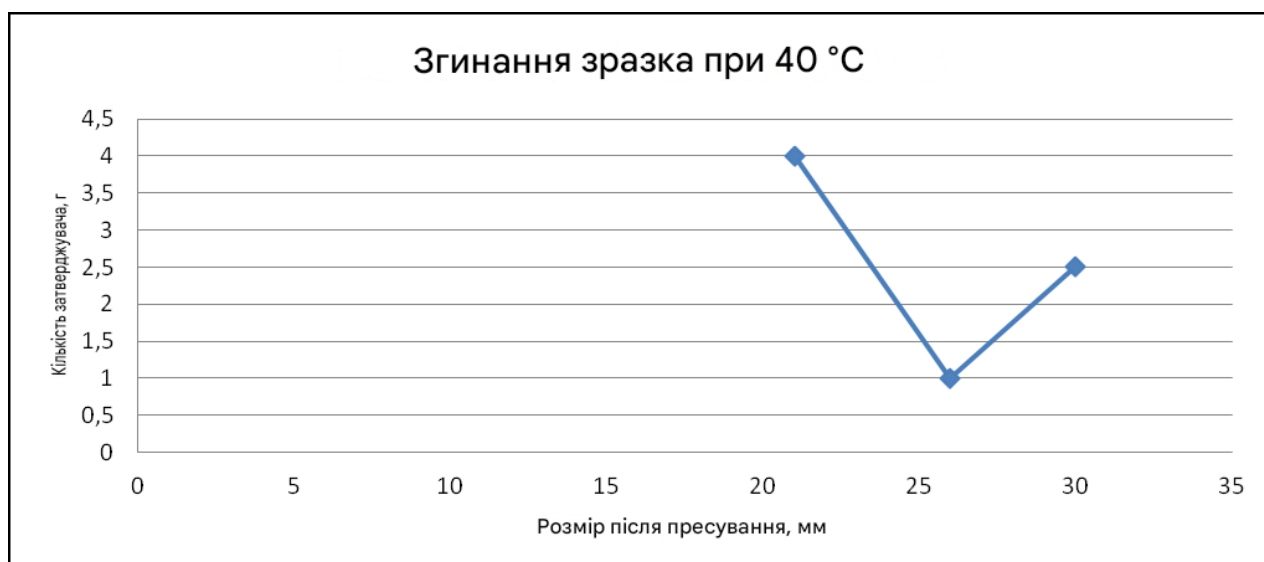
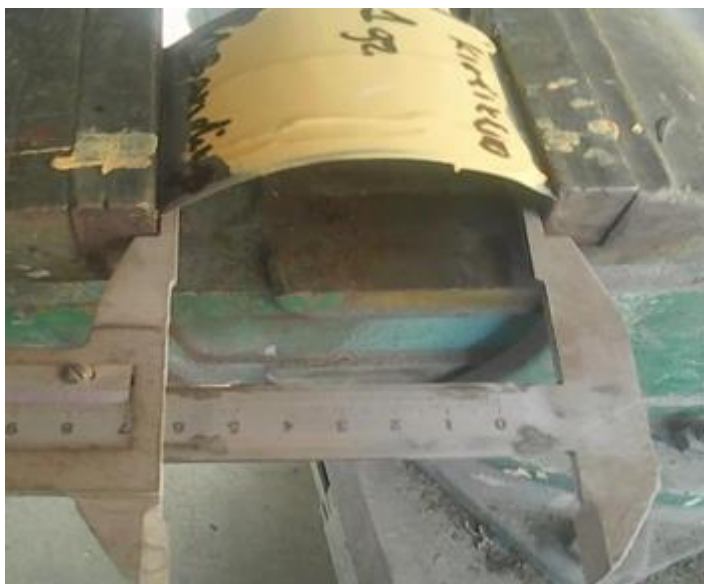


Рисунок 3.17 – Графік згинання зразка за температури 40 °С

3.2.2 Характеристики деформації вигину другого зразка

При вимірюванні першого зразка відстань між губками лещат становила 70 мм; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 1 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 60 градусів протягом 60 хвилин



Рисунк 3.18 - Зразок №1 до згинання



Рисунок 3.19 Зразок №1 після згинання



Рисунок 3.20 - Зразок №2 до зминання

Розміри другого зразка перед стисненням становили 70 мм ; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 2,5 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 60 градусів протягом 20 хвилин.



Рисунок 3.21 - Зразок №2 після згинання

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 45 мм.



Рисунок 3.22 - Зразок №3 перед згинанням

Розміри третього зразка перед стисненням становили 70 мм; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 4 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 60 градусів протягом 50 хвилин.



Рисунок 3.22 - Зразок №3 після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 19 мм.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 - Характеристики згинання зразка» **або** «Характеристики вигину зразка

Назва	Одиниці вимірювання	Початковий розмір перед стисненням	Розмір після стиснення	Різниця між початковим розміром та розміром після стиснення
2-га група зразків	мм	70	28	42
	мм	70	40	30
	мм	70	27	43

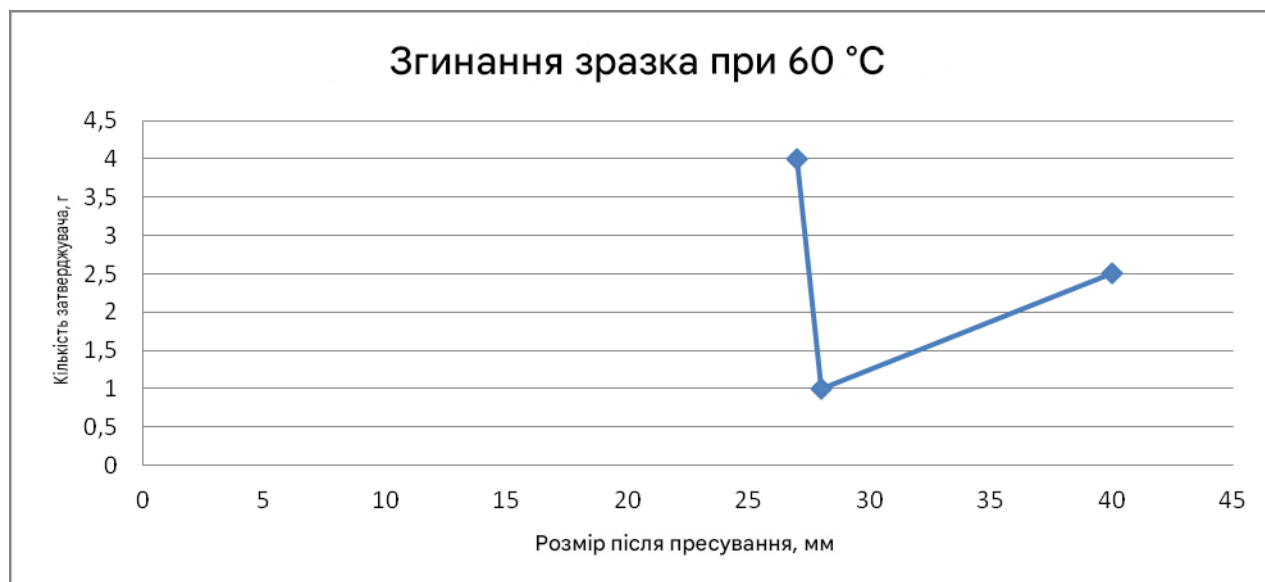


Рисунок 3.23 - Згинання зразка за температури 60 °С

3.2.3 Характеристики деформації вигину третього зразка



Рисунок 3.24 - Зразок №1

При вимірюванні першого зразка відстань між губками лещат становила 73 міліметри; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 1 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 80 градусів протягом 40 хвилин



Рисунок 3.25 - Розміри зразка №1 після згинання

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 35 міліметрів.



Рисунок 3.26 - Зразок №2

Розміри другого зразка перед стисненням становили 70 мм (рис. 49); при цьому на 100 г шпаклівки було додано 2,5 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 80 градусів протягом 15 хвилин.



Рисунок 3.27 - Зразок №2

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 45 мм.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.28 - Зразок №3 перед згинанням

Розміри третього зразка перед стисненням становили 70 мм; при цьому на 100 г шпаклівки було додано 4 г затверджувача, а сушіння проходило за температури 80 градусів протягом 30 хвилин.



Рисунок 3.29 - Зразок №3

Після стиснення до моменту розтріскування шпаклівки вимірний залишок становив 19 мм.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 - Характеристики згинання зразка

Назва	Одиниці вимірювання	Початковий розмір перед стисненням	Розмір після стиснення	Різниця між початковим розміром та розміром після стиснення
3-тя група зразків	мм	70	29	41
	мм	70	44	26
	мм	70	28	32



Рисунок 3.30 - Згинання зразка за температури 80 °C

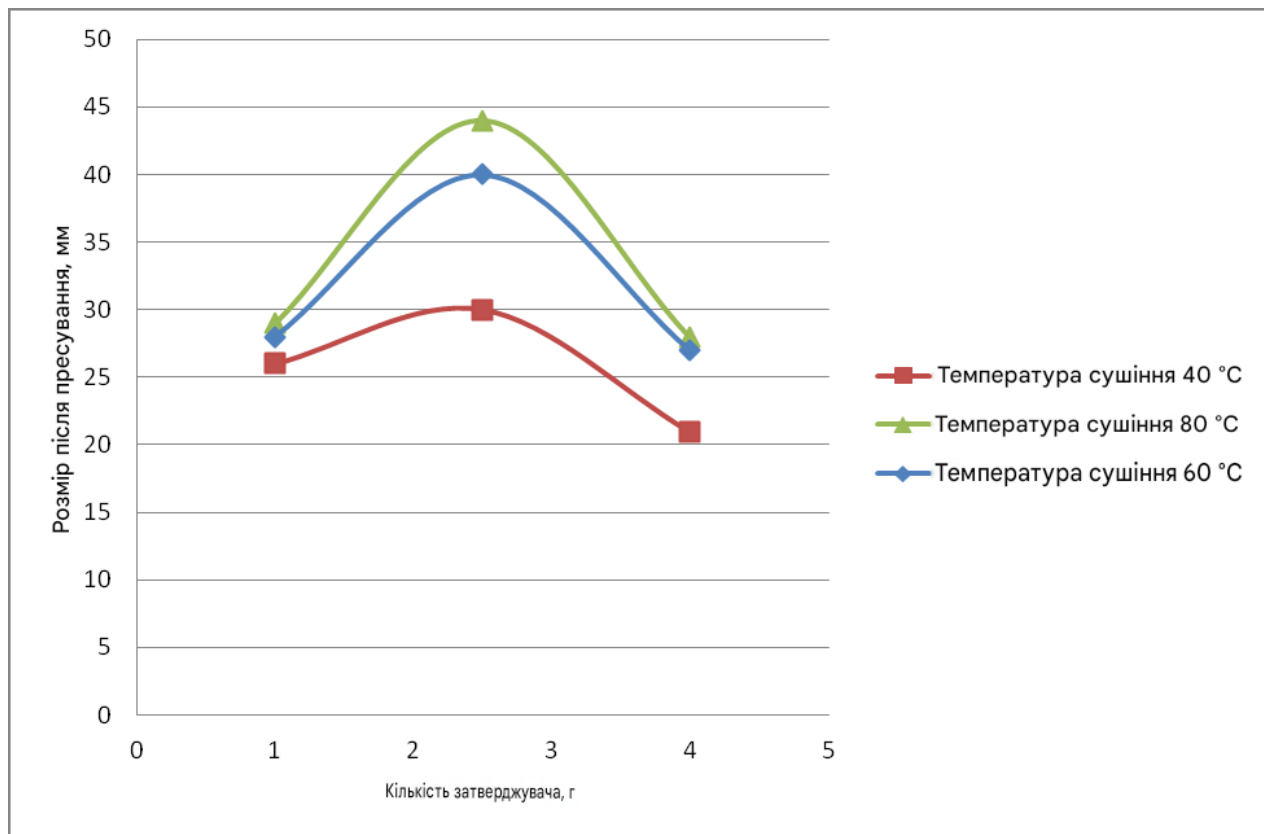


Рисунок 3.31 – Графік згинання зразка за трьох різних температур: 40, 60 та 80 °C

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Висновки:

Проблеми, що перешкоджають досягненню продуктивності праці під час шпаклювання автомобіля:

Недотримання технологій шпаклювання автомобільного кузова призводить до виникнення різних проблем, псування шпаклівок, шліфувального паперу, ґрунтовок, фарб, а також до втрати часу та скорочення терміну служби зашпакльованих поверхонь;

Враховуючи те, що автомобільні шпаклівки повинні готуватися суворо відповідно до технологій, що вимагаються виробниками.

Найбільший вплив на якість має затверджувач для шпаклівки. Залежно від кількості затверджувача у шпаклівці тривалість твердіння може змінюватися, тобто збільшуватися або зменшуватися. Тривалість висихання шпаклівки залежить від використовуваного обладнання, тому на залежність тривалості твердіння безпосередній вплив мають режими сушіння. Оскільки ефективними є температура сушіння 60 градусів і кількість затверджувача, що додається за технологією, від 2 до 2,5 грама на 100 грамів шпаклівки.

Встановлено, що при використанні необхідних пропорцій шпаклівки та затверджувача матеріал після затвердіння залишається еластичним, не виникає жодних повітряних порожнин чи тріщин, він не забиває шліфувальний папір і добре піддається обробці.

На основі проведеного аналізу встановлено, що при додаванні у шпаклівку меншої кількості затверджувача вона затвердіває не повністю і залишається крихкою, м'якою, забиває шліфувальний папір, що робить неякісним як процес обробки, так і подальші етапи — ґрунтування та фарбування, оскільки виникають різні дефекти.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведеним дослідженням визначено, що при додаванні у шпаклівку більшої кількості затверджувача згущується (схоплюється) лише поверхня, тоді як у глибині матеріал залишається незатверділим.

Дослідженням зразків на згинання встановлено, що при меншій або більшій кількості затверджувача зразки згинаються сильніше до моменту розтріскування, оскільки шпаклівка залишається не повністю затверділою.

Пропозиції:

Обладнати автомайстерні з ремонту кузовів дозаторами для шпаклівки та затверджувача, щоб їхнє дозування здійснювалося у рекомендованих пропорціях — це дозволить уникнути подальших дефектів (помилки) у процесі виробництва.

Після встановлення дозаторів для шпаклівки та затверджувача провести навчання персоналу щодо правил користування ними.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Development of a novel hyperbranched unsaturated polyester resin: Synthesis, characterization, and potential applications in car body putty / Current Chemistry Letters. — 2024. — Vol. 13(2). — P. 325-334.

2. Improving adhesion strength between steel and 2K polyurethane coatings via organic-inorganic hybrid nanoparticles / Progress in Organic Coatings. — 2024. — Vol. 189. — Art. 108346.

3. Effectiveness of Bonding Steel Elements with Polyester Powder Paint Coatings / Applied Sciences. — 2023. — Vol. 13(18). — P. 10059.

4. Polyurethane structural adhesives applied in automotive composite joints: Temperature effects on substrate rupture / Journal of Adhesion Science and Technology. — 2018. — Vol. 32. — P. 112–124.

5. The Kinetics of Curing Processes in Unsaturated Polyester Resins with Organic Peroxide Catalysts / Polymer Engineering & Science. — 2021. — Vol. 61(4). — P. 1045-1057.

6. Єрмаков В. Ю., Черниш О. С. Модернізація дільниці з кузовного ремонту легкових автомобілів на СТО // Молода академія: збірник праць. — Дніпро, 2021. — С. 142–145.

7. Аулін В. В., Голуб Д. В. Особливості застосування ресурсозберігаючих технологій під час відновлення кузовних деталей автомобілів // Інноваційні технології розвитку автомобільного транспорту: матеріали конференції. — Кропивницький: ЦНТУ, 2022. — С. 88–91.

8. Войтов В. А., Кайдалов Р. О. Технологічне забезпечення якості багат шарових захисно-декоративних покриттів кузовів транспортних засобів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. — 2020. — Вип. 204. — С. 112–119.

9. Грицук І. В., Волков В. П. Удосконалення технологічних процесів усунення деформацій та підготовки кузовних панелей до пофарбування в

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умовах сервісних підприємств // Автомобільний транспорт. — 2019. — Вип. 44. — С. 34–41.

10. Мацепуро М. М. Дослідження деформаційних властивостей та еластичності полімерних композитів, що застосовуються в авторемонті // Фізико-хімічна механіка матеріалів. — 2021. — № 3. — С. 75–81.

					БР.АТ-12.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплект ілюстративного матеріалу до захисту бакалаврської роботи

студента групи АТ-22-1

Конопади Сергія Васильовича

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КУЗОВА АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Науковий керівник: доц. Гнип М.М.

Івано-Франківськ
2026р.

Актуальність.

Актуальність теми. У зв'язку зі стрімким розвитком автомобільної промисловості в суспільстві значно зростає загальний рівень автомобілізації, а на дорогах збільшується кількість автомобілів. Таке зростання спричиняє дедалі більшу кількість дорожньо-транспортних пригод, унаслідок яких автомобілі зазнають різного роду пошкоджень. Крім того, і без того застарілий автомобільний парк продовжує старіти, що призводить до появи все більшої кількості експлуатаційних несправностей. Тому необхідно приділяти дедалі більше уваги технічному обслуговуванню та ремонту кузовів автомобілів.

Метою роботи - є удосконалення технологічного процесу кузовного ремонту на СТО шляхом оптимізації режимів сушіння та пропорцій компонентів автомобільної шпаклівки для підвищення еластичності й якості покриття.

Об'єкт дослідження - Технологічний процес відновлення (ремонт) кузовів автомобілів в умовах станції технічного обслуговування із застосуванням двокомпонентних поліефірних шпаклівок.

Завдання роботи:

Проаналізувати сучасний стан технологій кузовного ремонту, номенклатуру матеріалів, абразивів, фарб та обладнання, що використовуються на СТО.

Експериментально визначити залежність тривалості висихання та твердіння матеріалу від температурних режимів нагріву (40 °C, 60 °C, 80 °C).

Провести механічні випробування дослідних зразків на згинання (вигин) для оцінки залишкової деформації до моменту розтріскування шпаклівки.

Розробити практичні пропозиції щодо впровадження дозувального обладнання в умовах кузовних дільниць СТО для підвищення продуктивності праці.



Рисунок 1 - Группы шпаклівок

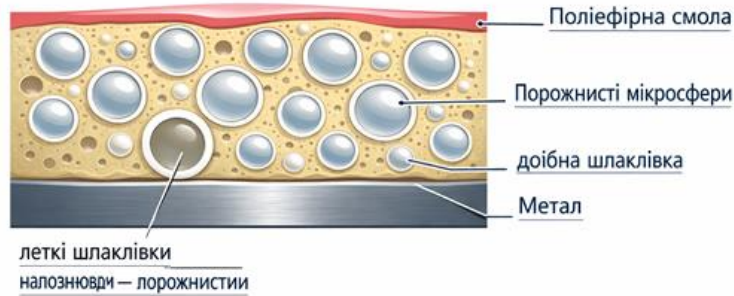


Рисунок 2 - Шпаклівка низької щільності

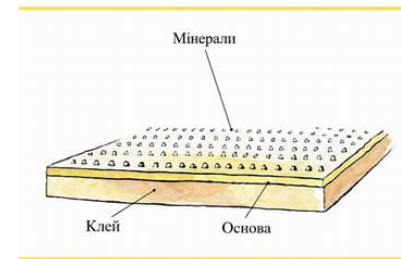


Рисунок 3 - Склад абразивного листа

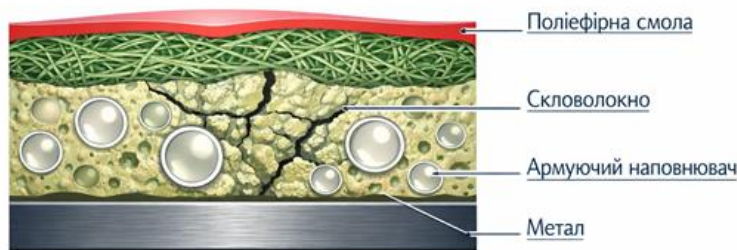


Рисунок 4 - Композитна шпаклівка

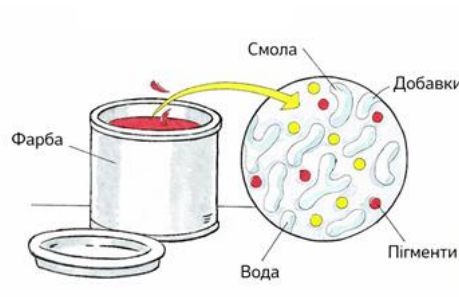


Рисунок 5 - Базова фарба на водній основі

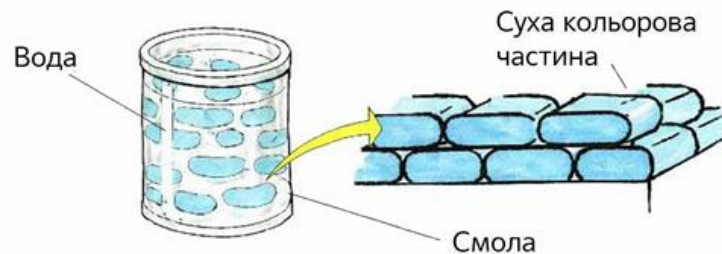


Рисунок 6 - Лакофарбовий матеріал



Рисунок 7 - Склад водоемульсійних фарб

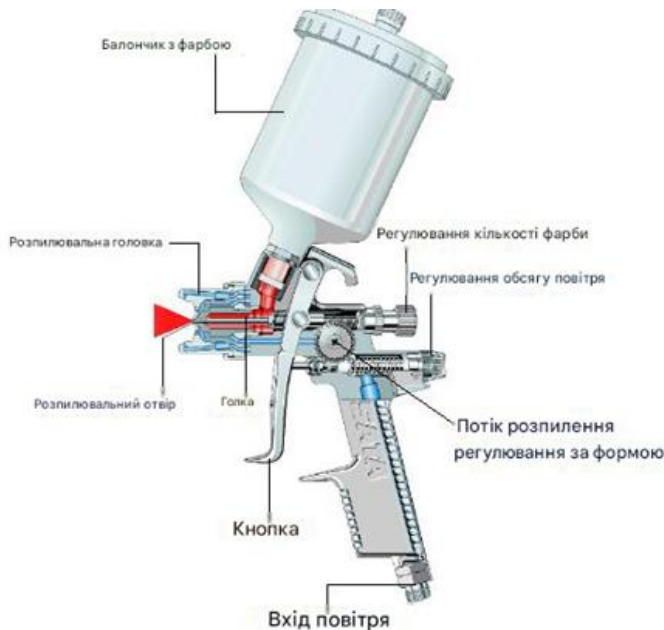


Рисунок 8 - Чотири шпателі з нержавіючої сталі для згладжування нерівностей на кузові автомобіля



Рисунок 9 - Пневматична шліфувальна машина

Тип приводу	Пневматичний (стиснене повітря)
Діаметр робочої підшви	150 мм
Хід ексцентрика (орбіта)	5 мм
Частота обертання	до 11 000 об/хв
Робочий тиск повітря	6 бар
Максимальна витрата повітря	380 л/хв
Резьба шпінделя (підшви)	5/16"
Тип кріплення абразиву	Липучка (Velcro)
Кількість отворів у підшві	15 отворів (Multihole)
Вага інструмента	0,950 кг



Тип системи розпилення	Trans-Tech (Compliant / Знижений тиск)
Рекомендований тиск на вході	2,0 бар (29 psi)
Споживання повітря	280–350 л/хв (залежно від голови T чи T2)
Різьба повітряного штуцера	1/4" Універсальна (G 1/4 & 1/4 NPS)
Різьба матеріального каналу	3/8" BSP (для бачків системи DeVilbiss)
Місткість штатного бачка	500 мл (Ацеталевий, антистатичний)
Продуктивність по матеріалу	160–200 мл/хв
Ширина еліпсу факела	285–310 мм
Вага фарбопульта (без бачка)	585 г



Рисунок 11 - Інфрачервона сушарка AUNLCH TBM-131

Рисунок 10 - Розпилювач для лаків, фарб, ґрунтовок



Рисунок 12 - Деталь кузова, що ремонтується)



Рисунок 13 - Шліфування абразивним диском Р 80

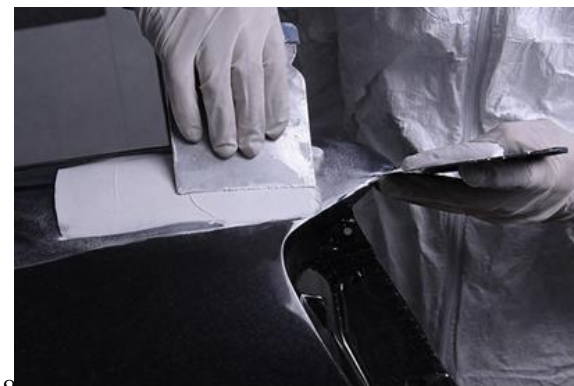


Рисунок 14 - Шпаклювання деталі



Рисунок 15 - Шліфування деталі абразивним листом Р 80.

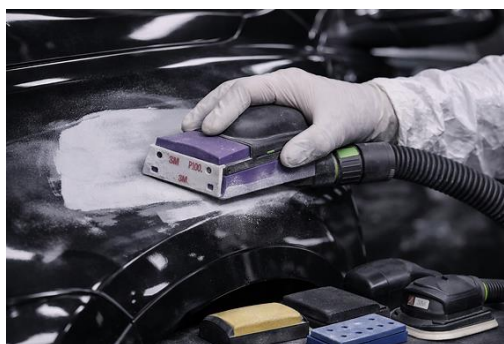


Рисунок 16 - Шліфування деталі абразивним диском Р 220.



Рисунок 17 - Деталь підготовлена до ґрунтування.

Результати дослідження

5



Рисунок 18 - Зразок №1 (дозування затверджувача: 1 г / 100 г)



Рисунок 19 - Зразок №2 (дозування затверджувача: 2,5 г / 100 г)



Рисунок 20 - Зразок №3 (дозування затверджувача: 4 г / 100 г)



Рисунок 21 - три зразки піддаються сушінню за температури 40 °C



Рисунок 22 - Три зразки піддаються сушінню за температури 60 °C



Рисунок 23 - Три зразки піддаються сушінню за температури 80 °C

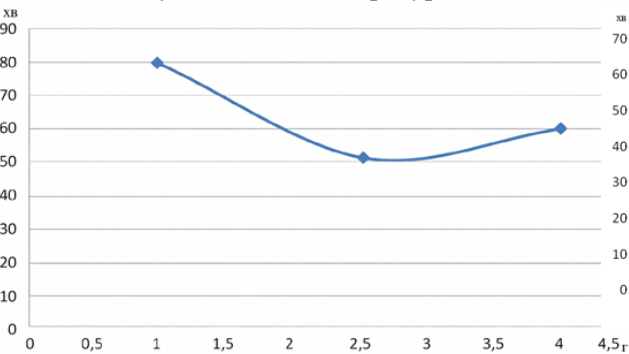


Рисунок 24 - Час висихання першої групи зразків при 40 °C.

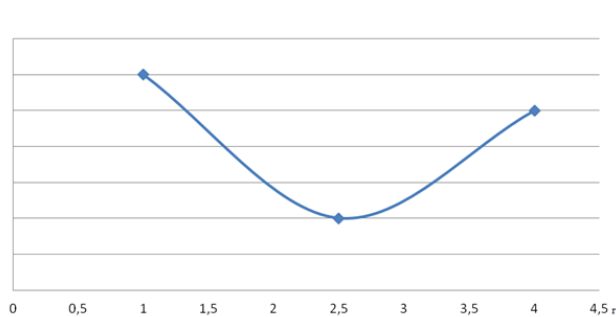


Рисунок 25 - Час висихання другої групи зразків при 60 °C

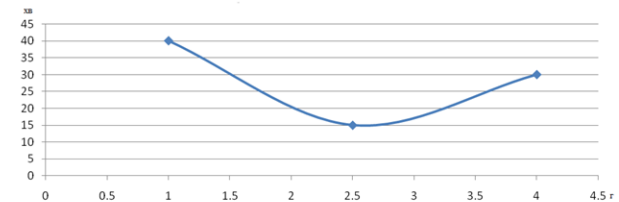


Рисунок 26 - Час висихання другої групи зразків при 80 °C.

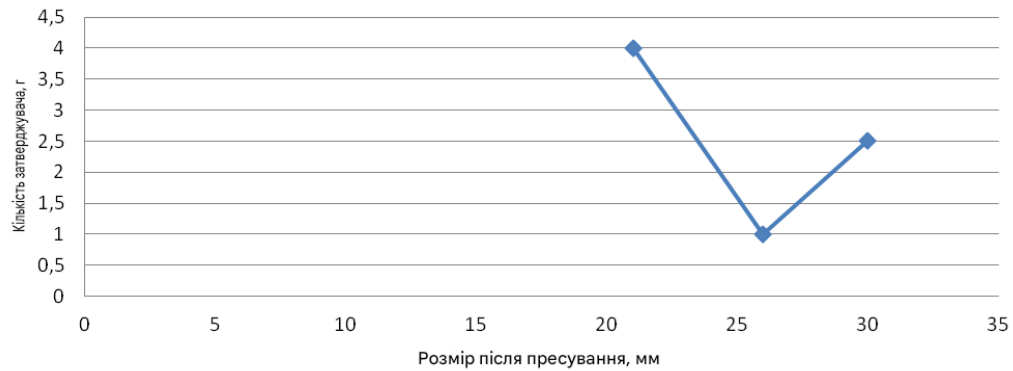


Рисунок 24 – Графік згинання зразка за температури 40 °C

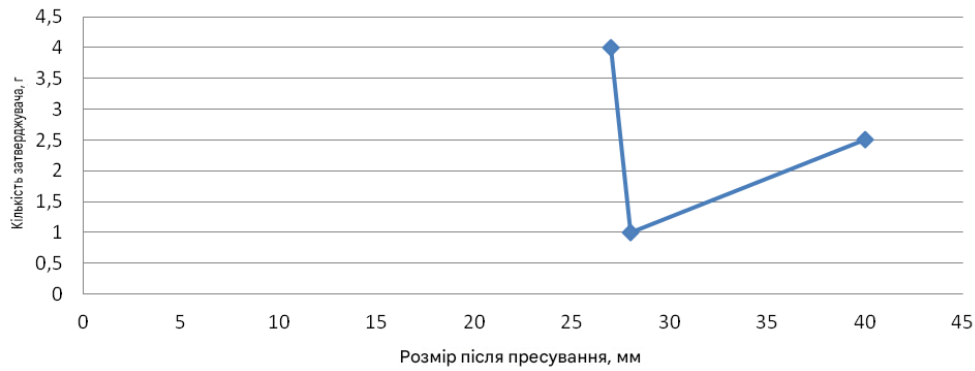


Рисунок 25 - Згинання зразка за температури 60 °C

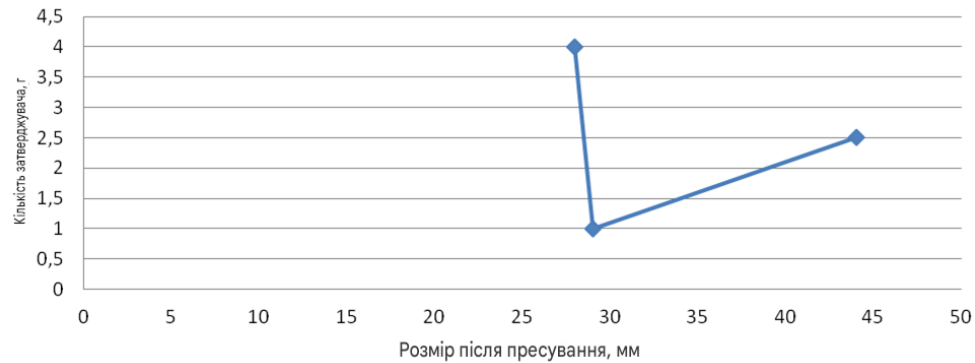


Рисунок 25 - Згинання зразка за температури 80 °C



Рисунок 26 – Зразок до згинання



Рисунок 27 – Зразок після згинання



Рисунок 28 – Зразок після згинання

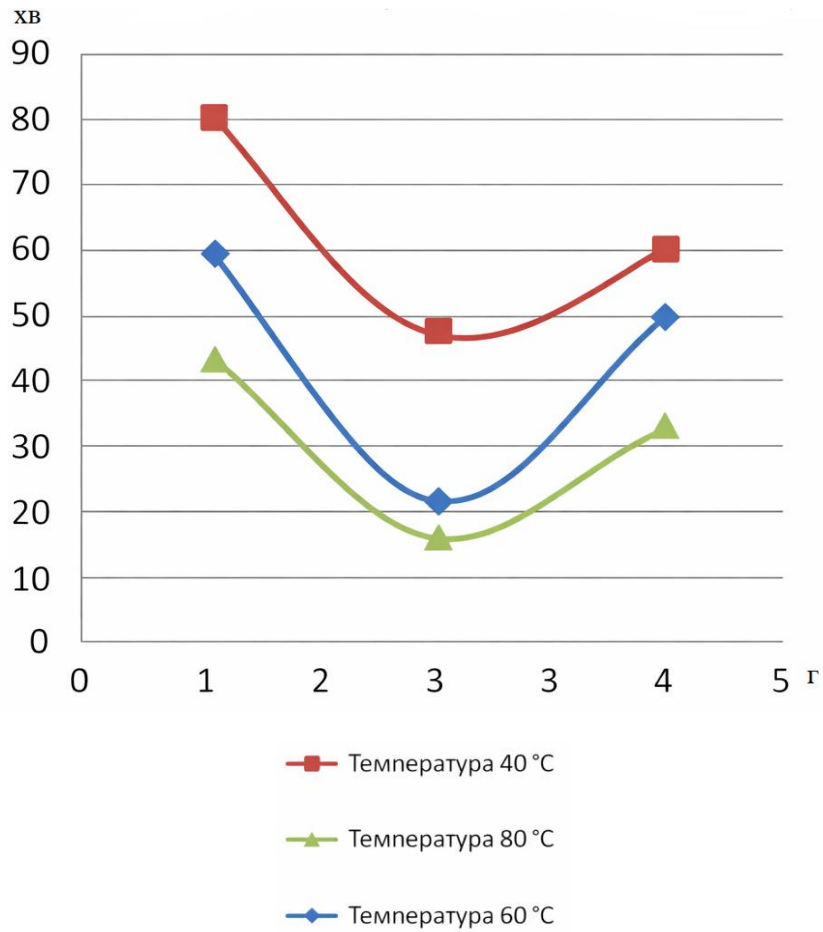


Рисунок 29 - Загальний графік для температур сушіння 40, 60 та 80 градусів.

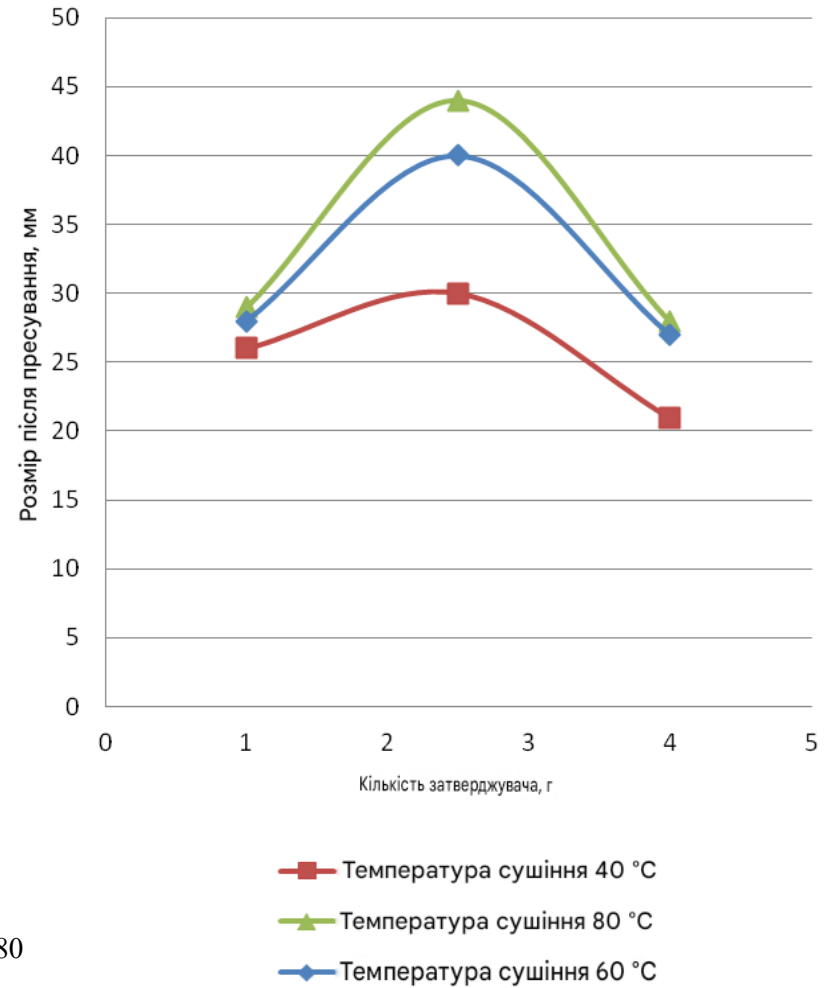


Рисунок 30 - Згинання зразка за трьох різних температур: 40, 60 та 80 °C.

Висновки:

Проблеми, що перешкоджають досягненню продуктивності праці під час шпаклювання автомобіля:

Недотримання технологій шпаклювання автомобільного кузова призводить до виникнення різних проблем, псування шпаклівок, шліфувального паперу, ґрунтовок, фарб, а також до втрати часу та скорочення терміну служби зашпакльованих поверхонь;

Враховуючи те, що автомобільні шпаклівки повинні готуватися суворо відповідно до технологій, що вимагаються виробниками.

Найбільший вплив на якість має затверджувач для шпаклівки. Залежно від кількості затверджувача у шпаклівці тривалість твердіння може змінюватися, тобто збільшуватися або зменшуватися. Тривалість висихання шпаклівки залежить від використововуваного обладнання, тому на залежність тривалості твердіння безпосередній вплив мають режими сушіння. Оскільки ефективними є температура сушіння 60 градусів і кількість затверджувача, що додається за технологією, від 2 до 2,5 грама на 100 грамів шпаклівки.

Встановлено, що при використанні необхідних пропорцій шпаклівки та затверджувача матеріал після затвердіння залишається еластичним, не виникає жодних повітряних порожнин чи тріщин, він не забиває шліфувальний папір і добре піддається обробці.

На основі проведеного аналізу встановлено, що при додаванні у шпаклівку меншої кількості затверджувача вона затвердіває не повністю і залишається крихкою, м'якою, забиває шліфувальний папір, що робить неякісним як процес обробки, так і подальші етапи — ґрунтування та фарбування, оскільки виникають різні дефекти.

Проведеним дослідженням визначено, що при додаванні у шпаклівку більшої кількості затверджувача згущується (схоплюється) лише поверхня, тоді як у глибині матеріал залишається незатверділим. Дослідженням зразків на згинання встановлено, що при меншій або більшій кількості затверджувача зразки згинаються сильніше до моменту розтріскування, оскільки шпаклівка залишається не повністю затверділою.

Пропозиції:

Обладнати автомайстерні з ремонту кузовів дозаторами для шпаклівки та затверджувача, щоб їхнє дозування здійснювалося у рекомендованих пропорціях — це дозволить уникнути подальших дефектів (помилки) у процесі виробництва.

Після встановлення дозаторів для шпаклівки та затверджувача провести навчання персоналу щодо правил користування ними.