

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

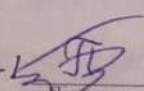
магістра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство
Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс
автомобілів»

на тему: «Оптимізація вибору матеріалів для ремонту
лобового скла автомобіля»

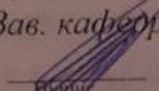
Шифр **MP TAM 22.17127. 000 ПЗ**

Виконав: студент 2-го курсу, група МТВАм 21-1- О.І. Потеряєв
Підпис Іншіали, прізвище

Керівник *к.т.н., доц. каф. ТАМ.*

 О.П. Бабак
Підпис Іншіали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри ТАМ *д.т.н., проф.*

 О.В. Диха
Підпис Іншіали, прізвище

8 12 2022 р.

Реферат

На тему «Оптимізація вибору матеріалів для ремонту лобового скла автомобіля»

Обсяг пояснювальної записки – 81 сторінок, кількість рисунків - 35, таблиць - 1, додатків -19, кількість джерел згідно із переліком посилань - 21.

Успішне вирішення проблеми якості можливе шляхом удосконалення технології виробництва та підвищення її економічності. Важливу роль підвищення якості продукції грає автоматизація виробничих процесів.

Організаційно-технічна перебудова промислових підприємств в останні роки прискорилося у зв'язку зі зміною соціально - економічних умов господарювання в нашій країні. Поряд з розвитком промислових підприємств у Хмельницькій області на існуючих, створюють і розбудовують фірмові системи обслуговування й ремонту.

Ціль і завдання - озброїти наші фірми по ремонту та заміні лобового скла новітньою технікою, а також зберігати їх у працездатному стані та збільшити їхній ресурс.

Актуальність теми. Одним з найбільш важливих елементів конструкції кузова автомобіля є автомобільне скло.

Сучасний ремонт лобового скла дозволяє практично повністю усунути сліди реставрації, проте досягнення максимально ефективного результату можливе при дотриманні деяких умов. Свіжу тріщину або скол слід вмить захистити від попадання будь-якого пилу або бруду. Річ у тому, що повне видалення дво або триденного нальоту пилу не є можливим, тому після ремонту лобового скла «шрам» може бути достатньо помітним.

Ціль випускної роботи. Розробити технологію ремонту та підбір клеєних суміші для відновлення різних властивостей лобового скла.

У даній випускній роботі ми докладно аналізували, розглядали можливі несправності, дефекти, способи ремонту й відновлення лобового скла автомобіля.

Перелік ключових слів: ЛОБОВЕ СКЛО, РЕМОНТ, ТРІЩИНИ, СКОЛ, РЕСТАВРАЦІЯ, СКЛО

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

21 жовтня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Потеряєву Олексію Ігоровичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) _____

Оптимізація вибору матеріалів для ремонту лобового скла автомобіля

керівник проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 1 липня 2022р. № 83 (28)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 10 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

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

1 Об'єкт дослідження – автомобільне скло; 2 Пошкодження автоскла; 3.Клейові матеріали для ремонту та технічного обслуговування автотракторної техніки; 4. Спеціальні склоутворюючі матеріали ; 5. Технологія ремонту за допомогою заміни автоскла

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання _----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	Літературний огляд	30.09.2022	
2	Технологічний розділ	25.10.2022	
3	Дослідницький розділ	15.11.2022	
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	22.11.2022	
5	Оформлення презентації магістерської роботи	1.12.2022	
6	Нормоконтроль магістерської роботи	5.12.2022	
7	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	10.12.2022	

Студент

Керівник проекту (роботи)


Підпис


Підпис

Потеряєв О.І.
Ініціали, прізвище

Бабак О.П.
Ініціали, прізвище

Змн.	Д
Розроб.	
Перевір.	
Реценз.	
Н. Конт.	
Затвер.	

и управління виробництвом загартованого скла для
в проведення теоретичних досліджень та розробок,
включеними процесами.
вченого процесу виробництва загартованого скла

ЗМІСТ

ВСТУП.....6

1 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ – АВТОМОБІЛЬНЕ СКЛО.....7

1.1 Багатошарове скло – «триплекс».....7

1.2 Технологічна схема виробництва «триплекса».....8

1.3 Загартоване скло11

1.3.1 Технологія виготовлення загартованого скла.....11

1.3.2 Режим гартування.....13

1.4 Основні вимоги, запропоновані до автомобільного скла.....15

1.5 Вимоги, запропоновані до виробів з багатошарового скла.....15

1.6 Вимоги, запропоновані до виробів із загартованого скла.....18

1.7 Маркування автомобільних стекол.....20

2 ПОШКОДЖЕННЯ АВТОСКЛА.....22

2.1 Як тріщини виникають, і якими вони бувають.....22

2.2 Ремонт та відновлення авто скла.....25

3 КЛЕЙОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ.....31

3.1 Приклади застосування анаеробних клеїв і герметиків.....36

3.2 Відновлення нерухомих з'єднань..... 37

MP TAM 22.17127. 000 ПЗ

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Потеряєв				4	74
Перевір.		Бабак			ХНУ група МТВАм 21-1		
Реценз.							
Н. Контр.		Рудик					
Затверд.		Диха					

Оптимізація вибору матеріалів для ремонту лобового скла автомобіля

ата
завдання
прийняв

Примітк

О.І.

І.

4 СПЕЦІАЛЬНІ СКЛОУТВОРЮЮЧІ МАТЕРІАЛИ.....	40
4.1 Механічна міцність ситалів.....	40
4.2 Ламінування скла. Захисні скла. Триплекс.....	41
4.3 Механізми виникнення механічних напруг при НІО.....	43
4.4 Властивості стекол, зміцнених іонним обміном.....	45
4.5 Зміна макрорельєфу поверхні і форми зразків скла при іонному обміні.....	45
4.6 Характер руйнування.....	52
5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЗАГАРТОВАНОГО СКЛА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ.....	54
5.1 Особливості технологічного процесу виробництва загартованих автомобільних стекол, як об'єкта керування	54
5.2 Якість загартованого скла. Вимоги, пропоновані до якості скла. Система керування якістю	60
5.3 Моделювання технологічного процесу виробництва загартованого скла.....	63
5.4 Виділення ключових характеристик у виробництві загартованого скла.....	64
ВИСНОВКИ.....	70
ДЖЕРЕЛА.....	71
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Конкуренція в умовах ринкової економіки зобов'язує підприємства приділяти увагу проблемі якості як найважливішому фактору підвищення рівня життя населення, його соціальної та екологічної безпеці. Все більше фахівців усвідомлює, що подолання кризового стану виробництва лежить на шляху як найшвидшого освоєння конкурентоспроможної продукції з одночасним поліпшенням її якості та зниженням ціни.

Успішне вирішення проблеми якості можливе шляхом удосконалення технології виробництва та підвищення її економічності. Важливу роль підвищення якості продукції грає автоматизація виробничих процесів.

Скляна промисловість є одним із важливих підгалузей виробництва будівельних матеріалів. Листове скло використовується як заготовки для виробництва всіх видів автомобільного скла. Перспективи розвитку українського виробництва автомобільного скла і скляної промисловості в цілому пов'язані, в першу чергу, з розширенням попиту на продукцію, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ – АВТОМОБІЛЬНЕ СКЛО

Для скляних вікон автомобілів використовують автомобільні безпечні стекла. Скло безпечне для легкових автомобілів випускаються двох типів – загартоване скло та багатошарове скло – «триплекс».

1.1 Багатошарове скло – «триплекс»

«Триплекс» являє собою тришаровий листовий виріб, виготовлений шляхом склеювання двох аркушів неорганічного скла за допомогою безбарвних органічних складових і плівок, що утворюють внутрішній (третій) шар. У якості зовнішніх шарів застосовують листове поліроване скло марок М1, М2, М3 ДСТУ 111-90. У якості матеріалу, що склеює, найпоширеніші плівки. При виготовленні багатошарових стекол використовують полівінілбутиральную (ПВБ) плівку «Сафлекс» фірми «Монсанто», «Трозефул», а також плівку вітчизняного виробництва.

Плівка має високу прозорість, світло-, тепло- і вологостійкістю, достатньою міцністю, високою адгезією до силікатного скла, еластичністю. Наявність еластичної прокладки, що склеює, міцно скріпленої із зовнішніми аркушами скла по всій їхній площині, забезпечує основні властивості «триплекса» – безосколочність при руйнуванні скла в результаті впливу механічних або теплових навантажень: при утворі тріщин окремі шматки скла залишаються прикріпленими до плівки.

«Триплекс» повинен відповідати вимогам, запропонованим до будь-якого автоскла – мати високу світлопрозорість і давати ясне, чітке та неспотворене зображення навколишніх предметів. Крім цього «триплекс» повинен мати певні міцнісні властивості й параметри, що забезпечують можливість його застосування в різних областях.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.2 Технологічна схема виробництва «триплекса»

Схема виробництва «триплекса» складається із трьох ліній: підготовки скла, підготовки плівки та триплексування.

Підготовка скла включає наступні операції: сортування і відбір чистого та вільного від неприпустимих пороків скла й подачу заготовок на конвеєр, очищення та знежирення поверхні скла на мийно-сушильному конвеєрі шляхом протирання щітками, змоченими розчином, що знежирюють, і наступного ополіскування водою (17-20 °С), протирання гарячими барабанами та сушіння повітрям (40-50 °С) на стрічці сушильної секції конвеєра, різання по шаблонах і контроль якості.

Час проходження склом сушильної секції конвеєра становить приблизно 1,3 хв., швидкість руху скла на конвеєрі – 2 м/хв.

Для виготовлення гнучого «триплекса» вирізане скло згинають шляхом моліровання. Установка складається з одне-, двох- або багатоканальних електричних печей і обдувочного пристрою, з'єднаних рейковим шляхом. Скло на візку із профільованою рамкою надходить у піч, у якій нагрівається й, розм'якшуючись, прогинається під дією власної ваги, приймаючи форму рамки (процес моліровання). При однобічному вигині виробу, температура розподіляється несиметрично стосовно осі печі, при двосторонньому – симетрично. У місцях вигину температура скла звичайно на 30 – 40 °С вище, чим в основній масі. Для підвищення якості «триплекса» скла згинають звичайно парами, з яких згодом буде зібраний пакет.

Режим моліровання скла складається із чотирьох стадій: підігріву, власно моліровання (при температурі початку розм'якшення скла $T_g + 150$ °С), вирівнювання температури (при $T = T_g + 80$ °С) і охолодження до кімнатної температури. Ці операції можуть здійснюватися послідовно в одній камері печі або в різних камерах. При виготовленні автомобільного скла температура моліровання 700 – 730 °С, тривалість нагрівання скла – 1,0 – 1,5

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

хв, моліровання – 3 – 4 хв. Після завершення процесу моліровання рамка зі склом попадає в камеру (на лініях малої продуктивності) або відпалу (на лініях високої продуктивності), де відбувається плавне зниження температури скла до кімнатної.

Підготовка плівки здійснюється на мийно-сушильному конвеєрі та включає наступні операції: розмотування рулону, очищення поверхні сухими волосяними щітками, миття водою (10-30 °С) за допомогою декількох мийних барабанів, протирання віджимними тканевими валиками (20-26 °С) і сушіння повітрям, нормалізацію, тобто охолодження до кімнатної температури, розрізування на полотнища, вирізку форматів по шаблонах, контроль якості.

Тривалість перебування плівки в сушильній секції – близько 30 хв., швидкість руху плівки на конвеєрі приблизно 1,3 м/хв. При сушінні плівка товстішає й зменшується по площі (усадка до 15 %). Залишкова вологість плівки – 0,9-1,1 %.

Подібна складна обробка плівки необхідна не тільки для її очищення, але й для збереження в ній летучих органічних сполук.

Підготовлені аркуші скла й плівка, що пройшли контроль, надходять на триплексування. Основними стадіями його є пакування та пресовка.

При пакуванні здійснюється складання пари стекол із прокладкою їх плівкою. Температура повітря в приміщенні при цьому повинна бути досить низкою – 12-15 °С щоб уникнути можливого прилипання скла до плівки. Наступна операція полягає у видаленні з пакета повітря (підпресуванню) для запобігання утворенню міхурів і повітряних прошарків. Вона може здійснюватися різними способами: шляхом холодного вакумування в гумових мішках і вальцюванням (прокаткою) на конвеєрі. Цим двом способам відповідають два різні способи склейки пакетів – пресування в автоклаві, відповідно, у мішках і без мішків.

Більш прогресивним для масового виробництва є вальцьовий метод, що дозволяє здійснювати триплексування конвеєрним способом. На вальцьовому

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

(підпресувальному) конвеєрі пакети попередньо прокочуються в холодному стані (початкова температура 10-15 °С), а потім проходять через 5 секцій, де п'ятикратно прокочуються при поступово зростаючих температурах – відповідно: 60, 70, 80, 90, 100 °С. Тиск на парі вальків досягає 0,4-0,8 Мпа, швидкість пересування пакетів – 0,75-1,5 м/хв.

Підпресовані пакети укладають на підвісну етажерку, яку занурюють в автоклав, де їх пресують у гарячій воді по режиму: температура 98-105 °С, тиск – 1,8-2 Мпа, тривалість – 1 година. При цьому органічна плівка розм'якшується і під тиском міцно склеює аркуші скла по всій їхній поверхні. Площа пакетів в одному пресуванні коливається (залежно від асортиментів) від 60 до 100 м², продуктивність – до 8 пресувань у зміну. При підпресуванні шляхом вакумування в мішках зібрані пакети попередньо витримують 1-5 хв. під навантаженням 120 –180 Н, потім укладають у гумові мішки та піддають вакумуванню при розрідженні 90,5 кПа протягом 2-3 год. При цьому, завдяки вакууму, що утворювався в мішку, зовнішній тиск достатній сильно притискає аркуші один до іншого та оберігає їх від зсуву при переміщенні мішків. Наступна пресовка пакетів в автоклаві відбувається в мішках при тих же технологічних параметрах, що й у випадку вальцьового методу.

Автоклавна обробка є завершальною операцією склеювання тришарового скла. Остання стадія процесу – обробка скла – полягає в шліфуванні (іноді поліруванню) крайок. Окантовки триплекса не потрібно, тому що плівка є вологостійким матеріалом.

Контроль якості «триплекса залежить» від його призначення: є комплекси випробувань автомобільного триплекса (і аналогічних видів захисних стекол) і авіаційного триплекса (і аналогічних стекол).

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Загартоване скло

Загартоване скло являє собою скло, піддане спеціальної термічній обробці – загартуванню, у результаті якої в об'ємі скла виникають закономірно розподілені внутрішні напруження, що підвищують механічну міцність скла і які забезпечують особливий (безпечний) характер його руйнування.

При виготовленні загартованого скла використовують скло листове поліроване марок М1, М2, М3 ДСТУ 111-90 і пофарбоване в масі, що випускається по нормативній документації, затвердженій у встановленому порядку .

Загартоване скло одержують двох видів – плоске та гнуте. Останнє у свою чергу може мати постійну (одинарну) або змінну кривизну.

Головною властивістю загартованого скла є підвищена механічна міцність. При ступені гартування, що досягається в промислових умовах (до 4 Нм), межа міцності скла при вигині досягає 250 МПа, тобто більш ніж у п'ять раз вище, чим у звичайного листового скла. При цьому пружність загартованого скла, характеризується стрілою прогину, зростає в 4-5 раз.

Робота руйнування загартованого скла при випробуванні на удар зростає в 8 раз: при товщині 5 мм воно витримує удар сталевую кулею масою 800 г з висоти більш 1200 мм, у той час як листовий скло – тільки з висоти близько 150 мм.

1.3.1 Технологія виготовлення загартованого скла

Технологія загартованого скла включає наступні основні стадії: підготовку скла, термообробку (загартування) на установках, що складаються із печі для нагрівання скла та обдувочного пристрою для його охолодження, контроль якості продукції. Виготовлення гнутого скла включає ще одну

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

технологічну операцію, що передує охолодженню скла: моліровання або гнуття методом пресування для додання необхідної форми.

При підготовці скла, здійснюваної на технологічній лінії виробництва заготовок, проводиться вирізка фігурних заготовок, обробка крайки аркушів, мийка і сушіння скла, контроль якості. Скло не повинне містити видимих пороків (свілей, шлірів, сторонніх включень, великих міхурів) або подряпин, що викликає руйнування скла при загартуванні внаслідок виникнення місцевих напружень.

Уся механічна обробка скла проводиться до його загартування, після якого можливе лише слабе обточування країв, тому що при значних ушкодженнях поверхні або країв загартоване скло руйнується.

При горизонтальному способі загартування скла на твердих опорах, аркуші скла подаються на горизонтальний роликівий конвеєр з азбестованих валиків і направляються в піч, де вони нагріваються асиметрично: зверху більш інтенсивно, ніж знизу. Внаслідок різниці, що утворюється, температур по товщині скла виникає його температурна деформація – скло звивається опуклістю нагору, не торкаючись своєю поверхнею валків роликівого конвеєра. Охолодження аркушів в обдувочному пристрої також асиметрично: воно більш інтенсивно зверху. У результаті цього аркуші скла знову здобувають плоску форму.

Температура гартування плоского скла – 630 – 670 °С, тривалість нагрівання (на 1 мм товщини скла) 35 – 40 с.

Оптичні властивості скла (коефіцієнт спрямованого пропущення світла, світлостійкість), а також його теплофізичні експлуатаційні властивості, як теплостійкість і морозостійкість, після загартовування практично не змінюються.

Загартоване скло характеризується стабільністю властивостей при тривалій експлуатації у звичайних умовах (від –60 до +150 °С).

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Механічні властивості і термостійкість загартованого скла залежать від ступеня гартування. У зв'язку із цим важливе значення при виробництві загартованого скла здобуває правильний вибір умов його термічної обробки (нагрівання та охолодження).

1.3.2 Режим гартування.

Найважливішими технологічними параметрами гартування є, швидкість нагрівання скла, максимальна температура нагрівання (температура гартування), інтенсивність і рівномірність охолодження.

Швидкість і час нагрівання скла мають важливе значення для запобігання бою і руйнуванню скла у виробництві. Недостатнє нагрівання скла викликає руйнування його при гартуванні, занадто тривале нагрівання – деформацію виробу.

Температура гартування визначає максимальну (граничну) ступінь гартування, що досягається для даного виробу при інших незмінних умовах. Важливу роль при її виборі відіграє температура стеклування T_g . У промислових умовах у якості оптимальної температури гартування T_z вибирають температуру на $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, що перевищує T_g , при якій ступінь гартування досягає граничних постійних значень. Інтенсивність охолодження, що залежить від товщини скла й коефіцієнта тепловіддачі відіграє немаловажну роль у процесі гартування. Збільшення інтенсивності тепловіддачі (охолодження) скла досягають вибором гартівних середовищ і способу охолодження. Найпоширенішим середовищем при виробництві загартованих стекол є повітря: гартування скла здійснюють в обдувочних ґратах, що подають стиснений повітря перпендикулярно до поверхні аркуша через численні отвори (сопла) круглого або щілинного типу.

Поряд зі швидкістю охолодження важливе значення при виробництві загартованих стекол здобуває рівномірність охолодження скла. Нерівномірне

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

охолодження знижує якість скла та вихід придатної продукції, викликаючи деформацію та руйнування стекол, утворення так званих «гартівних плям», оптичні викривлення, знижує стабільність механічних властивостей стекол і т.д.

Гнуте загартоване листове скло, як і плоске, також можна виготовляти горизонтальним способом, при якому скло згинають шляхом моліровання. Установка складається з одно-, двох- або багатоканальних електричних печей і обдувочного пристрою, з'єднаних рейковим шляхом. Скло на візку із профільованою рамкою надходить у піч, у якому нагрівається й, розм'якшуючись, прогинається під дією власної ваги, ухвалюючи форму рамки (процес моліровання). При однобічному вигині виробу, температура розподіляється несиметрично стосовно осі печі, при двосторонньому – симетрично. У місцях вигину температура скла звичайно на 30 – 40 °С вище, чим в основній масі.

Режим моліровання скла при гартуванні складається із трьох стадій: підігріву, власно моліровання (при температурі $T_g + 150$ °С) і вирівнювання температури (при $T = T_g + 80$ °С). Ці операції можуть здійснюватися послідовно в одній камері печі або в різних камерах. При загартуванні автомобільного скла температура моліровання 700 – 730 °С, тривалість нагрівання скла – 1,0 – 1,5 хв, моліровання – 3 – 4 хв. Після завершення процесу моліровання рамка зі склом попадає в обдувочний пристрій із профільними воздухоміженими ґратами. Тривалість охолодження – 1 хв.

Одним з найбільш прогресивних способів виробництва плоских і гнутих стекол є загартування на газовій подушці. По цьому способу скло попереднє нагрівають на роликівому конвеєрі тунельної електричної печі, а потім з нього переводять на гарячу газову опору – плоску або гнуту залежно від виду скла. Ця опора (подушка) створюється безліччю газових струменів, які підтримують скло у зваженому стані і одночасно нагрівають його знизу.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Обігрів скла зверху здійснюється електронагрівниками. З газової опори печі скло переміщається на повітряну опору обдувочного пристрою.

1.4 Основні вимоги, запропоновані до автомобільного скла

У цей час на скло для автомобілів діють ДСТУ 5727-88

«Скло безпечне для наземного транспорту. Загальні технічні умови», «Однакові приписання, що стосуються офіційного твердження безпечних вікон і скло матеріалів» .

Відповідно до ДСТУ 5727-88 автомобільне скло ділиться на вітрові стекла - скло, застосовувані для застеклення переднього прорізу транспортних засобів, та інші стекла – скла, застосовувані для застеклення бічних і задніх місць транспортних засобів.

Як правило, вітрове скло виготовляють багатошаровими, а інші - загартованими.

1.5 Вимоги, запропоновані до виробів з багатошарового скла

Відповідно до вимог ДСТУ 5727-88 багатошарове плоске скло випускається товщиною від 4,0 до 7,5 мм, багатошарове гнуче – товщиною від 5,0 до 7,5 мм.

До вітрових стекол застосовуються тверді вимоги по світлопропусканню, оптичним викривленням, зсуву вторинного зображення та механічній міцності. Так для вітрових стекол, що забезпечують видимість для водія світлопропускання повинне бути не менш 75 %, для стекол, що не є вітровим, що входять у нормативне поле огляду П, що визначає передню оглядовість– не менш 70 %. Світлопропускання інших невітрових стекол не нормується. Скло зі світлопропусканням менш 70 % додатково маркірується знаком V. Вітрові стекла, пофарбовані в масі й тоновані, не повинні

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

спотворювати правильне сприйняття білого, жовтого, червоного, зеленого й блакитного кольорів.

Оптичні викривлення вітрових стекол (зміна діаметра спроектованих на екран кружків) не повинні перевищувати 2,5 мм (2') у зонах А і 1 і 7 мм (6') - у зоні В. Для всіх частин зон А і 1, розташованих на відстані менш 100 мм від краю вітрового скла, допускається оптичне викривлення 7 мм (6').

Зсув вторинного зображення вітрових стекол повинне бути в межах кола діаметром не більш 79 мм (15') у зонах А і 1 і 123 мм (25') - у зоні В.

Для всіх частин зон А і 1, розташованих на відстані менш 100 мм від краю вітрового скла, допускається зсув вторинного зображення 123 мм (25').

Вітрові стекла повинні витримувати удар кулею масою (227 ± 2) г при температурі плюс (40 ± 2) °С і мінус (20 ± 2) °С. Висота падіння кулі й маса осколків, що відділилися з боку протилежної удару повинні відповідати таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Висота падіння кулі й маса осколків, що відділилися з боку протилежної удару

Товщина скла, мм	Висота падіння, м, +0,025/-0 при температурі		Маса осколків, г, не більш
	- 20 °С	+ 40 °С	
До 4,5 вкл.	8,5	9,0	12
Св. 4,5 до 5,5 вкл.	9,0	10,0	15
» 5,5 » 6,5 »	9,5	11,0	20
» 6,5	10,0	12,0	25

Вітрові стекла повинні бути стійкими до пробивання кулею масою (226 ± 20) г, діаметром близько 82 мм із висоти $(4 + 0,025/-0)$ м. Куля не повинна проходити крізь скло протягом 5 с після удару.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Вітрові стекла повинні витримувати удар манекеном масою ($10\pm 0,2$) кг, що падають із висоти ($1,5 +0/-0,005$) м. При ударі повинні утворюватися численні радіальні та кругові тріщини. Відстань від крапки удару до найближчої кругової тріщини повинне бути не менш 80 мм. Осколки скла не повинні відділятися від плівки, що склеює. У колі діаметром 60 мм із центром у крапці удару допускається відділення по обидва боки тріщин одного або декількох осколків шириною не більш 4 мм.

На стороні удару проміжний шар не повинен оголюватися на ділянці площею більш 20 мм^2 . Допускається поява розриву на проміжному шарі довжиною 35 мм.

Вироби, крім вітрових, повинні витримувати удар кулею масою (227 ± 2) г. Куля не повинна проходити через зразок. Висота падіння і маса осколків, що відділилися з боку, протилежної удару наведено в таблиці 1.2. Виробу площею до $0,1 \text{ м}^2$ включно та шириною менш 300 мм не випробовуються.

Таблиця 1.2 - Висота падіння і маса осколків, що відділилися з боку, протилежної удару

Товщина скла, мм	Висота падіння кулі, м, $+0,025/-0$	Маса осколків, г, не більш
До 5,5 вкл.	5,0	15
Св. 5,5 до 6,5 вкл.	6,0	15
» 6,5	7,0	15

Вироби, крім вітрових повинні витримувати удар манекеном масою ($10\pm 0,2$) кг, що падають із висоти ($1,5 +0/-0,005$) м. При ударі випробуваний зразок повинен прогнутися й розколотися, утворюючи численні тріщини, сконцентровані навколо крапки удару. Допускається розрив плівки, однак голова манекена не повинна пройти крізь скло. Не допускається відділення більших осколків від плівки, що склеює.

Вироби повинні бути світлостійкими. Світлопропускання виробів після опромінення повинне бути не менш 95 % світлопропускання до опромінення і у кожному разі не нижче 75 % для вітрових стекол автотранспорту та трамваїв і 70 % - для інших стекол. Вироби опромінюють ультрафіолетовою лампою протягом 100 годин, при цьому температура зразків під час випробувань повинна бути 45 °С.

Після випробування допускається незначна зміна кольору, помітне на білому тлі. Поява інших пороків не допускається.

Вироби повинні бути вологостійкими. Вологостійкість виробів контролюють у закритих посудинах, у яких підтримується температура плюс 50 °С і вологість 95 % протягом 14 днів.

Після випробування на вологостійкість зразків скла не допускається поява пухирців і відшарування скла на відстані більш 10 мм від необрізного краю і більш 15 мм від обрізного краю зразків.

Вироби повинні бути температуростійкими. Температуростійкість виробів визначають в електropечі або на водяній лазні, нагрівають зразки до 100 °С і витримують при цій температурі протягом 2 годин.

Після випробування на температуростійкість зразків скла не допускається поява пухирців і відшарування скла на відстані більш 15 мм від необрізного краю або 25 мм від обрізного краю зразків і 10 мм від будь-якої тріщини, що утворюються під час випробування.

1.6 Вимоги, запропоновані до виробів із загартованого скла

Відповідно до вимог ДСТУ 5727-88 плоске та гнуте загартоване скло випускається товщиною від 3 до 6 мм.

Вироби повинні бути механічно міцними й витримувати удар сталеві кулі масою (227±2) г з висоти, зазначеної в таблиці 1.3. Виріб площею до 0,1 м² включно і шириною менш 300 мм не механічну міцність не випробовують.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

При випробуванні виробів на характер руйнування в будь-якому квадраті розміром 50x50 мм повинне бути не менш 40 і не більш 400 осколків (450 для виробів товщини менш 3,5 мм).

Таблиця 1.3 - Вироби повинні бути механічно міцними й витримувати удар сталеві кулі

Товщина скла, мм	Висота падіння кулі, м, +0,025/-0
До 3,5 вкл.	2,0
Св. 3,5 до 5,5	2,5
» 5,5	3,0

Не допускаються осколки площею більш 3 мм². Допускається кілька осколків довгастої форми за умови, що вони не мають загострених кінців і у випадку, якщо вони відпали від краю скла, утворений кут не перевищує 45⁰. При цьому довжина осколків не повинна перевищувати 75 мм і число осколків довжиною від 60 до 75 мм не перевищує 5 шт.

Характер руйнування не нормується в зоні радіусом 75 мм навколо крапки удару, а також у зоні шириною 20 мм по контуру виробу.

Крім ДСТУ 5727-88, де викладені вимоги, запропоновані до автомобільних стекол, кожне підприємство-виготовлювач має свої технічні умови на конкретний вид продукції, в основі, що містять вимоги до форми, розмірів і показникам зовнішнього вигляду стекол. Технічні умови можуть доповнювати, посилювати, конкретизувати вимоги стандарту, але не знижувати вимоги зазначені в стандарті. Технічні умови повинні бути погоджені з основним споживачем продукції та зареєстровані.

1.7 Маркування автомобільних стекол

Велике значення для автомобільних стекол має їхнє маркування. Уміючи читати маркування, можна визначити все про походження скла. Так, відповідно до вимог ДСТУ 5727-88 на кожний виріб (скло) наноситься чітке незмивне маркування, що містить наступні дані: товарний знак або найменування підприємства-виготовлювача; умовна позначка типу та виду скла: Т - багатошарове, ТТП - багатошарове теплопоглинальне, З – загартоване, ЗТП – загартоване теплопоглинальне; позначення закордонних нормативних документів або умовних знаків, передбачених цими документами; рік і місяць виготовлення для багатошарових стекол.

Вироби, що пройшли випробування на відповідність іноземним стандартам, маркують відповідно до отриманого сертифіката на весь період його дії (знак офіційного затвердження).

У маркуванні на автомобільному склі може втримуватися, як інформація про закордонного виробника, так і знак офіційного виробника.

Схема знака офіційного виробника. Наведений знак офіційного виробника, проставлений на зміцненому вітровому склі (І), вказує на те, що даний тип скла офіційно затверджений у Нідерландах (Е4) на підставі Правил № 43 під номером 002439. У колі проставляється буква Е с номером, що позначають країну, що представила дане офіційне представництво.

У цей час країнам-учасникам Угоди привласнені наступні знаки: 1 - Німеччина, 2 – Франція, 3 – Італія, 4 – Нідерланди, 5 – Швеція, 6 – Бельгія, 7 – Угорщина, 8 – Чеська республіка, 9 – Іспанія, 10 – Югославія, 11 – Англія, 12 – Австрія, 13 – Люксембург, 14 – Швейцарія, 16 – Норвегія, 17 – Фінляндія, 18 – Данія, 19 – Румунія, 20 – Польща, 21 – Португалія, 22 – Росія, 23(EL) – Греція, 24(IRL) – Ірландія, 25 – Хорватія, 26 – Словенія, 27 – Словаччина, 28 – Білорусь, 29 – Естонія, 31 – Боснія й Герцеговина, 32 – Латвія, 37 – Туреччина, 40 – Македонія, 42 – Європейське співтовариство, 43 – Японія.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

На знаках офіційного затвердження існує наступне позначення типу сертифікованих стекол і стеклових матеріалів: I - зміцнене вітрове скло, I/P – зміцнене вітрове скло з покриттям, II – вітрове скло, виготовлене зі звичайного багат шарового безосколкового скла, II/P - вітрове скло, виготовлене зі звичайного багат шарового безосколкового скла з покриттям, III – вітрове скло, виготовлене з обробленого багат шарового безосколкового скла, IV – вітрове скло, виготовлене зі склопластику, V – інші стекла, що не є вітровими, у яких коефіцієнт пропускання світла нижче 70 %, V-VI – подвійне скло, коефіцієнт пропускання світла, яке нижче 70 %, VII – рівномірно зміцнене скло, призначене для використання як вітрового скла тихохідних по своїй конструкції транспортних засобів, які не можуть розбудовувати швидкість вище 30 км/годин, якщо немає ніякого позначення, то це скло, що не є вітровими, у яких коефіцієнт пропускання світла нижче 70 %.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

2 ПОШКОДЖЕННЯ АВТОСКЛА

2.1 Як тріщини виникають, і якими вони бувають

Пошкодження скла виникають як наслідок ударів або в результаті внутрішньої напруги.

Тріщини від напруги виникають через великі і різких змін температури — включений кондиціонер після довгої стоянки під прямими променями сонця може стати причиною появи тріщин. Такою ж причиною для виникнення тріщин може стати і «на повну» включена в мороз пічка.

Ще одна причина виникнення тріщин — перекоси кузова — як після аварії, так і в результаті наїзду на значні перешкоди (скла в автомобілях з «м'якою» підвіскою менш схильні до розтріскування). Такі тріщини погано піддаються ремонту через те, що вони мають сильно затиснуті краї.

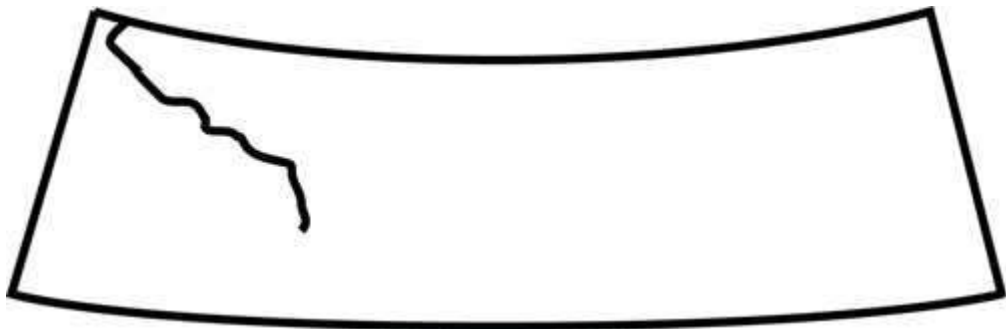


Рисунок 2.1 – Тріщина

Найпоширеніші ушкодження в результаті ударів:

Бичаче око — виникає в результаті потрапляння великого каменю. Тріщини повторюються циклічно в кіл навколо місця у вигляді конуса на зовнішньому шарі автоскла.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рисунок 2.2 – Бичаче око

Бичаче напівобо — аналогічно пошкодженню «бичаче око», має меншу кількість циклічних тріщин.



Рисунок 2.3 – Бичаче напівобо

Комбіноване пошкодження — присутні різні види пошкоджень.



Рисунок 2.4 – Комбіноване пошкодження

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

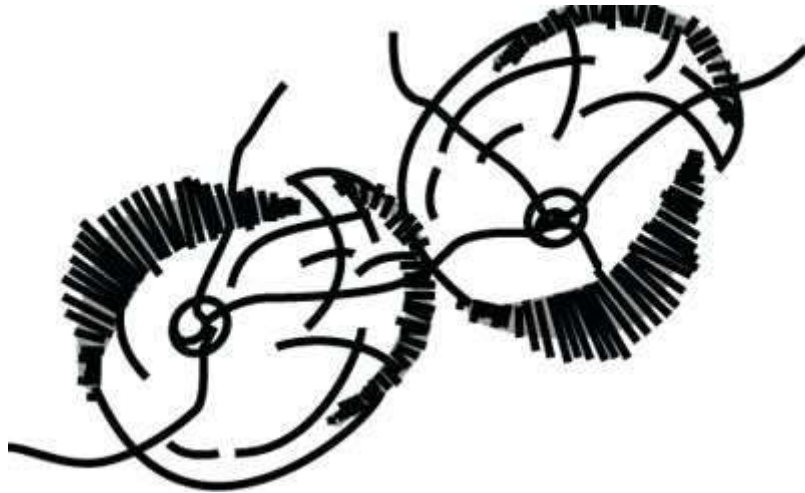


Рисунок 2.5 – Подвійний удар.

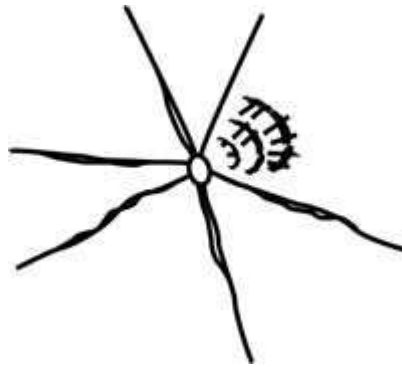


Рисунок 2.6 – Зірка.

Ремонту піддаються багато видів ушкоджень, розташовані як на зовнішньому, так і на внутрішньому шарі лобового скла.

Відносно просто ремонтуються відколи діаметром не більше 2 см, чисті зовнішні тріщини довжиною до 20 см. Складніше ремонтувати зовнішні тріщини довжиною від 20 до 50 см. Скла з тріщинами більше 50 см — повернути близькі до первинних споживчі якості дуже складно.

Не завжди можливий ремонт скла зі старими ушкодженнями (якісно очистити від бруду такі тріщини практично неможливо).

Вважається, що ремонту підлягають будь-які чисті тріщини, окрім тріщин з внутрішньої сторони лобового скла, і тріщини довжиною більше 1 метра.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ГОСТ 5727-88 і ГОСТ 27902-88, що визначають властивості автомобільних вікон, чітко не регламентують допустимі розміри і положення тріщин і сколів на склі. У ГОСТ сказано: «Оптичні викривлення вітрових вікон не повинні перевищувати 2,5 мм ... Зсув вторинного зображення вітрових вікон повинен бути в межах кола діаметром не більше 79 мм.»

Тим не менш, якщо тріщина або відкол виникли в зоні роботи двірника з боку водія — таке скло вимагає заміни.

2.2 Ремонт та відновлення автоскла

У загальних рисах ремонт тріщин зводиться до заповнення пошкодження в товщі скла клеєм (склад якого має такий же коефіцієнт заломлення, як і скло). При твердінні клей, зменшуючись в об'ємі, стягує і закріплює краю тріщини.



Рисунок 2.7 - Набір інструментів

1. Закріпивши з внутрішньої сторони скла дзеркальце, майстер по краях тріщини засверлює отвори. Свердлить приблизно на 5 мм далі видимого кінця

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

тріщини, так як на кінці тріщини завжди є невидиме оком порушення структури скла.



Рисунок 2.8 – Засвердлювання тріщини

2. Потім в отвір за допомогою так званого «інжекторного мосту» заливається полімер, який за рахунок капілярності розтікається по всій довжині тріщини.



Рисунок 2.9 – Заливається полімер

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3. Поки полімер розтікається всередині, майстер за допомогою шприца заливає полімер зверху тріщини.



Рисунок 2.10 – Заливається полімер за допомогою шприца

Для кращого заповнення місце пошкодження акуратно «продавлюють» за допомогою розширювача тріщин.



Рисунок 2.11 – Пошкодження акуратно «продавлюють» за допомогою розширювача

Для того щоб полімер не занадто сильно розтікався по зовнішній поверхні скла — наклеюється прозора плівка.



Рисунок 2.12 – Наклеювання прозорої плівки

4. Потім під впливом ультрафіолетової лампи полімер твердне (це займає 10-20 хв).



Рисунок 2.13 – Затвердіння під впливом ультрафіолетової лампи

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

5. Після того як полімер затвердів — плівка зчищається, видаляються напливи полімеру, зарівнюється просвердлений отвір.



Рисунок 2.14 – Зарівнювання пошкодженої ділянки

6. Скло полірують і миють.

У Києві вартість ремонту автомобільних стікол коливається від 4 до 10 грн. за см тріщини. До цієї вартості додається «зупинка тріщини» засвердлювання — 30-50 грн.

У нашому випадку нове оригінальне скло коштує близько 5000 грн. (+ 500 грн. установка), неоригінальне — 2400 грн. (+ установка — 300 грн.). Ремонт же 45-сантиметрової тріщини обійшовся всього в 450 грн.

Після ремонту тріщини нам запропонували обробити скло складом «антидощ». Результат — ви бачите на фото: краплі води, обдуваються повітрям, просто скочуються зі скла і не створюють водяну плівку.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.15 – Приклад результату ремонту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP TAM 22.17127. 000 ПЗ

Арк.

30

3 КЛЕЙОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

Нині без клейових матеріалів не можна уявити сучасний транспортний засіб, а також технічне обслуговування й ремонт автотракторної техніки. Вони дають змогу не лише замінити зварювання, наплавлення, запаювання, а й відновити дієдатність деталей, ремонт яких традиційними способами неможливий або ускладнений.

У продажу є широкий вибір клеїв, герметиків, компаундів (за якими на практиці закріпилася назва “холодне зварювання”) як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, тому, знаючи їхні властивості, технології використання, можна здійснювати технічне обслуговування й ремонт автотракторної техніки без дорогого спеціального обладнання.

Термін “клей”, або “герметик”, потребує уточнення, оскільки може приховуватися під словами “мастика”, “композиція”, “сполука”, “компаунд” тощо. Зазвичай, усі ці матеріали являють собою сполуки, що мають клейові й герметизуючі властивості. Якщо переважають перші, їх називають клеями, якщо другі — герметиками. Однак значна частина клеїв і герметиків має виражені клейкі та герметизуючі властивості, тому правильніше їх називати клеями-герметиками.

Єдиних класифікації та позначення клейові матеріали не мають. Тому в основу класифікації клеїв можуть бути покладені різноманітні ознаки: галузь використання, властивості, методи нанесення, кількість компонентів тощо. Але, зазвичай, клейові матеріали класифікують за типом зв’язуючої (плівкоутворюючої) речовини.

Ремонт автотракторної техніки є специфічною сферою використання клейових матеріалів. На відміну від інших методів відновлення, таких як електродугове, газополуменеве й плазмове наплавлення, зварка тощо, клеї і герметики можна використовувати не тільки на ремонтних підприємствах, з

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ними можуть працювати й самі власники техніки без демонтажу й використання спеціального інструмента та обладнання.

З допомогою клеїв і герметиків можна швидко та якісно усунути пошкодження (тріщини, пробоїни тощо) в корпусних деталях автотракторної техніки (блок циліндрів двигуна, картери коробки передач і заднього моста тощо); нерівності, тріщини, сліди корозії на тонкостінних деталях (паливні баки, радіатори...).

Переваги склеювання:

здатність склеювати різні матеріали, які можуть істотно різнитися властивостями, товщиною тощо, де не можна використати інші методи з'єднання;

рівномірніший розподіл напружень всією площиною склеювання в склеєних елементах, ніж під час зварювання, в нарізних і заклепкових з'єднаннях завдяки наявності значної концентрації напружень у місцях зварювання та відсутності отворів під болти та заклепки;

можливість економічного та швидкого збирання багатьох елементів конструкції, заміни кількох видів збирання елементів в агрегаті єдиним методом склеювання, одночасне збирання багатьох елементів конструкції;

міцність клейових з'єднань часто вища, а вартість нижча, ніж міцність і вартість тих самих конструкцій, виконаних іншими методами збирання;

можливість з'єднання чутливих до нагрівання матеріалів, які деформуються або руйнуються від зварювання або спаювання;

добрі герметизуючі та електроізолюючі властивості склеєних матеріалів;

універсальність і простота застосування.

Використовуючи клейові матеріали, варто враховувати і їхні недоліки:

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

потрібно, здебільшого, старанно готувати поверхні перед склеюванням і зберігати їх у чистоті, підтримувати певну температуру, тиск та вологість під час склеювання;

важко перевірити якість клейового з'єднання;

труднощі демонтажу склеєних конструкцій;

токсичність і пожежонебезпека — характерні особливості більшості клеїв.

Технологічний процес склеювання, незалежно від марки вибраного клею і матеріалів, для склеювання яких цей клей призначений, складається з таких операцій: підготовка поверхні перед нанесенням клею; вибір і підготовка клею; нанесення й затвердіння клею; контроль якості склеювання.

Підготовка поверхні перед нанесенням клею — одна з основних операцій процесу, вона істотно впливає на міцність та надійність клейового з'єднання.

Для забезпечення міцності клейового з'єднання поверхні мають бути очищені або ж приведені у відповідний стан перед склеюванням. Вибір методу підготовки поверхні значною мірою залежить від таких чинників, як хімічний склад і фізичний стан матеріалів, що склеюються; типу вибраного клею; вимог до міцності з'єднання; умов експлуатації.

Після видалення забруднення потрібна відповідна (залежно від виду клею) підготовка поверхні. Велика кількість клеїв і герметиків, які використовують для ремонту й технічного обслуговування автотракторної техніки, має єдині технологічні рекомендації, тому потрібно дуже уважно читати й дотримуватися їх щодо використання цих товарів.

Спосіб нанесення клею залежить від його стану (рідкий, пастоподібний і твердий у вигляді плівки, порошоків, прутка або таблеток) і конфігурації поверхонь, що склеюються. Клеї, які одержують завдяки змішуванню компонентів, слід використати протягом зазначеного терміну.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рідкі клеї можна наносити з допомогою шприца, щіткою, валиком або ж з пульверизатора; пастоподібні — з допомогою спеціальних пристосувань, ножів або шпательів.

Найчастіше клей наносять на обидві поверхні, які склеюють, але допускається й одностороннє нанесення.

Основні операції під час склеювання:

доведення клею до потрібного стану, який забезпечує змочування ним поверхні матеріалів, що склеюються, та поліпшує контакт між ними;

видалення небажаних компонентів клею (органічних розчинників, летких продуктів, що виділяються під час затвердіння) для запобігання утворенню пор і дефектів у клейовому з'єднанні;

прикладення тиску (під час затвердіння клею) до з'єднання для формування оптимальної товщини клейового шару і для запобігання зміщенню поверхонь під час збирання. Для цього обирають оснащення, яке забезпечувало б фіксацію поверхонь під час склеювання в потрібному положенні й за певного тиску.

Контроль якості склеювання здійснюється візуально: за суцільністю і товщиною видавленого із клейового шва надлишкового шару клею. Можна використовувати дефектоскопи, частіше імпульсні ультразвукові ехо-дефектоскопи, однак їхнє застосування не дає стовідсоткової гарантії якості, й широкого застосування вони не дістали.

До дефектів склеювання належать:

недостатня адгезія — міцність під час прилипання клею до поверхонь, що склеюються. Може статися через неякісну підготовку поверхні перед склеюванням, неправильний вибір клею та недотримання технологічних режимів склеювання;

часткові непроклеювання можуть бути в разі неякісної підгонки поверхонь і надто тонкого шару клею;

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

розшарування й тріщини клейового шару, причина — великі залишкові напруження.

Отже, використовуючи клеї і герметики, треба не тільки уважно обирати клей і правильно його готувати, а й суворо дотримуватися технології склеювання.

Клеї і герметики анаеробного затвердіння. Термін “анаеробний” запозичено із біологічної термінології, там його використовують щодо мікроорганізмів, які існують без доступу повітря. Анаеробні матеріали тверднуть тільки в закритих порожнинах без кисню.

До складу анаеробних клейових матеріалів, крім основи, здатних до полімеризації сполук акрилового ряду, входять також інгібітори, ініціатори та прискорювачі процесів полімеризації, які забезпечують його тривале зберігання й швидке затвердіння в зазорах.

Анаеробні матеріали після затвердіння мають високу термічну й хімічну стійкість, що забезпечує дієздатність вузлів і деталей під час їхньої експлуатації в контакті з органічними розчинниками та агресивним середовищем, у широкому інтервалі температур і тисків. На відміну від механічних стопорних елементів і формованих прокладок, анаеробні матеріали забезпечують стовідсотковий контакт між поверхнями, що з’єднуються. У результаті навантаження рівномірно розподіляються за всією площиною склеювання (герметизації), а опір тертю зростає.

Швидкість затвердіння і час досягнення максимальної міцності залежать від температури навколишнього середовища. За температури навколишнього середовища нижче 15°C процес полімеризації сповільнюється.

На швидкість затвердіння впливають також величина зазору між поверхнями, що склеюються, якість очищення поверхні. Під час очищення поверхонь перед застосуванням анаеробних матеріалів недопустимо використовувати лужні мийні засоби типу “Лабомід”, “ТЕМП-100”, “МС” з $pH > 7$, оскільки вони перешкоджають процесу полімеризації: клей або ж

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

зовсім не затвердіє, або затвердіє тільки частково, й міцність такого клейового з'єднання буде невисокою.

Правильний вибір анаеробних клейових матеріалів залежить від величини зазору між поверхнями та умов їхньої роботи. Технологічні характеристики анаеробних клейових матеріалів однакові (табл. 1). Один із основних параметрів, який враховують під час вибору клею, — його в'язкість. Її значення рідко вказують у паспортних даних на упаковці. Водночас тільки за в'язкістю анаеробного клею можна встановити, які зазори з його допомогою можна ущільнити. Зазвичай, що вища в'язкість, то більший зазор можна ущільнити.

Усі марки анаеробних клеїв і герметиків виготовляють в одній упаковці. Гарантійний термін зберігання — до року, та в разі дотримання правил зберігання вони не втрачають своїх властивостей протягом двох-трьох років, що робить їх дуже зручними для користування.

Так, анаеробні герметики широко використовують під час виготовлення, технічного обслуговування та ремонту автотракторної техніки для фіксації й одночасної герметизації нарізних з'єднань.

3.1 Приклади застосування анаеробних клеїв і герметиків

Герметизація й фіксація нарізних з'єднань. Самовідкручування або послаблення сили затягування нарізних з'єднань в автотракторній техніці відбувається внаслідок дії вібрації, ударних навантажень, підвищених температур і їхнього перепаду.

Під час технічного обслуговування автотракторної техніки важливо забезпечити збереження деталей для використання їх у подальшому збиранні. Однак розбирання нарізних з'єднань часто призводить до змінання або зривання нарізі, й таке з'єднання не тільки неможливо використати вдруге, а й доводиться багато часу витратити на його розбирання.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Прилипання, або “прикипання”, відбувається у більшості нарізних з’єднань, які піддаються дії вологи, пилу тощо. Щоб запобігти “прикипання” нарізних з’єднань, зазвичай, використовують мастило. Однак під час експлуатації автотракторної техніки мастило частково вигоряє, витискується, і через певний проміжок часу зменшується початкова сила затягування. Для фіксації і одночасної герметизації нарізних з’єднань рекомендується застосовувати клеї-герметики марок УГ-9 і УГ-6 або герметики фірми LOCTITE.

Герметик, заповнюючи міжвитковий простір, сприяє рівномірному розподілу навантаження між витками нарізного з’єднання; фіксує його, запобігаючи самовідкручуванню; захищає нарізне з’єднання від потрапляння вологи й тим самим захищає його від корозії, що полегшує можливе розбирання; герметизує нарізне з’єднання, унеможливаючи протікання робочих рідин через нарізні отвори.

3.2 Відновлення нерухомих з’єднань.

Під час послаблення посадки деталей (муфти, шестерні, крильчатки, підшипники кочення) для її відновлення використовують клеї марок Ан-6К або Ан-111.

Перед нанесенням клею відновлювальну поверхню старанно очищають. Механічним способом видаляють окалину та іржу. Поверхню знежирюють щіткою або бавовняною тканиною, змоченими у бензині чи ацетоні.

Анаеробний матеріал наносять із крапельниці флакона на всю зовнішню поверхню однієї з деталей вузла і збирають його. Треба стежити за тим, щоб герметик не потрапив на сепаратор або бігову доріжку підшипника. Для тужавіння матеріалу потріб-но від 20 хвилин до двох годин, залежно від марки сталі й температури навколишнього середовища, а шість-вісім годин

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

витримки за кімнатної температури забезпечують з'єднанню потрібну дієздатність.

Спрацювання деталей може вплинути на їхню співвісність, тому під час нанесення герметика слід забезпечити співвісність деталей за допомогою центруючих вкладишів і оправ.

Герметизація тріщин у корпусних деталях. Для герметизації тріщин у корпусних деталях (за товщини стінок понад 3 мм) одночасно використовують дві марки анаеробних клеїв: Ан-1У і Ун -7.

Тріщину знежирюють (промивають) ацетоном або бензином, продувають стисненим повітрям і висушують. Після цього тріщину заповнюють герметиком марки Ан-1У, який має підвищену проникну здатність. Після годинної витримки за температури 18...20°C наносять герметик Ун-7, який здатний герметизувати тріщину завширшки до 0,2 мм. Для додаткової герметизації можна в нарізний отвір, через який проходить тріщина, поставити болт на герметик.

Фіксація зірваних шпильок. Автотракторну техніку не можна уявити без гайок, болтів або шпильок, яким у її конструкції належить близько 15–25% загальної кількості з'єднань. Якщо нарізь спрацьована на болту, гайці або шпильці, то тут проблем немає: замість спрацьованих деталей ставлять нові. Значно складніше, якщо нарізь пошкоджена в корпусних деталях, наприклад, у блоці циліндрів, головці циліндрів тощо.

Повноцінне відновлення зірваної нарізі — непросте завдання, воно під силу тільки спеціалізованим майстерням. Однак застосування спеціально розроблених для цього високоміцних анаеробних клеїв дає змогу з достатньою міцністю зафіксувати шпильку в корпусі.

Технологія фіксації шпильки полягає в звичайних для клейового з'єднання операціях. Отвір під шпильку звільняють від залишків зірваної нарізі й перевіряють, чи може шпилька зайти в підготовлений отвір не менше ніж на його 4 діаметри (для нарізі М3 — на 12 мм, для М4 — на 16 мм, для М5

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

— на 20 мм тощо), або ж отвір розсвердлюють до потрібної глибини. Потім отвір і нарізну частину шпильки знежирюють ацетоном або бензином, висушують. Клей Ан-111 зручніше наносити на шпильку, при цьому його розподіляють за всією площиною склеювання, після цього вставляють шпильку в отвір і залишають до затвердіння клею.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

4 СПЕЦІАЛЬНІ СКЛОУТВОРЮЮЧІ МАТЕРІАЛИ

У деяких випадках до скляних виробів пред'являються особливо високі міцнісні вимоги. Прикладами подібних виробів є, наприклад, лобове скло транспортних засобів, різні захисні та оглядові стекла.

Високими міцнісними характеристиками мають різні склоутворюючі матеріали, серед яких, залежно від складу та структури можна виділити:

1) склокристалічні матеріали – ситали; 2) органо-неорганічні склокомпозиції. Механічна міцність цих матеріалів значно перевершує міцність традиційних стекол, а їх широке використання в цей час на практиці визначає необхідність хоча б короткого їхнього розгляду.

4.1 Механічна міцність ситалів

Під ситами розуміються склокристалічні матеріали, одержувані контрольованою об'ємною кристалізацією вихідного скла. У ході кристалізації в обсязі аморфного матеріалу відбувається утворення і ріст мікроскопічних кристалів, його властивості, у тому числі і механічні, значно змінюються. Механічні властивості ситалів залежать від їхнього хімічного складу і структури. Багато в чому завдяки високій термостійкості та механічній міцності ці матеріали і одержали в цей час широке поширення. Порівняльні дані по деяких властивостях вихідного скла та отриманого з нього ситалу наведені в табл.4.1.

До теперішнього часу розроблені ситали різного призначення, що володіють різними хімічним складом і властивостями. Проте, фізико-хімічні процеси, що лежать в основі їх одержання, накладають істотні обмеження на вибір хімічного складу матеріалу та особливості технології його одержання. Тому для створення ситалів використовується скло тільки

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

певних спеціальних хімічних складів. Усе це визначає й відносно більш високу вартість ситалівих виробів, у порівнянні з аналогічними скляними.

Таблиця 4.1. Порівняльні характеристики скла та отриманого з нього ситалу

Характеристика	Вихідне скло	Ситал
Щільність, г/см ³	2,70	2,91
Термостійкість, °С	230	410
Міцність, МПа		
на вигин	105	163
на стискання	450	870
Мікротвердість, ГПа	10,3	12,3
Ударна в'язкість, кДж/м ²	1,59	

4.2 Ламінування скла. Захисні стекла. Триплекс

Розвиток та велике поширення швидкохідних транспортних засобів, широке застосування усе більш великогабаритних скляних виробів і конструкцій у техніку та будівництві вимагають особливої уваги до проблем безпеки.

Одним з найпоширеніших способів створення скляних виробів, що забезпечують збереження цілісності виробу при механічному впливі на нього, є ламінування скла. Під ламінуванням скла розуміється нанесення (наклеювання) на його поверхню спеціальної тонкої поверхневої полімерної плівки. Використована плівка може бути прозорою або матовою, безбарвною або пофарбованою. Оснащене плівкою скло здатне витримувати значні удари, при руйнуванні не розлітається на шматки і цим запобігає

можливим пораненням та порізам. Якість ламінування скла регламентується ТУ-5923-002-17071027-99.

Ламінування скла може бути здійснене шляхом нанесення шару термопластичної органічної композиції між двома аркушами скла .

Захисне скло (ДСТУ 51136-98) призначене для використання в адміністративних, суспільних і житлових будинках і транспортних засобах, де є необхідність у захисті людини або матеріальних цінностей. Захисне скло являє собою багат шарову композицію, що полягає з неорганічного скла та органічного полімерного матеріалу. Міцнісні властивості захисних стекол залежать від структури композиції, товщини використовуваного неорганічного скла, типу та товщини шару полімерного матеріалу.

Одним з видів багат шарового захисного скла є ударостійке скло. Під ударостійким розуміється захисне скло, що витримує багаторазовий удар вільно падаючого тіла з нормованими показниками. Залежно від міцнісних властивостей ударостійкому склу привласнюються класи А1, А2 або А3. Ударостійкість скла контролюється на дослідному устаткуванні при впливі на випробуваний зразок одиночними ударами вільно падаючого кулі вагою 4,11 кг з висот 3,5 м; 6,5 м і 9,5 м.

Вибухостійке скло являють собою композицію на основі силікатного скла певної товщини з поліетілентерефталатною плівкою. Технічними умовами ТУ 5923-008-17071027-00 передбачається п'ять ступенів вибухостійкості скла. Для всіх ступенів вибухостійкості випробування проводяться з різним по величині зарядом тротилу, розташованому на відстані 3 м від центру скла. Вибухостійке скло повинне забезпечувати відсутність наскрізного руйнування і утворення окремих скляних осколків як на лицьовий, так і на тильній стороні скла.

Куленепробивне скло захищають від куль і осколків гранат. За технічними показниками підрозділяються на 4 класу захисту за ДСТУ 50963-96 і мають товщину від 15 до 65 мм.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Тришаровим склом або триплексом називають тришаровий листовий захисний виріб, одержуваний шляхом склеювання двох аркушів скла за допомогою безбарвних органічних складів і прокладок, що утворюють внутрішній шар. У якості матеріалу, що склеює, звичайно використовується плівка з бутафоль-полівінілбутирала, пластифіційованого дибутилсебаціанатом (16- 18%). Ця плівка має високу прозорість, вологостійкість, достатню механічну міцність і високою адгезією до силікатного скла. Основна перевага триплекса – безосколочність при руйнуванні скла. При утворенні тріщин шматочки скла залишаються прикріпленими до полімерної плівки. По товщині розрізняють витончений (товщина 4,5 мм), нормальний (5 мм) і стовщений (6-6,5 мм) триплекс.

Міцнісні властивості триплекса досить високі – при стандартному ударі сталеву кулею масою 800 г з висоти 1 м на зразок площею 250x250 мм² розмір осколків скла не повинен перевищувати 5 мм при їхній загальній масі менш 0,3% маси зразка.

Деякі обмеження по практичному використанню триплекса і ламінованих захисних стекол пов'язані з їхньою теплостійкістю. Максимальна температура експлуатації, при якій триплекс зберігає свої характеристики (прозорість, безосколочність) становить звичайно 100-110°C. Тому використання цих матеріалів при більш високих температурах неможливо.

4.3 Механізми виникнення механічних напруг при НІО

У розділі будуть коротко розглянута природа виникнення напруг при іонному обміні. При НІО напруги можуть виникати із двох причин [12]. По-перше, напруги виникають внаслідок відмінності коефіцієнтів лінійного теплового розширення (КЛТР) вихідного та іонообмінного стекол. Величина таких напруг мала [13].

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

По-друге, напруги виникають через відмінність питомих обсягів вихідного та іонообмінного скла [12]. Так, наприклад, питомий обсяг натрієвих стекол $V_0\text{Na}$ (іонний радіус Na^+ - 0.98 Å) менше, чим у калієвих $V_0\text{K}$ (іонний радіус K^+ - 1.33 Å). Іонний обмін $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$ буде приводити до зміни питомого обсягу (див рис.). У результаті цього модифікований поверхневий шар скла буде прагнути збільшити свій об'єм у напрямках x і z . На рис. показаний питомий обсяг V' , який мав би іонообмінний шар, якби він не був пов'язаний з підложкою скла, незачепленою обміном. Однак твердий зв'язок з підложкою скла не дає помітно розширюватися дифузійному шару в напрямку z . У підсумку скло займає менший обсяг $V''\text{K}$. Це призводить до виникнення стискаючих напруг у цьому шарі. Лежаче під шаром скло буде перебувати під дію розтягувальних напруг. При високотемпературному іонному обміні або відпалі такі напруги зникають внаслідок процесів релаксації. При цьому $V''\text{K}$ прагне до $V^0\text{K}$. Величина розширення шару в напрямку x ($\Delta H''$) є заходом вільної зміни обсягу шару в результаті іонного обміну. В [12] зроблене припущення, що в цьому напрямку можуть виникати напруги в мікроскопічних масштабах у результаті «вторинних явищ».

У роботі [14] вперше було висловлене припущення, що суть нерівноважного стану скла при НІО полягає в дії дифузійних напруг, що виникають при іонному обміні. Ці дифузійні напруги, що виникають у процесі НІО і сягають більших величин (~1-3 ГПа [15, 16]), можуть відігравати істотну роль (за рахунок ефекту фотопружності) при формуванні показника переломлення і анізотропії планарних хвилеводів, одержуваних технологією НІО.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.4 Властивості стекел, зміцнених іонним обміном

Використання тієї або іншої технології зміцнення скла визначається рівнем, що не тільки досягаються при цьому, міцності, але й сукупністю властивостей, якої має зміцнений скловиріб. Зміцнення скла будь-яким способом супроводжується зміною практично всіх його параметрів у гіршу або кращу сторону.

Експлуатаційні властивості іонообміного зміцненого скла, що визначають його як конструкційний матеріал, мало вивчені. Дослідження в основному зводилися до оцінки якої-небудь властивості скла, зміцненого по режиму, що забезпечує максимальне збільшення середньої величини міцності. Однак, іонообмінний метод дозволяє створити в поверхневому шарі скла всілякі профілі залишкових напруг, тому такий підхід не дозволив виявити його потенційні можливості.

У цій главі розглянуті основні властивості іонообміненого зміцненого скла, по можливості, у порівнянні із властивостями скла, зміцненого іншими способами. Важливість вивчення того або іншого параметра в остаточному підсумку визначається функціональним призначенням конкретного виробу.

4.5 Зміна макрорельєфу поверхні і форми зразків скла при іонному обміні

При обміні іонів різного радіуса відбувається зміна обсягу скла. Так, наприклад, при обміні $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$ (іонний радіус натрію 0.98 А, калію 1.33 А) обсяг скла збільшується, а при $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Li}^+$ (іонний радіус літію 0.68 А) зменшується. Докладно механізми зміни обсягу при низькотемпературному іонному обміні (НІО) розглянуті в [17] і ми на них зупинятися не будемо. Якщо проводити іонний обмін по всій площині зразка, то зміна обсягу не буде призводити до зміни макрорельєфу поверхні, Однак якщо іонний обмін

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

проходить на поверхні зразка локально, та зміна обсягу буде призводити до зміни макрорельєфу поверхні – зсуву поверхні (ΔH), через яку пройшов обмін, щодо поверхні, не порушеною дифузією. Схематично такий зсув показаний на рис. 4.1. Так у випадку обміну $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$ величина Δh позитивна, тобто відбувається «спухання» поверхні. У випадку обміну $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Li}^+$ величина ΔH негативна, тобто відбувається «усадка» поверхні.

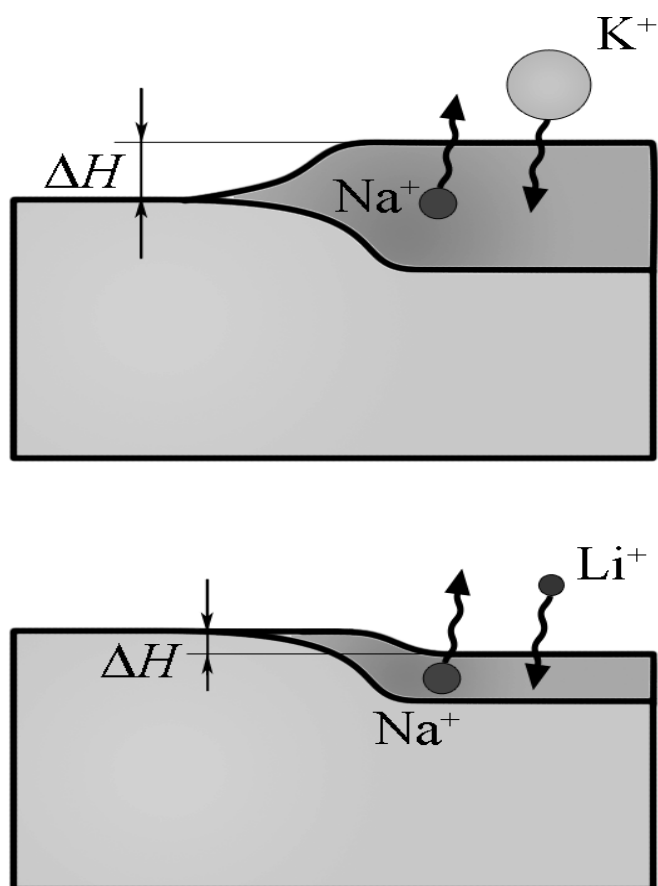


Рисунок 4.1 - Зміна макрорельєфу поверхні при іонному обміні для різних іонів-дифузантив.

Величина зсуву поверхні залежить від часу та температури іонного обміну, складу і структури скла, типів, що обмінюються іонів. На рис. 4.2 показані характерні залежності величини «спухання» від часу (а) і температури (б) іонного обміну $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$ для скла К8 [17]. Видне, що зі

близьких до T_g скла. Так, для скла К8 з $T_g = 550\text{ }^\circ\text{C}$ «спухання» досягає значення $\Delta H = 0.6\text{ мкм}$ при $T_{\text{диф}} = 520\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 4.3.б.). у випадку високотемпературного іонного обміну ($T_{\text{диф}} \gg T_g$) при завершенні релаксаційних процесів обсяг іонообмінного скла буде прагнути до обсягу калієвого скла, отриманого традиційним способом із шихти.

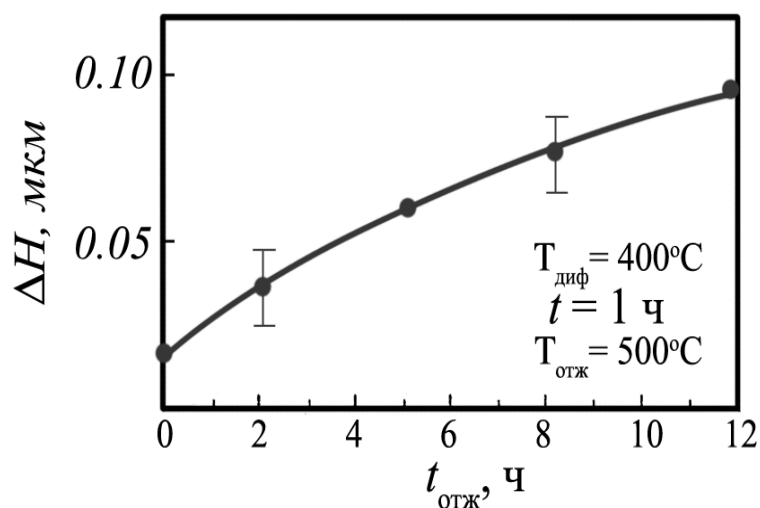


Рисунок 4.3 - Залежність величини «спухання» при іонному обміні від часу додаткової термообробки на повітрі.

Якщо іонообмінна обробка проходить із однієї сторони зразка, то дифузійні напруги і ефект зміни обсягу можуть приводити до деформації зразка (пружної або пластичної залежно від температури обміну)[18]. Якщо при цьому зразок являє собою скляну тонку пластину, він буде звиватися. Так, наприклад, при обміні $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$ оброблена поверхня стає опуклою, а неопрацьована – увігнутої (рис. 4.4). Розглянемо температурно-тимчасові залежності вигину пластини.

Для вивчення цих залежностей використовуються скляні плоскопаралельні пластини різної товщини, на одну зі сторін яких напильюється алюмінієве покриття, що блокує іонний обмін. На рис. 4.5,а показані характерні залежності радіуса кривизни тонкої скляної пластини від часу НІО $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$.

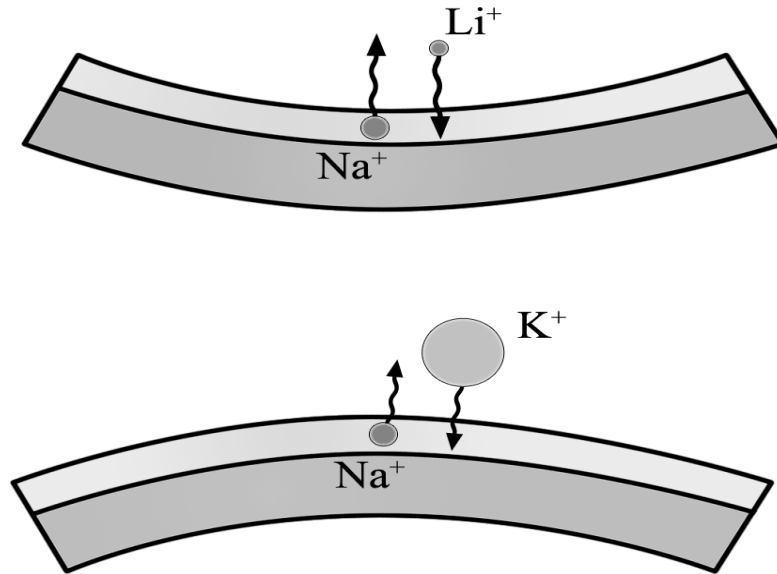


Рисунок 4.4 - Вигин скляної пластини при іонному обміні.

Зі збільшенням часу іонного обміну відбувається нагромадження напруг, які згинають пластину і призводять до зменшення радіуса її кривизни. З рис 4.5,а видно, що при однакових умовах дифузії радіус кривизни тим більше, чим товстіше зразок. Це пов'язане з тим, що однакові напруги менше згинають більш товстий зразок. Так, наприклад для скляної пластини товщиною 0.15 мм радіус кривизни становить $R = 0.4$ м при товщині іонообмінного шару 15 мкм, а для пластини товщиною 4.0 мм $R = 200$ м.

На рис. 4.5,б показані залежності радіуса кривизни зразків від температури іонообмінної обробки для стекел К8 (крива 1) і ZS (цинковосилікатне) (крива 2), що мають однакову товщину 0.1 мм. Зі збільшенням температури іонного обміну радіуси кривизни для обох стекел зменшуються. Із зіставлення кривих 1 і 2 видно, що в області температур $T_{\text{диф}} < 500$ °С радіуси кривизни зразків зі скла ZS менше, чим зразків зі скла К8. В області температур $T_{\text{диф}} > 500$ °С картина міняється:

радіус кривизни зразків зі скла К8 зменшується, а зразків скла ZS міняється слабкіше. Спостережувані залежності пояснюються в такий спосіб: на ділянці температур $T_g < 500 \text{ }^\circ\text{C}$ для скла К8 вигин зразків обумовлений пружною деформацією, і його величина визначається величиною дифузійних напруг при досить малому ступені їх релаксації ($\sigma \sim 0.6 \text{ ГПа}$). Для скла ZS за тих самих умов обробки і тих же товщинах дифузійного шару радіуси кривизни зразків значно менше, ніж у зразків з К8, оскільки дифузійні напруги скла ZS більше ($\sigma \sim 1-3 \text{ ГПа}$), чим скла К8. У склі К8 ($T_g = 560 \text{ }^\circ\text{C}$) зі збільшенням температури (ділянка $T_{\text{диф}} = 500-600 \text{ }^\circ\text{C}$) дифузійні напруги релаксують, і спостережуване зменшення радіуса кривизни зразка можна зв'язувати із пластичною деформацією скла, тобто зі зміною обсягу. У склі ZS з більш високої T_g ($600 \text{ }^\circ\text{C}$), іонообмінна обробка в діапазоні температур $T_{\text{диф}} = 500-600 \text{ }^\circ\text{C}$ не призводить до помітної релаксації дифузійних напруг, і пластична деформація ще не починається. Таким чином, у цьому діапазоні температур радіуси кривизни більше в зразків зі скла ZS.

Слід зазначити, що вигин зразка скла при проведенні іонного обміну з однієї його сторони – це небажаний додатковий ефект, який необхідно враховувати при зміцненні скловиробів або при створенні хвилеводів методом НІО. Проте, цей ефект може бути корисний для визначення величини дифузійних напруг [19] і одержання інформації про напруги, що розвиваються безпосередньо в процесі іонного обміну [20]. Так, було експериментально встановлене [18], що дифузійні напруги виникають не після іонообмінної обробки при остиганні зразка до кімнатної температури, а безпосередньо в процесі іонного обміну на його початкових стадіях.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

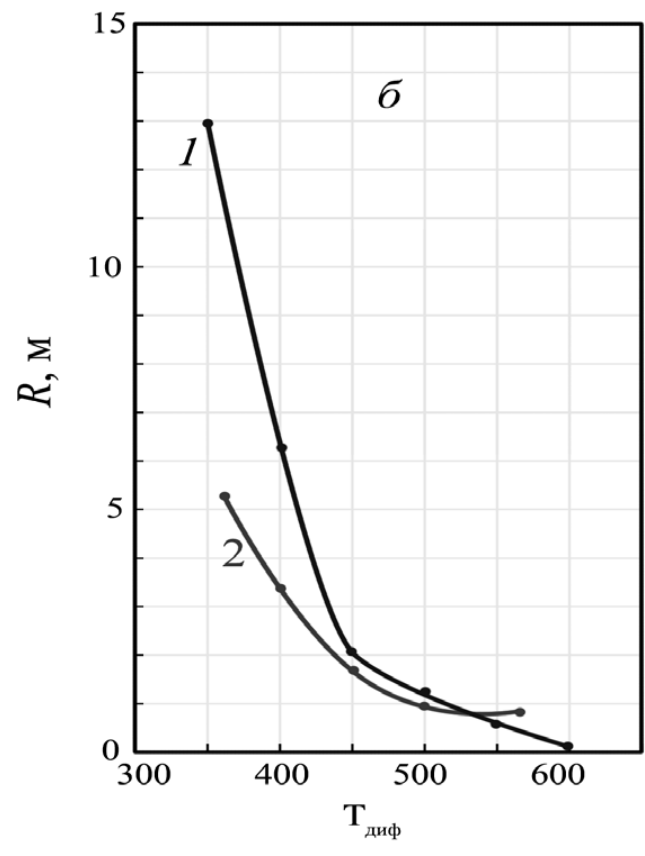
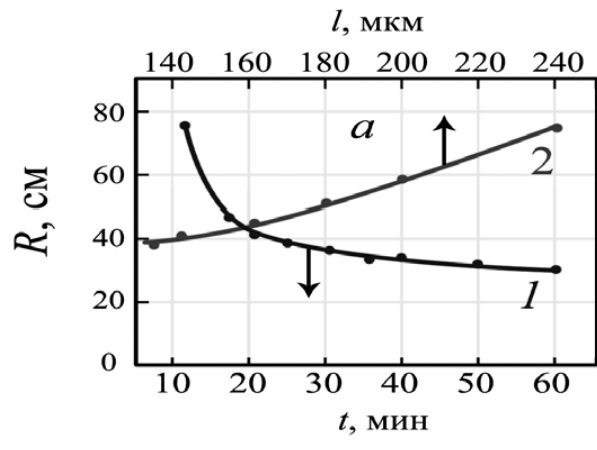


Рисунок 4.5 - Залежність радіуса кривизни R поверхні скла при вигині пластини в результаті іонообмінної обробки в розплаві KNO₃ (обмін Na⁺ ↔ K⁺) А) від часу іонного обміну t (1) і товщини зразка l (2), T_{диф} = 400 °С, Б) від температури іонного обміну T_{диф}, t = 4 год, товщина пластини l = 1 мм, скла К8(1) і ZS (2).

4.6 Характер руйнування

Для деяких виробів конструкційної оптики характер руйнування має більш важливе значення, ніж міцність. Для одних виробів важливо, щоб при руйнуванні не утворювалися великі, гострі осколки, для інших - збереження видимості (локальне руйнування).

Характер руйнування тіла визначається запасеною внутрішньою енергією. Для скла, зміцненого шляхом створення залишкових стискаючих напруг, він визначається співвідношенням між стискаючими та розтягувальними напруженнями. Іонообмінна технологія дозволяє широко варіювати ці параметри, отже, регулювати характер руйнування [21]. У принципі, за допомогою іонного обміну можна змінити характер руйнування виробу від незміцненого до інтенсивно загартованого. Розглянемо кілька прикладів.

На рис. 4.6 показаний вплив товщини та умов зміцнення на характер руйнування скла хемкор. Три квадрати у верхньому ряді мають товщину 6.35 мм, але оброблені в розплаві KNO_3 при різних режимах, а квадрати в нижньому ряді оброблені в KNO_3 по однаковому режиму, але мають різні товщини.

У верхньому ряді рис. 4.7 показане руйнування серійних виробів, виготовлених з оптичного скла К8. Хоча щільність осколків іонообмінно зміцненого виробу значно більше, ніж незміцненого, але вони мають голчасту форму. У нижньому ряді показане руйнування багат шарових виробів, підданих динамічному впливу. Загартований виріб при цьому руйнується з повною втратою видимості, а іонообмінно зміцнене зберігає видимість, достатню для запобігання аварійної ситуації, наприклад, для посадки вертольота або літака.

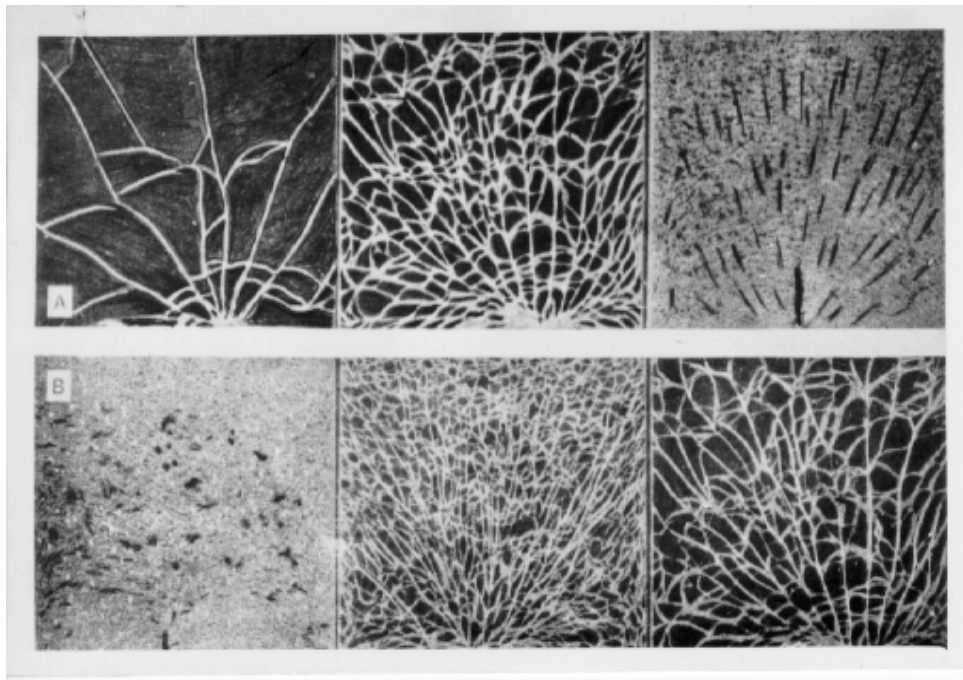


Рисунок 4.6 - Характер руйнування іонообміно зміцненого скла Хемкор. Ряд А – зразки однакової товщини оброблені в розплаві KNO_3 при різних режимах. Ряд Б – зразки різної товщини оброблені в однаковому режимі.

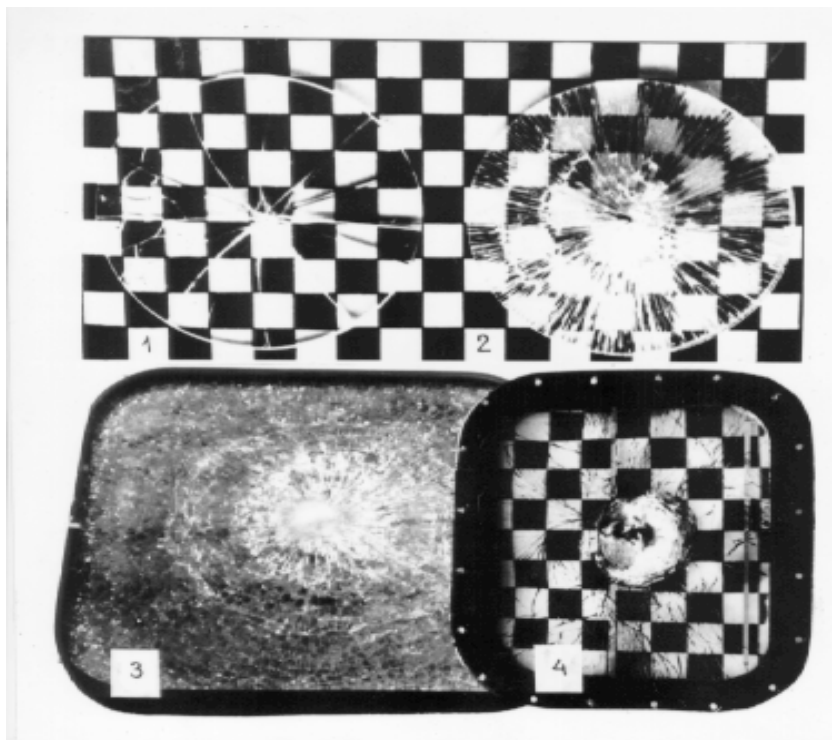


Рисунок 4.7 - Характер руйнування незміцненого (1), загартованого (3) і іонообміно зміцненого (2, 4) виробів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP TAM 22.17127. 000 ПЗ

Арк.

53

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЗАГАРТОВАНОГО СКЛА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ

5.1 Особливості технологічного процесу виробництва загартованих автомобільних стекол, як об'єкта керування

Загартованим листовим склом називається скло будь-якого складу, кольору, форми та розмірів, піддане спеціальній термічній обробці, у результаті якої зовнішні шари приходять у стан сильного стиску, а внутрішні – у стан розтягування, утворюючи систему напруг у склі термічну міцність, що забезпечує його високу механічну міцність. При досягненні межі міцності загартоване листове скло, руйнуючись, розпадається на дрібні округленої форми осколки, що не мають гострих ріжучих граней .

Гартування – це процес теплової обробки (нагрівання та швидке охолодження), що призводить до утворення залишкових напружень у склі, у результаті чого підвищується механічна міцність і термостійкість скла.

Сучасна технологія виробництва загартованого скла представляє високоавтоматизоване безперервне потокове виробництво, що полягає в послідовних технологічних операцій (процесів).

Для гартування застосовують установки з вертикальною щілинною електричною піччю для нагрівання скла та установки горизонтального загартування скла. Горизонтальні печі забезпечують більш високу якість продукції в порівнянні з печами вертикального типу .

У даній роботі розглядається процес гартування скла в горизонтальній печі фірми SIV безперервної дії.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Установка горизонтального загартування скла (рис. 5.1) включає тунельну електричну піч (2), згинальний пристрій (прес) (3), камеру гартування (4), систему повітряного охолодження (5), ділянка подачі/знімання скла (1, 6). Устаткування установки розташоване послідовно і представляє єдину потокову технологічну лінію. Переміщення скла здійснюється в горизонтальному положенні на твердих опорах-валиках, які проходять уздовж усієї лінії.

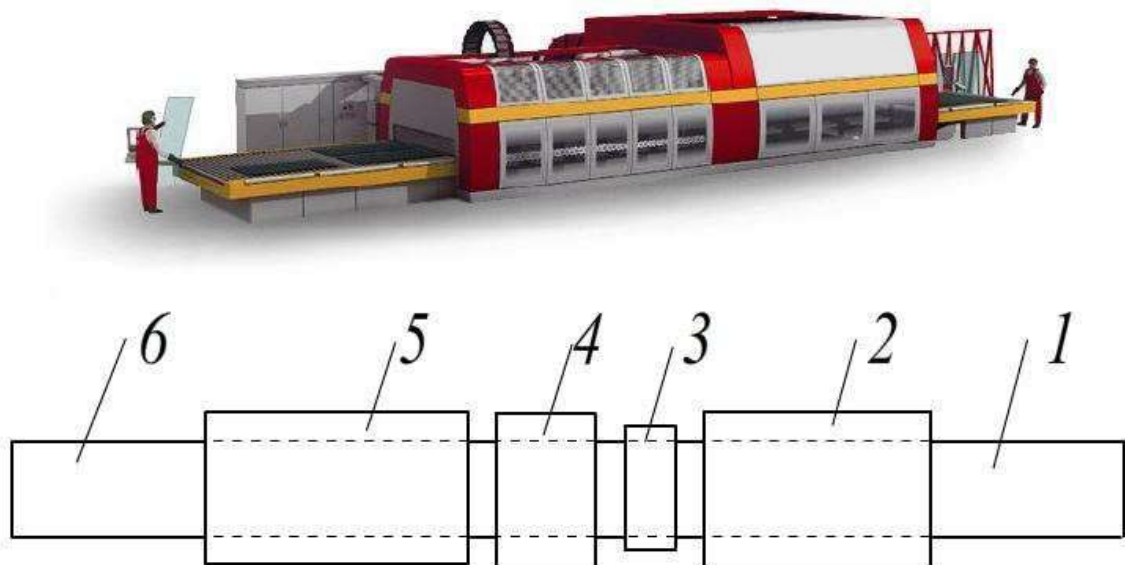


Рисунок 5.1 – Схема установки горизонтального гартування скла
 1 – рольганг (ділянка завантаження), 2 – електрична піч нагрівання, 3 .- згинальний пристрій, 4 – камера гартування, 5 – пристрій повітряного охолодження, 6 – рольганг (ділянка знімання скла).

У такої гартівної установки висока продуктивність, тому що заготовки переміщуються з високою швидкістю, і виключається операція підвіски скла. Нагрівання і гартування скла відбуваються в безперервному потоці. На установці горизонтального гартування можна здійснювати швидкий перехід з однієї форми скла на іншу, а при установці згинального пристрою (преса) можливо робити гнуті стекла.

Технологічний процес загартування стекол включає кілька технологічних стадій:

- завантаження заготовок на рольганг;
- розігрів заготовок у печі;
- вигин заготовок у пресі;
- загартування заготовки і одержання готового виробу;
- охолодження виробу;
- знімання і контроль готового виробу.

На ділянці завантаження скло укладається на транспортуючі вали рольганга і направляється в піч. Пекти ділиться на кілька теплових зон. Контроль температури в кожній зоні проводиться термопарами і підтримується автоматично за допомогою терморегуляторів. Температурний режим у печі забезпечується сводовими і подовими електронагрівальними панелями. Температура по зонах по ходу скла поступово зростає від 450 до 630-650°C. Нагріта до пластичного стану заготовка попадає на ділянку пресування.

Пресове устаткування виконане в такий спосіб: зверху укріплений нерухливий пуансон, а внизу в проміжках між транспортуючими валами піднімаються елементи матриці.

У процесі пресування заготовка проходить кілька операцій (малюнок 5.2). По встановленій програмі технологічного процесу збирається привід, піднімаючи фіксатори. Заготовка (3), упираючись у них, займає строго орієнтоване за формою преса положення. У наступний момент вали (4) у зоні преса зупиняються, спрацьовує привід матриці, і підстава матриці із закріпленими на ньому деталями (2) контуру виробу піднімається, підхоплюючи з валів заготовку скла, і підтискають її до пуансона (1). Фіксатори опускаються вниз .

Після короткої витримки матриця вже з вигнутою заготовкою із затримкою опускається, укладаючи заготовку на вали, які в цей момент

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Технологічний процес вимагає постійного контролю і налагодження оснащення. Незначні відхилення технологічних режимів викликають дефекти виробу. У процесі горизонтального загартування скла зустрічаються наступні види дефектів:

недопресоване скло (кривизна не відповідає вимогам креслення);

однобічне неприлягання до контрольного шаблону;

при випробуванні готових виробів на характер руйнування величина осколків перевищує припустимі розміри;

оптичні викривлення скла й ін.

Креслення на безбарвне гнуче скло для автомобіля Daewoo ZAZ (Lanos) і ДСТУ 5727–88 на скло для наземного транспорту накладають певні вимоги до показників якості, виробленого загартованого скла, які наведено в таблиці 5.1 з допусками.

Ці характеристики виробу залежать від багатьох факторів: якості заготовок скла, стану використовуваного устаткування, технологічних режимів виробництва та ін. У кожному випадку встановлюються причини, що викликають появу дефектів, і оперативно ухвалюються заходи для їхнього усунення.

Процес гартування характеризується великою розмірністю векторів вхідних змінних, змінних стану і вихідних змін, що досягають кілька десятків компонентів.

Для зменшення розмірності розв'язуваного завдання з переліку вихідних змінних відбираються визначальні (базові) змінні. Найважливішою групою параметрів, що характеризують властивості загартованого скла, є відхилення форми скла від креслення (їх значення наведено в таблиці 5.1). Зазор між крайкою загартованого скла й контуром шаблону контролюється по чотирьом сторонам: А–В, В–С, С–D, D–F, (рис. 5.3) і не повинен перевищувати заданої величини, зазначеної в технічному аркуші (таблиця 5.1). Контролюється

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

також поперечна кривизна по відхиленню твірної лінії від циліндричної поверхні (пряма, що проходить через крапки Н1, Н2, Н3 на рис. 5.3).

Таблиця 5.1 – Властивості загартованого скла та їх параметри

Групи показників якості скла	Показники якості скла	Значення параметрів
Розміри, граничні відхилення розмірів	Площа заготовки	Не більш 1,5 м ²
	Товщина заготовки	3-6 мм
	Граничне відхилення товщини	Від -0,3 мм до +0,3 мм
Відхилення гнутих виробів від заданої форми	Неприлягання сторін до контуру шаблону	До +1,5 мм
	Відхилення утворюючої циліндра	Від -1 до +2 мм
Випробування на характер руйнування	Максимальна кількість осколків в квадраті 50x50 мм	400
	Мінімальна кількість осколків у квадраті 50x50 мм	40
	Довжина осколків	Менш 75 мм
	Площа осколків	Менш 3 мм ²
Оптичні	Світлопропускання	не менш 70%

сукупність власних характеристик об'єкта задовольняє потреби й очікуванням, які встановлені, звичайно передбачаються або є обов'язковими.

Показники якості продукції різноманітні. Тому стосовно до кожного виду продукції вибирається відповідна номенклатура показників, що найбільше повно характеризує її якість. По характерним властивостям застосовують наступні групи показників: призначення та економічні . Показники призначення характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена та обумовлюють область її застосування. Ці показники розділяються на дві групи: виробнича та споживча група.

Для автомобільного скла до виробничої групи показників призначення ставляться: Yield – вихід продукції, Cadence – ритмічність виробництва, CU – коефіцієнт використання устаткування, Ppm (part per million) - частка дефектів на мільйон виробів (можливостей) і ін.

До споживчої групи показників ставляться: розміри, граничні відхилення розмірів, відхилення товщини, світлопропускання, оптичні викривлення, стійкість до удару й ін. До розглянутої групи ставляться також екологічні показники, що характеризують рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище загартованого автомобільного скла, і процесів, пов'язаних зі зберіганням, транспортуванням, експлуатацією.

Економічні показники якості виробу також умовно діляться на показники виробничої та споживчої групи. Для безпечного загартованого автоскла до економічних показників виробничої групи можна віднести собівартість і оптову ціну умовної одиниці продукції, капіталовкладення у виробництво загартованого автоскла, рентабельність виробництва й ін.

До споживчої групи економічних показників якості автомобільного скла можна віднести капіталовкладення, пов'язані з експлуатацією виробу й ін.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Визначальні показники якості є оцінними, по них судять про якість виробів. Номенклатура визначальних показників якості безпечного загартованого автомобільного скла визначена ДСТУ 5727 – 88.

Якість комплектуючих виробів є найбільш загальними і важливими у відносинах між автовиробниками й постачальниками комплектуючих. Автовиробники висувають високі вимоги до якості загартованого скла, зокрема, до відхилення виробів від заданої форми. Але навіть незначне зменшення відсотка браку по окремих видах дефектів дозволить підвищити ефективність виробництва і якість продукції.

Сучасна теорія керування якістю виходить із положення, що діяльність по керуванню якістю повинна здійснюватися в ході виробництва продукції. Важлива також діяльність по забезпеченню якості, що передує процесу виробництва. Якість визначається дією багатьох випадкових і суб'єктивних факторів. Для попередження впливу цих факторів на якість продукції створюється система керування якістю, яка впливає на процес створення продукту [67, 90]. Згідно зі стандартами ІСО серії 9000 постійне підвищення якості виробленої продукції можливо лише з використанням системного підходу до керування якістю, основу якого становить керування якістю технологічного процесу.

Існуюча на підприємстві система менеджменту якості дозволяє погодити вимоги до керування якістю загартованого скла, які формуються на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

Важлива роль у керуванні якістю належить технічним умовам на продукцію і стандарту підприємства, у якому визначені основні вимоги до продукції і технологічні параметри процесу виготовлення загартованого скла.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

5.3 Моделювання технологічного процесу виробництва загартованого скла

Адекватно відобразити досліджуваний технологічний процес виробництва загартованого скла і провести ідентифікацію можливо за допомогою моделювання. При використанні процесного підходу в моделюванні основним є принцип послідовного уточнення у ускладнення моделей.

Для створення формалізованого опису технологічного процесу виробництва загартованого автомобільного скла була використана графічна нотація IDEF0 методології структурного аналізу й проектування (SADT), відмінними рисами якої є наочність, простота розуміння моделей і забезпеченість інструментальними засобами (наприклад, Allfusion Process Modeler). Згідно з даною методологією формалізований опис виробництва безпечного загартованого скла для автомобільного транспорту представляє набір діаграм, що мають ієрархічну структуру. Діаграма верхнього рівня містить один блок, будучи контекстною моделлю бізнес-процесу «Робити безпечне загартоване скло для наземного транспорту». Розроблювальна модель розвивається в процесі структурної декомпозиції зверху вниз.

Крім набору діаграм розроблений формалізований опис технологічного процесу містить глосарій, який визначає взаємозв'язку процесів з виконавцями та об'єктами.

У горизонтальнім положенні скло передається в позицію маркування. Після маркування скла завантажують і базують для наступної подачі в тунельну чотирикамерну піч, де вони починають розігріватися, переміщаючись на керамічних валах. Технологічний режим нагрівання заготовок скла контролюється за допомогою 32-х термопар, встановлених у камерах печі. Кожна камера складається їх двох зон. У кожній зоні вимірюється температура за допомогою 4-х термопар, встановлених по

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ширині печі. Як тільки скло розігрілося до потрібної температури розм'якшення (близько 630 °С), вони пресуються для додання склу заданої форми.

5.4 Виділення ключових характеристик у виробництві загартованого скла

Після побудови формалізованого опису технологічного процесу виробництва загартованого скла визначається його прослідковується по всьому технологічному ланцюжкові. Кожна ділянка технологічного процесу аналізується на предмет того, як він впливає на якість продукції. Оцінюється ефективність методів контролю якості заготовок скла, окремих технологічних операцій і готової продукції.

Стосовно процесного підходу поняття «ідентифікація» розглядається як створення моделі процесу і її використання для знаходження оптимальних параметрів процесу. З погляду ідентифікації технологічного процесу виробництва загартованого скла, визначалися:

параметри на вході та виході процесу;

дані, по яких можна оцінювати протікання процесу, режимні змінні, витрата енергії й матеріалів, продуктивність і т.п.;

критерій якості виконання процесу й ін.

У завданні керування регламентується спостереження, як за самим технологічним процесом, так і за виділеними ключовими характеристиками вироблюваного скла.

У результаті аналізу формалізованого опису технологічного процесу виробництва загартованого скла можна визначити ключові характеристики, які підлягають особливій увазі і контролю у виробництві (таблиця 5.2). Розрізняють поняття ключових характеристик продукції, компонентів, процесів, режимів і умов. Як правило, установлюють дві групи ключових

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

показників: критичні (CC - Critical Characteristic) і значні (SC - Significant Characteristic).

Таблиця 5.2 – Ключові показники виробництва загартованого скла

Категорія ключових характеристик	Найменування ключових показників
Ключові показники виробу	критичні показники: витримування удару кулею, стійкість до пробивання кулею, механічна міцність, характер руйнування (тест на фрагментацію) значні показники: розміри, відколи, неприлягання, світлопропускання, оптичні викривлення, зсув проекрованої лінії, зсув вторинного зображення, оптичні викривлення в минаючому і вториннім світлі
Ключові показники компонентів	критичні показники: заготовки полірованого скла по СНІП 006-2003 і ДСТУ 111- 2001 значні показники: нанесення чорного канта на скло
Ключові технологічні процеси	критичні технологічні процеси: Базування скла, нагрівши, пресування, загартування, охолодження значні технологічні процеси: різання, обробка, мийка, сушіння заготовок, маркування, підріток поправних дефектів, упакування

Продовження табл.5.2

<p>Ключові режими й умови технологічного процесу</p>	<p>критичні режими: технологічні режими горизонтальної установки для нагрівання, пресування й загартування скла (режими електричної печі, преса, гартівних ґрат, що прохолоджують ґрат) значні режими: режими лінії різання скла, режими мийно-сушильної машини (чистота й температура води в мийних машинах), відстеження якісної обробки крайок скла</p>
--	--

При виробництві безпечного загартованого автомобільного скла (гнутого, плоского) найважливішими характеристиками виробленої продукції є вимоги по безпеці (ДСТУ 5727-88 «Скло безпечне для наземного транспорту. Загальні технічні умови»). Якість виробленої продукції багато в чому залежить від якості компонентів виробництва (заготовки полірованого скла) і режимів протікання технологічних процесів виробництва. Дотримання необхідних режимів і умов технологічного процесу можливо лише при точному налаштуванні і справній роботі устаткування, а також високої кваліфікації виробничого персоналу.

Певні ключові характеристики технологічного процесу загартування стекол є найбільш критичними з погляду якості продукції (таблиця 5.3). Для забезпечення необхідного рівня показників якості загартованого автоскла необхідно контролювати і підтримувати виділені ключові характеристики протягом усього процесу виробництва.

Властивості і характеристики скла оцінюються вимірам, проведеним вручну. Керування режимом роботи технологічного істаткування ведеться вручну. Стабілізація заданих режимів виконується засобами локальної автоматики. Ручні приймання керування засновані на практиці ведення

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

технологічного процесу та досвіді роботи технологічного персоналу. Усі ці особливості виробництва загартованого скла ускладнюють рішення завдання автоматизації керування цим процесом. Проблема автоматизації виробництва загартованого скла є комплексною. Вона вимагає спільного розгляду і рішення питань теорії систем керування, математичного моделювання, планування експериментів, обліку особливостей технології виробництва скла і практичних приймань керування.

Таблиця 5.3 – Ключові характеристики технологічного процесу гартування стекол

Ключові етапи й устаткування, що визначають ефективність технологічного процесу загартування	Найбільш критичні, з погляду якості, показники	Статистичні інструменти контролю якості.
Маркірувати скло. Лінія загартування скла.	Якість маркування (положення, рівномірність нанесення)	Вибірковий контроль.
Завантажувати, базувати скло. Завантажувальний пристрій лінії загартування скла.	Розташування скла, настроювання упорів.	Суцільний контроль.

Висновки по розділу

Вивчені особливості технологічного процесу виробництва загартованих автомобільних стекол, як об'єкта керування. Показана багатостадійність процесу і їх взаємозалежність. Істотний вплив на якість виробів виявляє стадія (процес) загартування. Розроблена структурна схема процесу загартування, як об'єкта керування. Визначені режимні змінні і показники якості вироблюваної продукції.

Визначені показники призначення виготовлення загартованого скла. Уточнені виробничі та споживчі показники якості гнутих загартованих стекол. Якість вироблюваних стекол забезпечується системами менеджменту якості, що задовольняють вимогам стандартів ІСО/ТУ 16949:2009 і ІСО 9001:2008.

Наведений формалізований опис технологічного процесу виробництва загартованого скла з використанням методології ІDEF0. Модель технологічного процесу представлена ієрархічно організованою сукупністю діаграм. Показане місце процесу гартування в загальній технологічній схемі виробництва загартованих стекол і взаємозв'язок її з іншими стадіями технологічного процесу.

Виділені ключові характеристики у виробництві загартованого безпечного скла. Визначені найбільш критичні, з погляду якості, показники процесів і визначені інструменти, використовувані при контролі якості. Гартування є основним критичною стадією процесу виробітку загартованих стекол, що визначає геометрію і параметри готових стекол.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу стану сучасних систем управління виробництвом загартованого скла для автомобільної промисловості показано актуальність проведення теоретичних досліджень та розробок, спрямованих на вдосконалення систем управління технологічними процесами.

2. Створено формалізований опис технологічного процесу виробництва загартованого скла автомобільного транспорту. Виявлено критичні технологічні стадії процесу загартування, що впливають на якість скла, що виробляється.

3. Показано доцільність використання методики відновлення для контролю стабільності та точності технологічного процесу ремонту лобового скла, яка дозволяє оцінювати характеристики процесу щодо вибору матеріалів для ремонту скла.

4. Підібрані матеріали для ремонту та відновленню автомобільного скла.

					<i>MP TAM 22.17127. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>70</i>

ДЖЕРЕЛА

1. Деркач Ф. А. Хімія. — Л. 1968.
2. Основи теорії і практики гартування скла : навч. посіб. / Т. Б. Жеплинський, С. І. Дяківський. — Л. : Вид-во "Растр- 7", 2011. — 112 с. : іл. — Бібліогр.: с. 107-108 (21 назва). — ISBN 978-966-2004-55-7
3. Термічне оброблення і напруження у склі : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / С. І. Дяківський, Т. Б. Жеплинський, Й. М. Ящишин; ред.: Й. М. Ящишин; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2003. - 196 с. - Бібліогр.: 19 назв.
4. Ящишин Й. М. Технологія скла у трьох частинах: Ч. І. Фізика і хімія скла: Підручник. — Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. — 204 с. ISBN 966-8450-30-2
5. Ящишин Й. М., Жеплинський Т. Б., Дяківський С. І. Технологія скла у трьох частинах: Ч.ІІ. Технологія скляної маси: Навчальний підручник. — Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2004. — 250 с. ISBN 966-8450-08-6
6. Аппен А. А. Химия стекла.- Изд. 2-е испр.-Ленинград: Химия, 1974.- 352 с.
7. Пащенко А. А. Общая технология силикатов / А. А. Пащенко — Киев: Вища школа. 1983.— 408 с.
8. Гулоян Ю. А., Голозубов О. А. Справочник молодого рабочего по производству и обработке стекла и стеклоизделий .-М.: Высшая школа, 1989 .- 224 с.-(Ил.). ISBN 5-06-001427-4
9. Матвеев М. А., Матвеев Г. М., Френкель Б. М. Расчеты по химии и технологии стекла: Справочное пособие .-К.: Стройиздат, 1972.- 240 с.
10. Мельников В. Е. Электромеханические преобразователи на базе кварцевого стекла .- М.:Машиностроение, 1984.- 169 с. Б-ка приборостроителя.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

11. Подстригач Я. С., Осадчук В. А., Марголин А. М. Остаточные напряжения, длительная прочность и надежность стеклоконструкций: Монография .-К.: Наукова думка, 1991.- 296 с. ISBN 5-12-002215-4

12. Бургграф А. Механическая прочность щелочно-алюмосиликатных стекол после ионного обмена // В кн.: Прочность стекла. Под ред. В.А. Степанова, М., Мир. 1969. с238-339.

13. Козманян А.А., Саттаров Д.К., Яхкинд А.К. Концентрационная зависимость градиентов показателя преломления в ионообменном щелочноалюмоборосиликатном стекле // Физика и химия стекла, 1981, т.7, №1, с.88-97.

14. Глебов Л.Б., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т., Филиппова М.Н. Влияние напряжений на показатель преломления градиентных слоев стекол, полученных методом ионообменной диффузии // Физика и химия стекла, 1983, т.9, №6, с.683-688.

15. Бабукова М.В., Глебов Л.Б., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т. Интерференция волноводных мод одинаковой поляризации в диффузионных стеклянных волноводах // Квантовая электроника, 1985, т.12, №1, с.189-192.

16. Глебов Л.Б., Державин С.Н., Евстропьев С.К., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т., Щавелев О.С. Влияние диффузионных напряжений на свойства ионообменных слоев щелочноцирконосиликатных стекол // Физика и химия стекла, 1991, т.17, №2, с.293-298.

17. Глебов Л.Б., Докучаев В.Г., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т. Изменение объема стекла при низкотемпературном ионном обмене // Физика и химия стекла, 1988, т.14, №2, с.232-239.

18. Никоноров Н.В. Влияние ионообменной обработки на физико-химические свойства поверхности стекол и волноводов // Физика и химия стекла, 1999, т.25, №3, с.271-308.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

19. Бабукова М.В., Глебов Л.Б., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т. Напряжения изгиба, возникающие при ионообменной диффузии в стеклах // Физика и химия стекла, 1985, т.11, №1, с.45-49.


20. Глебов Л.Б., Никоноров Н.В., Петровский Г.Т. О возникновении напряжений в стекле в процессе низкотемпературного ионного обмена // Физика и химия стекла, 1988, т.14, №6, с.904-906.

21. Бугаев А.М. Прочность стекла. Ионообменное упрочнение // Махачкала, 1997.

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ДОДАТКИ

					MP TAM 22.17127. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



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

Магістерська робота

На тему:

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ЛОБОВОГО СКЛА АВТОМОБІЛЯ

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»
Студент 2 го курсу, група МТВАм 21-1

Потеряєв Олексій Ігорович

Хмельницький 2022



Цілі та задачі проекту

- Ціль і завдання - озброїти наші фірми по ремонту та заміні лобового скла новітньою технікою, а також зберігати лобове скло у працездатному стані та збільшити їхній ресурс.
- Актуальність теми. Одним з найбільш важливих елементів конструкції кузова автомобіля є автомобільне скло.
- Сучасний ремонт лобового скла дозволяє практично повністю усунути сліди реставрації, проте досягнення максимально ефективного результату можливе при дотриманні деяких умов. Свіжу тріщину або сколи слід вимити та захистити від попадання будь-якого пилу або бруду. Річ у тому, що повне видалення дво або триденного нальоту пилу не є можливим, тому після ремонту лобового скла «шрам» може бути достатнє помітним.
- Ціль випускної роботи. Розробити технологію ремонту та підбір клеєних суміші для відновлення різних властивостей лобового скла.
- У даній випускній роботі ми докладно аналізували, розглядали можливі несправності, дефекти, способи ремонту й відновлення лобового скла автомобіля.

Види автоскла



Автомобільне скло типу «триплекс»

Автомобільне скло, виготовлене із звичайного скла методом загартування.

Маркування та розшифрування маркування автоскла

Інформація про товарний знак
назва виробника

Знак відповідності американським стандартам
Також відмітка про дозвіл
застосування скла (As1, As2, As3)



Код країни, де
пройшов сертифікацію
даний продукт

Місяць та рік випуску

E1 Німеччина
E2 Франція
E3 Італія
E4 Нідерланди
E5 Швеція
E6 Бельгія
E7 Угорщина
E8 Чехія
E9 Іспанія
E10 Сербія
E11 Англія

E12 Австрія
E13 Люксембург
E14 Швейцарія
E16 Норвегія
E17 Фінляндія
E19 Румунія
E20 Польща
E21 Португалія
E22 Росія
E23 Греція
E24 Ірландія

E25 Хорватія
E26 Словенія
E27 Словаччина
E28 Білорусь
E29 Естонія
E31 Боснія і
Герцеговина
E32 Латвія
E37 Туреччина
E42 Європейське
співтовариство
E43 Японія

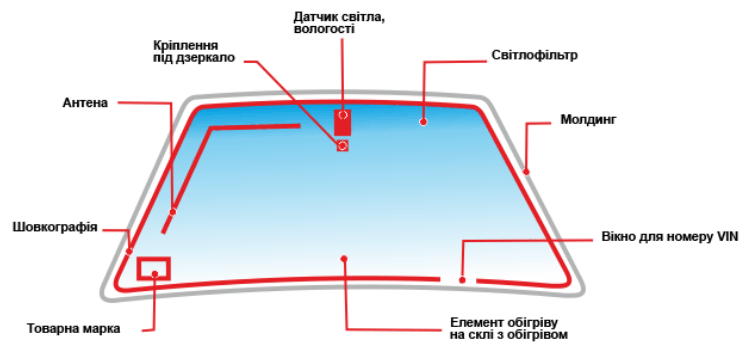
Приклад маркування скан-коду

AS1 - скрізь на транспортному засобі

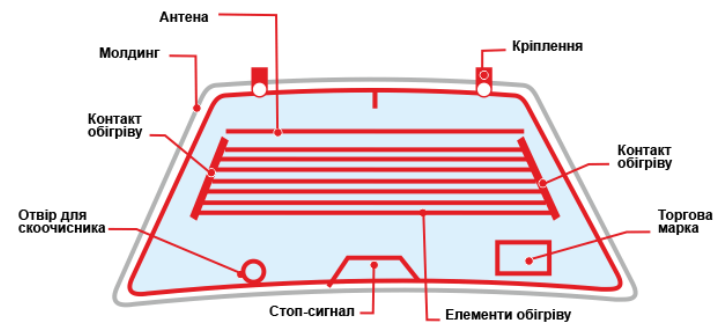
AS2 - скрізь, крім лобового скла

AS3 - заборонено до вживання на транспортному засобі;

Елементи автоскла

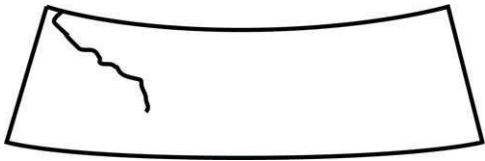


Лобове скло



Заднє скло

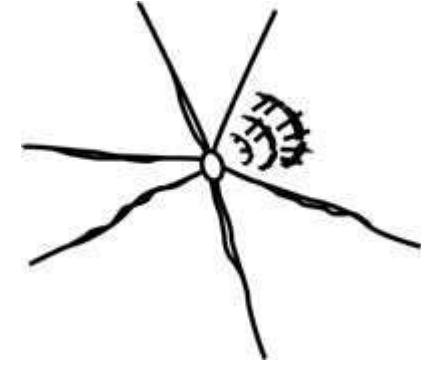
ПОШКОДЖЕННЯ АВТОСКЛА



Тріщина



Комбіноване пошкодження



Зірка.



Бичаче око



Бичаче напівобо



Подвійний удар.

Ремонт та відновлення автоскла



Набір інструментів



Заливається полімер



Засвердлювання тріщини



Заливається полімер за допомогою шприца

Ремонт та відновлення автоскла (продовження)



Пошкодження акуратно «продавлюють» за допомогою розширювача




Затвердіння під впливом ультрафіолетової лампи



Наклеювання прозорої плівки



Зарівнювання пошкодженої ділянки



КЛЕЙОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

- Переваги склеювання:
- здатність склеювати різні матеріали, які можуть істотно різнитися властивостями, товщиною тощо, де не можна використати інші методи з'єднання;
- рівномірніший розподіл напружень всією площиною склеювання в склеєних елементах, ніж під час зварювання, в нарізних і заклепкових з'єднаннях завдяки наявності значної концентрації напружень у місцях зварювання та відсутності отворів під болти та заклепки;
- можливість економічного та швидкого збирання багатьох елементів конструкції, заміни кількох видів збирання елементів в агрегаті єдиним методом склеювання, одночасне збирання багатьох елементів конструкції;
- міцність клейових з'єднань часто вища, а вартість нижча, ніж міцність і вартість тих самих конструкцій, виконаних іншими методами збирання;
- можливість з'єднання чутливих до нагрівання матеріалів, які деформуються або руйнуються від зварювання або спаювання;
- добрі герметизуючі та електроізолюючі властивості склеєних матеріалів;
- універсальність і простота застосування.



Загальними вимогами до з'єднання оптичних деталей склеюванням

Для склеювання оптичних деталей застосовуються спеціальні оптичні прозорі клеї, до яких пред'являються оптичні вимоги:

1. Прозорість і безбарвність. У ряді випадків потрібна підвищена прозорість для променів певної частини спектра, наприклад, ультрафіолетової.
2. Не допускається забруднення клею механічними включеннями, що викликають розсіювання світла;
3. Світлостійкість - збереження прозорості та безбарвності із часом і під впливом зовнішніх умов;
4. Висока оптична однорідність. Оптична неоднорідність клею пов'язана з механічною неоднорідністю. Ці фактори погіршують якість зображення та знижують міцність з'єднання;
5. Близькість показників заломлення і спектральних характеристик клею та деталей, що з'єднуються.



Технологічні характеристики клею

При виборі клею потрібно також урахувати його технологічні характеристики, до яких відносяться:

Висока адгезія до скла;

Можливість точного фіксування деталей, що склеюються, віднос-но одна одної, тобто зручність юстирування. Ця характеристика тісно по-в'язана із пластичністю клею, швидкістю його затвердіння, токсичністю;

Пластичність (еластичність), тобто необхідна в'язкість для склею-вання деталей. Наприклад, для склеювання великогабаритних лінз необ-хідний оптичний клей з мінімальною в'язкістю, що дозволяє одержувати безперервний шар клею мінімальної товщини;

Температура розм'якшення. Ця характеристика дозволяє раціона-льно будувати технологічний процес склеювання;

Температура скловання. При цій температурі відбувається різка зміна механічних властивостей полімерів, що позначається на пружно деформованому стані клейового з'єднання;

Життєздатність - час, протягом якого клей придатний для операції склеювання;

Строк зберігання - час, протягом якого можуть зберігатися основні компоненти клею без втрати своїх властивостей;

Токсичність. Токсичні клеї ускладнюють процес склеювання, тому що вимагають спеціальних умов, що гарантують безпеку роботи;

Можливість розклеювання. Якщо буде потреба (наприклад, для виправлення браку) склеєні оптичні деталі повинні легко роз'єднуватися за спеціальною технологією.

Існує три типи клеїв, що мають різний механізм твердіння: розчини, що клеять (наприклад, акриловий клей і клей УФ-235), термопластичні клеї (бальзам) і полімеризуючі клеї (бальзамін, клеї на основі епоксидних смол).

Результати застосування найпоширеніших оптичних клеїв на основі епоксидних смол.

Основні характеристики клею ОК-50П

Одним з перших оптичних клеїв на основі епоксидних смол був клей ОК-50 - термореактивний полімер сітчастої будови. Спочатку цей клей одержували зі смоли ЕД-5. Він бензо- і маслостійкий, розклеювання у вигляді крайових смуг, що поширюються в зону світлового діаметра на 1-2 мм, з'являються через 3-4 міс. перебування зразків в умовах субтропіків, тобто цей клей має відносно невисоку кліматичну стійкість.

Клей ОК-50П одержують із розчину епоксидної смоли ЕД-20 в епіхлоргідрині, затверджувач є поліетиленполіамін. Клей являє собою прозору світло-жовту рідину

Показник заломлення, n	1,578 - 1,582
В'язкість при склеюванні, Па • с	0,2 - 0,5
Інтервал робочих температур, °С	-170...+130
Усадка, %	6,5 - 7
Межа міцності на відрив, МПа	10,0
Температура склеювання, °С	46
Життєздатність при 18 - 20 °С, хв.	30
Час «схоплювання», год.	24

Клей ОК-72Ф на основі епоксидної СМОЛИ

○ Основні характеристики клею ОК-72Ф

Клей ОК-72Ф на основі епоксидної смоли, що застосовується в оптикомеханічній промисловості, являє собою прозору світло-жовту рідину. Його одержують при розчиненні епоксидної смоли ЭД-20 на очищеному дифенилпропані у фенілгліцидному ефірі та вератоні з отвердінням поліамінами. Вератон служить пластифікатором. Клей ОК-72Ф менш токсичний, ніж ОК-50П. При нагріванні до 200 °С не руйнується, вібростійкий, витримує випробування на термоудар протягом 45 циклів від плюс 50 до мінус 60°С за дві години. Склеювання деталей проводиться при кімнатній температурі (18...26°С), після чого необхідна витримка протягом 10—12 год., а потім витримка при 50—65 °С протягом 5—7 годин

Показник заломлення, n	1,547—1,553
В'язкість при склеюванні, Па • с	0,35—0,50
Інтервал робочих температур, °С	(—170...+130)
Усадка, %	3,6
Межа міцності на відрив, МПа	10—13
Температура склювання (залежно від вмісту вератона), °С	0—42
Життєздатність, хв.	40—50

Клей ОК-90 на основі епоксидної СМОЛИ

○ Основні характеристики клею ОК-90

Вологостійкість клею ОК-72Ф залежить від вмісту вератона. Клей з 5% вератона через 22 міс у субтропічних умовах дав 60% розклеювань, з 10 % - 10% розклеювань, з 15% вератона через два роки розклеювань не спостерігалось [12].

Вологостійкість клею збільшується після прогріву при 60°C [13].

Напруження, що викликаються клеєм ОК-72Ф при усадці, також залежать від вмісту вератона. Збільшення вмісту пластифікатору приводить до зменшення напруженого стану. Клей ОК-72Ф викликає негативні напруження, стискаючи деталі при полімеризації. Витримка при 20°C зразків зі стекл різних марок з різницею ТКЛР 64 склесних ОК-72Ф, незначно змінює пружний стан.

Функціональні залежності зміни напружень у зразках, склесних ОК-72Ф, при циклах "нагрівання - охолодження" аналогічні залежностям, отриманим при дослідженні клею ОК-50П у таких же умовах. Однак, при використанні клею ОК-72Ф, криві охолодження вже перших двох циклів досить добре збігаються, релаксації напружень протягом добової витримки між циклами не відбувається, тобто клей ОК-72Ф полімеризується швидше при високих температурах.

Клей ОК-90 на основі поліефірної смоли являє собою прозору безбарвну рідину - пластифіцировану ненасичену смолу ПН-3, що полімеризується під дією системи гідроперекис кумола - ванадієвий прискорювач

Показник заломлення, n	1,540—1,542
В'язкість при склеюванні, Па * с	0,2
Інтервал робочих температур, °С	-120. ..+200
Усадка, %	8
Межа міцності на відрив, МПа	16
Життєздатність, хв.	5



Недоліки різних типів клеєних з'єднань

У складальних клейових вузлах неминуча поява деформацій.

Це обумовлено:

1. зміною об'єму й властивостей речовини, що клеїть, у процесі склеювання та при подальших термообробках;

2. різними фізико-механічними характеристиками матеріалів, що склеюються, і самого клею;

3. зовнішніми навантаженнями, що прикладаються до склеєного вузла.



ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ

- Технологічний процес склеювання, незалежно від марки вибраного клею і матеріалів, для склеювання яких цей клей призначений, складається з таких операцій: підготовка поверхні перед нанесенням клею; вибір і підготовка клею; нанесення й затвердіння клею; контроль якості склеювання.
- Основні операції під час склеювання:
- доведення клею до потрібного стану, який забезпечує змочування ним поверхні матеріалів, що склеюються, та поліпшує контакт між ними;
- видалення небажаних компонентів клею (органічних розчинників, летких продуктів, що виділяються під час затвердіння) для запобігання утворенню пор і дефектів у клейовому з'єднанні;
- прикладення тиску (під час затвердіння клею) до з'єднання для формування оптимальної товщини клейового шару і для запобігання зміщенню поверхонь під час збирання. Для цього обирають оснащення, яке забезпечувало б фіксацію поверхонь під час склеювання в потрібному положенні й за певного тиску.

СПЕЦІАЛЬНІ СКЛОУТВОРЮЮЧІ МАТЕРІАЛИ

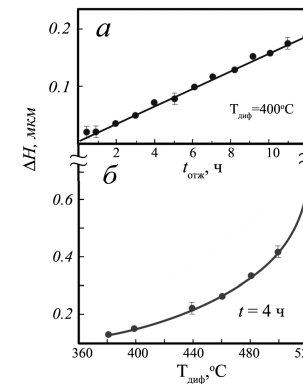
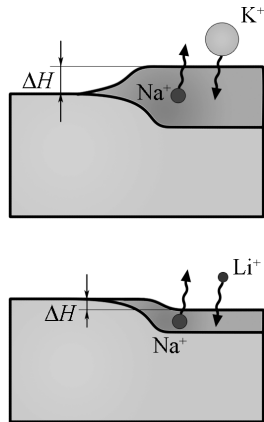
Високими міцністними характеристиками мають різні склоутворюючі матеріали, серед яких, залежно від складу та структури можна виділити:

- 1) склокристалічні матеріали – ситали;
- 2) органо-неорганічні склокомпозити.

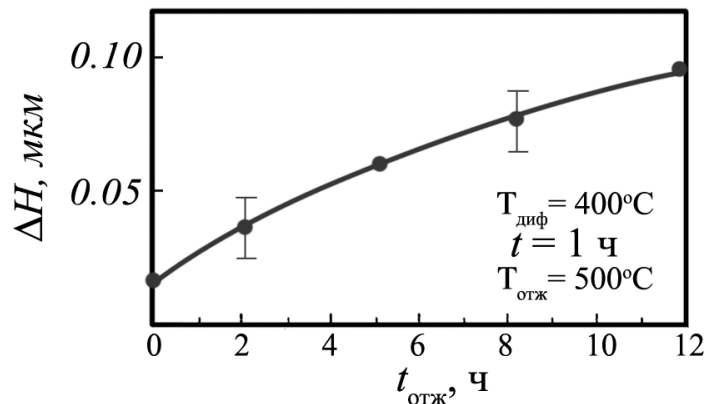
Порівняльні характеристики скла та отриманого з нього ситалу

Характеристика	Вихідне скло	Ситал
Щільність, г/см ³	2,70	2,91
Термостійкість, °С	230	410
Міцність, МПа		
на вигин	105	163
на стискання	450	870
Мікротвердість, ГПа	10,3	12,3
Ударна в'язкість, кДж/м ²	1,59	

Механізми виникнення механічних напруг при НЮ



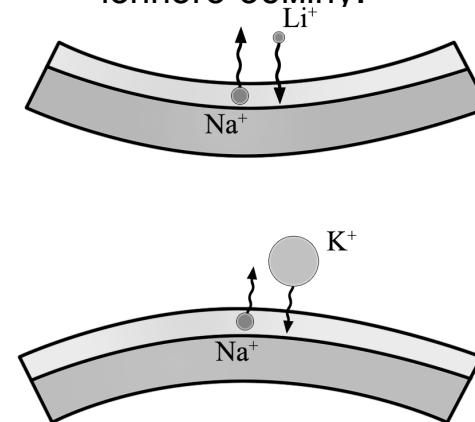
Зміна макрорельєфу поверхні при іонному обміні для різних іонів-дифузантив.



Залежність величини «спухання» при іонному обміні від часу додаткової термообробки на повітрі.

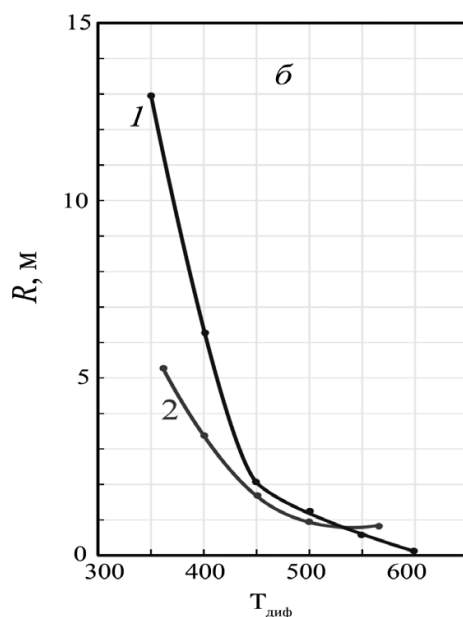
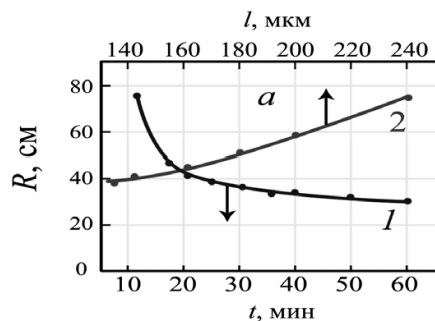
Залежність величини «спухання» K+-дифузійного шару для скла К8 від часу (а) і температури (б)

іонного обміну.



Вигин скляної пластини при іонному обміні.

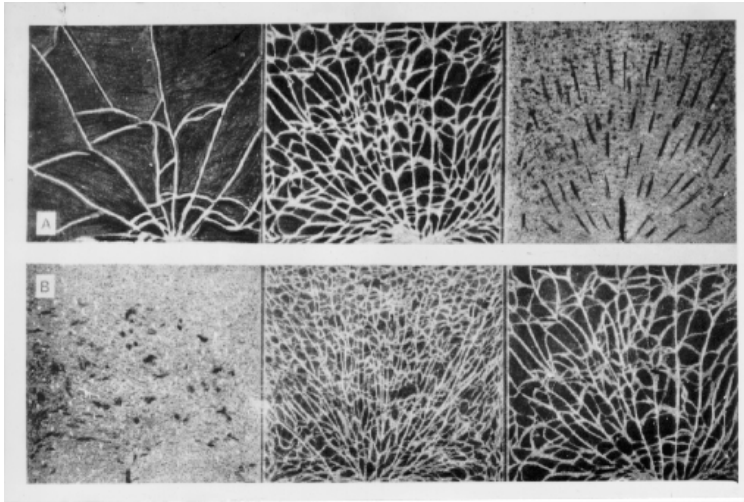
Механізми виникнення механічних напруг при НІО



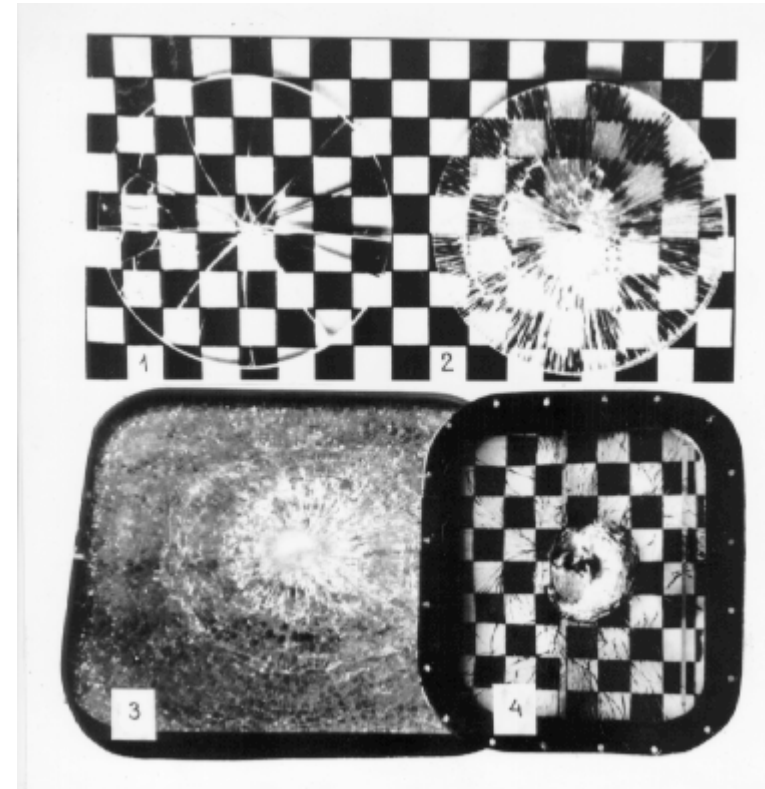
Залежність радіуса кривизни R поверхні скла при вигині пластини в результаті іонообмінної обробки в розплаві KNO_3 (обмін $\text{Na}+\text{s} \leftrightarrow \text{K}+\text{p}$)

А) від часу іонного обміну t (1) і товщини зразка l (2), $T_{\text{диф}} = 400$ °С, Б) від температури іонного обміну $T_{\text{диф}}$, $t = 4$ год, товщина пластини $l = 1$ мм, скла К8(1) і ZS (2).

Характер руйнування



Характер руйнування іонообмено зміцненого скла Хемкор. Ряд А – зразки однакової товщини оброблені в розплаві KNO_3 при різних режимах. Ряд Б – зразки різної товщини оброблені в однаковому режимі



Характер руйнування незміцненого (1), загартованого (3) і іонообміно зміцненого (2, 4) виробів.



ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАМІНИ АВТОСКЛА

- Технологічні етапи заміни (встановлення) скла:
- підготовчі роботи (зняття зовнішніх та внутрішніх деталей екстер'єру та інтер'єру);
- демонтаж пошкодженого скла;
- підготовка кузовного прийому;
- вклеювання нового скла;
- встановлення деталей що були зняті.



Умови гарантії при встановленню автоскла

Умови гарантії при встановленню автоскла:

1. Повноцінна експлуатація автомобіля після встановлення автоскла можлива:
через 24 години для автомобільного скла, встановлення якого здійснювалося з застосуванням клеючих матеріалів (вітрове, заднє, бокове скло);
відразу ж після встановлення автомобільного скла, при заміні якого не потрібно застосування клеючих матеріалів (частково бокове та вітрове скло).
2. Часткова експлуатація автомобіля після встановлення автоскла із застосуванням клеючих матеріалів можлива:
через 2 години для автомобілів без подушок безпеки;
через 4 години для автомобілів з подушками безпеки.
3. При встановленні автоскла із застосуванням клеючих матеріалів забороняється:
ставити автомобіль на бордюр протягом доби щоб уникнути перекосів кузова;
знімати фіксуючий скотч протягом доби після встановлення;
мити автомобіль на автоматичних мийках всіх типів протягом трьох діб з моменту встановлення;
відкривати вікна протягом доби після встановлення заднього або бокового скла;
піднімати автомобіль на підйомнику протягом доби з моменту встановлення скла.



ВИСНОВКИ

- 1. На основі аналізу стану сучасних систем управління виробництвом загартованого скла для автомобільної промисловості показано актуальність проведення теоретичних досліджень та розробок, спрямованих на вдосконалення систем управління технологічними процесами.
- 2. Створено формалізований опис технологічного процесу виробництва загартованого скла автомобільного транспорту. Виявлено критичні технологічні стадії процесу загартування, що впливають на якість скла, що виробляється.
- 3. Показано доцільність використання методики відновлення для контролю стабільності та точності технологічного процесу ремонту лобового скла, яка дозволяє оцінювати характеристики процесу щодо вибору матеріалів для ремонту скла.
- 4. Проведено підбір спеціальних клеєвих матеріалів для ремонту автоскла

Публікації та наукова діяльність



Modern trends in engineering, technology and transport development

Трибологічні і матеріалознавчі проблеми в інженерії та на транспорті

<i>Padgurskas J., Volkis D., Jarašūnas O.</i> Evaluation of machines and equipment maintenance systems	78
<i>Justas Šuškis, Justas Padgurskas, Anastasija Štorežnik.</i> Gear oils and their tribological evaluation	82
<i>Бісикол А.С., Маух З.М., Проца В.В.</i> Матеріали матеріали рейвового транспорту різні (еластичні) для пари тертя «колесо-рейка»	86
<i>Гельман М., Дала О., Свєтін А.</i> Влітративні вузлові зони (ВВЗО) як основа технічних мастильних матеріалів	92
<i>Гончар В.А., Бар О.Ю., Прус В.О., Крутько В.В.</i> Типи паливних насосів, їх переваги та недоліки	97
<i>Дани О., Фасола В., Стариш А., Забіца А.</i> Дослідження трибологічних характеристик роторного вузла турбокомпресора	103
<i>Зайка О.М., Салуга Л.М., Рудь В.Д.</i> Комбінування складних конструкцій металевих 3D-друку	109
<i>Капула П.В., Мельник В.О., Савельєв В.М.</i> Підвищення зносостійкості шестерень коробки передач автомобіля Ford Focus	114
<i>Копиц Я.В., Іванко Я.М., Пасосевич С.Ф., Бабюк О.П.</i> Дослідження характеристик вітрової турбіни Савоніуса та її модифікації	118
<i>Олександрович В.П., Сидорський В.П., Киріченко Л.М., Васильєв В.В., Кисельовський А.О.</i> Підвищення зносостійкості фторопластових покривтів, нанесених на металеві поверхні	124
<i>Пашмарчук І., Романчук Ю., Девух В., Дробот О.</i> Розробка та аналіз технологій підвищення абразивної зносостійкості деталей машини	129
<i>Поперечний Е.А., Бабюк О.П., Вовчаня А.А., Войтов С.В.</i> Дослідження водонепроникності системи живлення автомобіля та розробка систем зберігання водного палива	133
<i>Поперечний О.І., Свєтін Д.І., Рудик А.В., Рудик О.Ю.</i> Проектування піднімача для ремонту автомобілів за допомогою SolidWorks	137
<i>Степанчик М.С., Опанченко А.І., Бондар А.Ю.</i> Карболювання сталі ХНТ авіаційного розряду	141
Шляхи удосконалення охорони праці та цивільної безпеки за допомогою сучасних інноваційних технологій	
<i>Бородич П.Ю., Поперечний Р.В., Давиденко К.А.</i> Удосконалення ретування постраждалого з пораненнями з використанням новітніх нош НРВ-1	146
<i>Бородич П.Ю., Поперечний Р.В., Лисак М.О.</i> Удосконалення ретування постраждалого з трьохповерховою з використанням похилої перетрави за допомогою новітніх нош НРВ-1	149
<i>Гайдарський В.Р., Філіпчук В.Л., Гайдарська С.Г.</i> Вплив коефіцієнта температурності охолоджувальної води ТКС на якість шкідливих речовин	153

Modern trends in engineering, technology and transport development

УДК 629.113

Потеряєв О.І.¹, Свєтін Д.І.¹, Рудик А.В.², Рудик О.Ю.¹
¹Львівський національний університет, Україна
²Barton Peven College, Eastleigh, England

ПРОЕКТУВАННЯ ПІДНИМАЧА ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ SOLIDWORKS

Анотація: мета дослідження – оцінити вплив якості сітки SolidWorks Simulation на точність розрахунків на прикладі дослідження криволинійної двохпостової піднімачів військової техніки. Аналіз проводиться за допомогою програмного модуля SolidWorks Simulation, який є частиною комплексної автоматизованої підсистеми SolidWorks.

DESIGNING AN AUTOMOTIVE REPAIR LIFT USING SOLIDWORKS

Abstract: the purpose of the study is to evaluate the influence of the quality of the SolidWorks Simulation grid on the accuracy of calculations on the example of a study of the arm of a two-post lifter of military equipment. The analysis was carried out using the SolidWorks Simulation software module, which is part of the integrated automation complex of the SolidWorks enterprise.

У роботі [1] розглянута двохпостова версія піднімача (рис. 1), який кріпиться до основи шквирним болтами. Але при цьому на підлозі, крім стовпа, нічого немає. Саме з цієї причини піднімач може здійснювати підйомлення на мінімальній висоті від підлоги, щоб ремонтувати автомобілі з мультимасивним кріпленням, маючи його безсумнісно перевагою.

Однак, під час роботи піднімача є ризик зсуву автомобіля: якщо на піднімачі знаходиться автомобіль з великими розмірами або вагою, зсув відбувається убік дисбалансу.

Рішення підняти автомобіль з піднімача обумовлений непрацюючими його розміщеннями на дискових підставах, які встановлюються на підлогу, або непрацюючими розміщенням дискових підставок відносно піднімача. Тому автори [1] перебудували такий розробку моделі і провели розрахунок найбільш навантаженої деталі піднімача – кронштейна (рис. 1, а, б), до якого кріпиться важіль з підлогою. Для цього використано віртуальне середовище для моделювання на основі SolidWorks Simulation [2, 3].



Дякую за увагу!