

Винахід відноситься до виготовлення дерев'яних виробів верхньої будови залізничної колії, які експлуатуються в умовах високої вантажнапруженості, вологості, агресивного впливу вантажів, що перевозяться, електричної тяги поїздів, періодичного заморожування і танення, зволоження та висушування.

Відомий спосіб виготовлення дерев'яного бруса [Інструкція по устрою та утриманню колії залізниць України /Е.І.Даниленко, А.М.Орловський, А.П.Татуревич та інші. - Київ: Транспорт України, 1999], який включає в себе просочення масляним антисептиком.

Недоліком відомого бруса є наступне. Просочення бруса масляним антисептиком здійснюється в автоклаві, що супроводжується великими витратами енергоресурсів, часто пов'язано з необхідністю виготовлення брусів на різних заводах, що також зв'язано з великими транспортними витратами. Крім того, масляний антисептик, зокрема креозот, не просочує брус чи шпалу на всю глибину, досить швидко випаровується та руйнується під дією сонця. В результаті брус досить швидко розтріскується, втрачає електричний опір, піддається гниттю, втрачає несучу здатність.

Найбільш близьким за сукупністю ознак до способу, що заявляється, є спосіб виготовлення клеєного бруса [ГОСТ 9371-90. Брусья переводные деревянные клееные для железных дорог широкой колеи. - М: Изд-во стандартов, 1990], що включає нанесення синтетичного клею на поверхню заготовок, склеювання їх пошарово у брус з подальшою витримкою їх на повітрі протягом 7 діб та просочування. Просочують масляним захисним засобом.

Причини, які перешкоджають досягненню прототипом очікуваного технічного результату, полягають у недостатній гідроізоляції бруса, що призводить до розшарування, швидкої втрати несучої здатності і електроопору бруса.

Недоліком такого бруса є недостатня тріщиностійкість із-за його розшарування під дією температурних перепадів, висушування і зволоження та використання клею, який не забезпечує достатньої водостійкості клейового з'єднання, а тому досить швидко втрачає несучу здатність і електроопору бруса під дією температурних перепадів, висушування і зволоження, заморожування і відтавання.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу виготовлення клеєного бруса, в якому шляхом забезпечення його надійної гідроізоляції підвищується тріщиностійкість і електроізоляційні властивості бруса.

Поставлена задача вирішується способом виготовлення клеєного бруса, що включає нанесення клею на поверхні заготовок, склеювання їх пошарово у брус, витримку на повітрі, в якому згідно з винаходом, після нанесення клею на поверхні заготовок, їх витримують протягом часу $\tau_{пв} = 15 \div 50$ хв., за умовні $\tau_{пв} = (86 - 1,8 T_{прим})$, де $T_{прим}$ - температура приміщення, а час витримки в хвилину потім їх пошарово склеюють у брус при тиску $0,2 \div 0,3$ МПа та температурі $40^\circ\text{C} \div 50^\circ\text{C}$ протягом $12 \div 16$ годин, герметизують поверхні бруса, причому склеювання та герметизацію здійснюють клеєм із роздрібною індено-кумароновою смоли (ІКС), ацетону (Ац), епоксидної смоли (ЕД) та отверджувача (ПЕПА) – політиленполіаміну, у співвідношенні:

1: (0,45÷0,55): (0,8÷1,2): (0,08÷0,12).

Введення нового клею на основі роздрібною індено-кумароновою смоли забезпечує водонепроникність і водостійкість клейового з'єднання, його високий електричний опір.

Герметизація поверхні бруса зробленим клейовим складом замість просочування забезпечує водонепроникність бруса з поверхні і, відповідно, усуває його усушку і виникнення первинних тріщин.

Недостатня за часом попередня витримка не забезпечує необхідної глибини просочення та випаровування залишкового ацетону, внаслідок чого знижується міцність клейового з'єднання на сколювання $R_{ск}$. Попередня витримка понад оптимальної - знижує когезійну міцність клейового з'єднання із-за руйнування структурних зв'язків (контактів), що виникли при полімеризації ЕД, що вже почалася.

Відхилення тиску бруса при його склеюванні від значень $P = 0,2 \div 0,3$ МПа, або $P = 0,45 \div 0,55$ МПа, що забезпечує максимальну міцність клейового з'єднання, знижує ступінь просочення клейовим складом целюлозної стінки при $P < 0,2$ МПа або викликає залишкові напруження від збільшення тиску. Відхилення тиску бруса від значень більш високого інтервалу пов'язані в додаток з відхиленням товщини клейового шару від його оптимальної величини.

Підвищення температури прогріву брусів зверх 50°C призводить до зменшення глибини просочення деревини клейовим складом із-за прискорення його загушення. Температура прогріву брусів нижча за 40°C , або тривалість прогріву, нижча за 12 год., знизить ступінь полімеризації ЕД. Підвищення тривалості прогріву понад 16 год. не є раціональним, тому що процес полімеризації вже закінчується.

Суть винаходу пояснюється кресленням, на якому зображено:

Фіг.1 - клеєний дерев'яний брус, а - з пластей, що склеєні по довжині; б - з пластей, що склеєні по довжині і ширині, 1 - клеєві шви; 2 - захисне покриття.

Фіг.2. Схема зубцюватого клейового з'єднання деревини. L - довжина шипа; t - крок з'єднання; b - затуплення шипа; S - зазор у стиках.

Фіг.3. Залежність в'язкості суміші ІКС + Ац від вміщення ацетону.

Фіг.4. Залежність міцності клейового з'єднання на суміші ІКС + Ац від вміщення ацетону.

Фіг.5. Залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від вміщення ЕД-20 в клейовому складі.

Фіг.6. Залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від температури (приміщення) і тривалості попередньої витримки: 1 - витримка при температурі 20°C ; 2 - 30°C ; 3 - 40°C .

Фіг.7. Залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від тиску склеювання P

Фіг.8. Залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від режимів теплової обробки температури (приміщення) і тривалості попередньої витримки: 1 - тепла обробка при 40°C ; 2 - при 60°C ; 3 - при 80°C .

Фіг.9. Зміна водопоглинання по вологості W фрагмента шпала в часі t.

—○— уздовж волокон; —●— поперек волокон; —▲— уздовж волокон захищеного клейовим складом (КС-2).

Заявлений спосіб реалізують таким чином.

Інден-кумаронову смолу ІКС, що представляє собою тверді хрупкі пластинки розміром до 20мм, подрібнюють на бігунах до проходження через сито з діаметром отворів 0,5мм.

Відважують на будь-якому дозаторі з точністю $\pm 2\%$ компоненти клейового складу, наприклад, у розрахунку на 10 брусів (30кг клейового складу)

Таблиця

Найменування компонента	Вміст компонента, мас. %	Вміст компонента, кг
ІКС	42	12,6
ЕД-20	34	10,2
Ацетон	20	6
ПЕПА	4	1,2
Всього	100	30

Готування клейового складу здійснюють у будь-якому відомому клеєзмішувачі відповідної ємності з механічним приводом, центральним обертанням лопастей і водяним обігрівальним кожухом для регулювання температури. Можливе готування клейового складу вручну в якій-небудь ємності з попереднім підігрівом компонентів.

Заповнення ємності клеєзмішувача компонентами клейового складу виробляється у визначеній послідовності. У першу чергу в ємність заливають от-дозований розчинник і нагрівають до температури 45°C, дотримуючи правила безпеки (при нагріванні розчинника забороняється застосування відкритого полум'я і безпосереднього контакту електронагрівального елемента, ТЕНА, з робочою сумішшю). Потім, при безупинному перемішуванні, вводять здрібнену ІКС. Після повного розчинення ІКС у змішувач подають епоксидну смолу. Перемішування суміші здійснюють до утворення однорідної пластичної маси.

При необхідності негайного застосування клейового складу в робочу суміш вводять затверджувач, причому при введенні затверджувача температуру в змішувачі підтримують рівною 18 °С, і перемішують склад в затверджувачем 3 - 5хв.

Склеювання заготовок для клеєних брусів може бути здійснено в гвинтових механічних пресах з одно - і двостороннім стиском.

До початку робочого дня визначають температуру приміщення $T_{\text{прим}}$, де відбувається відкрита витримка заготовок, наприклад 15°C, і продовження попередньої відкритої витримки (ПВВ) $\tau_{\text{пв}} = (86 - 1,8 T_{\text{прим}}) = (86 - 1,8 \cdot 15) = 59\text{хв.}$, яку можна змінити в межах $\pm 10\text{хв.}$ у залежності від властивостей матеріалів.

Роблять розпилювання необрізаних пиломатеріалів чи відходів обрізних (при вологості деревини не більш 15%) на заготовки перерізом, що відповідає кресленням бруса у технічних умовах ТУ (Фіг.1, а, б) чи інших документах на клейові дерев'яні бруси, з обліком наступного стругання, і довжиною, що залежить від якості і довжини пиломатеріалів і їхніх відходів. Зазначене розпилювання роблять на верстатах, наприклад, ЦМЭ-3, ЦЦК-5. Потім на торцях заготовок, нарізають зубцюваті шипи (Фіг.2), наносять на ці місця клейовий склад, і роблять ПВВ протягом $\tau_{\text{в}} = 59\text{хв.}$, потім заготовка зубцюватими шипами стикують по довжині (Фіг.2) на лінії ОК-502 і роблять теплову обробку (ТО) зістикованих заготовок протягом часу $\tau_{\text{то}} = 12$ годин при 50°C.

У такому стані брус піддають ТО протягом 12 годин при 50°C. Після теплової обробки роблять торцювання готових брусів і герметизацію їхньої поверхні в розігрітому стані за допомогою клейового складу.

При використанні гвинтового преса з двостороннім обтиском стругають пласті і бічні крайки (Фіг.2) зістикованих заготовок на рейсмусовому верстаті, наприклад СР-8. Потім наносять клейовий склад на пласті 1 і крайки цих заготовок (Фіг.1), роблять ПВВ протягом часу $\tau_{\text{пв}} = 59\text{хв.}$, після чого їх склеюють у брус (Фіг.1) у гвинтовому пресі.

У такому стані брус піддають ТО протягом 12 годин при 50°C. Після теплової обробки роблять торцювання готових брусів і герметизацію їхньої поверхні 2 в розігрітому стані за допомогою клейового складу.

Для забезпечення ще більш високої тріщиностійкості і довговічності брусів, або при ремонті брусів вирізають з склотканини, що має за технічними умовами міцність 160кг смуги шириною 2,5см, смугу шириною 15см і довжиною 300см, щільно обмотують цією смугою кінці і середину бруса 3 (Фіг.1) по свідчаненному захисному клейовому складу 2 (Фіг.1), і обмазують поверху полімеркомпозиційний хомут, що створився, таким же клейовим складом. Такий хомут витримає силу набухання деревини, що дорівнює приблизно 2400кг на 30см довжини шпали. Більш точно кількість хомутів встановлює лабораторія за допомогою експериментів. Після цього брус відправляється на склад або відразу, або після ТО.

У разі ремонту брусів чи шпал з тріщинами полімеркомпозиційний хомут встановлюють після їх висушування у жарку погоду чи у виробничих умовах, заповнення і герметизації тріщини (тріщин).

Таке обладнання, що використовують при виготовленні клеєних брусів, наприклад для теплової обробки ТО, улаштування зубцюватих шипів, стикування заготовок по довжині на лінії ОК-502, торцювання готових брусів, гвинтовий прес, термозмішувач з терморегулятором, бігуни, клеєзмішувач, інші станки для обробки деревини, - є загальновідомим і поширеним при виконанні подібних робіт.

Приклад 1

1.1. У відповідності до заявленого винаходу виробляють клейовий склад на основі інден-кумаронової смоли ІКС, у яку додають ацетон Ац, змінюючи відношення Ац/ІКС в інтервалі $= 0,35\div 0,55$, або (35÷55) %, і перемішують суміш до однорідності. Після перемішування вимірюють за допомогою віскозиметра ВЗ-4 і спеціальної методики в'язкість η , с/м² кожного виробленого складу.

Виробленими складами склеюють також стандартні зразки соснової деревини, витримуючи всі умови

склеювання клеєного бруса за винаходом. Зразки, що таким чином склеєні, пройшли випробування з визначенням міцності на сколювання $R_{СК}$ клеєвих з'єднань.

На Фіг.3. надана залежність в'язкості η суміші ІКС+Ац, а на Фіг.4 - міцності $R_{СК}$ клейового з'єднання, що зроблено на цій суміші, від вміщення ацетону.

Як бачимо у зоні концентрацій, передбачених винаходом, що заявляється, досягаються оптимальні значення в'язкості і міцності.

1.2. До суміші ІКС+Ац, що зроблена у оптимальному відношенні $Ац/ІКС = 0,5$, додають епоксидну смолу ЕД, змінюючи відношення у інтервалі $ЕД/(ІКС+Ац) = 0\div 1$ (0%-100%), кожну суміш перемішують до однорідності, додаючи затверджувач ПЕПА у кількості $0,1\div 0,12$ до ЕД.

Такими складами також: склеюють стандартні зразки соснової деревини і визначають міцність при сколюванні $R_{СК}$ клеєвих з'єднань.

На Фіг.5 наведена залежність міцності $R_{СК}$ від вміщення ЕД-20 в клейовому складі. Графік свідчить, що в інтервалі $ЕД/(ІКС+Ац) = 0,5\div 0,6$, передбаченому винаходом, що заявляється, дійсно досягається оптимальний за міцністю і адгезією до деревини клейовий склад.

1.3. Стандартні зразки деревини з нанесеним на поверхні, що повинні склеюватися, клейовим складом з співвідношенням компонентів, передбаченим винаходом, піддають попередній відкритій витримці на протязі

$t_{пв} = 0\div 100$ хв. при температурах середовища у камері $T_{прим} = 20, 30$ і $40^{\circ}C$. Після витримки з цих зразків виробляють клеєві з'єднання і визначають їх міцність при сколюванні $R_{СК}$.

На Фіг.6. надана залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від температури і тривалості попередньої витримки. Ці залежності також підтвердили, що для різних температур є своя оптимальна

відкрита витримка, при якій міцність $R_{СК}$ є максимальною. По графікам на Фіг.6. побудований вираз $t_{пв} = (86 - 1,8 T_{прим})$, передбачений заявленим винаходом.

1.4. Із стандартних зразків деревини з нанесеним на поверхні, що повинні склеюватися, клейовим складом із співвідношенням компонентів, передбаченим винаходом, і які пройшли попередню відкриту витримку при $20^{\circ}C$ на протязі 50хв., виробляють клейові з'єднання, причому зразки стискають при тиску, що змінювався в інтервалі $0,1\div 1,0$ МПа і в такому стані термообробляють по режиму, передбаченому винаходом.

Після термообробки визначають їх міцність при сколюванні, $R_{СК}$ клейових з'єднань.

На Фіг.7 надана залежність міцності клейового з'єднання при сколюванні від тиску склеювання P . Як бачимо, у інтервалі тиску $0,2\div 0,3$ МПа, передбаченому винаходом, досягається максимальна міцність клейових з'єднань.

1.5. Клейові з'єднання, що виготовлені при оптимальних характеристиках за винаходом, до теплової обробки, піддають такій обробці при температурах $40, 60$ і $80^{\circ}C$ на протязі часу, що змінювався в інтервалі від 0 (без теплової обробки) до 28 годин. По всім клейовим зразкам визначені міцності $R_{СК}$. На Фіг.8 приведені залежності міцності клейового з'єднання при сколюванні від режимів теплової обробки - температури і тривалості: 1 - тепла обробка при $40^{\circ}C$; 2 - при $60^{\circ}C$; 3 - при $80^{\circ}C$.

За даними наведених графіків, вважаючи, що після теплової обробки звичайно повинен відбутися деякий приріст міцності, найбільш ефективною є тепла обробка при температурі $40^{\circ}C$ на протязі $12\div 16$ годин, що передбачено винаходом.

У комплексі експериментальні дані, наведені у прикладі 1, свідчать, що клейовий склад, який запропоновано у заявленому винаході, є оптимальним за адгезійними до дерева і когезійними власними характеристиками.

Приклад 2

При виготовленні дослідної партії клеєних дерев'яних мостових брусів в деревообробному цеху на Костопільському ДБК у відповідності до заявленого винаходу було зроблено три експериментальних клеєних дерев'яних мостових бруса згідно з Фіг.1(б), без герметизації їх поверхонь і без полімер-композиційних хомутів. Після виготовлення бруси були випробувані на статичний згин за методикою, що відповідає ГОСТ 9371-90 "Брусья переводные деревянные клееные для железных дорог широкой колеи. Технические условия".

Всі три бруси витримали статичні випробування. Навантаження, при яких з'явилися тріщини у брусах ($R_{руйн}$), дорівнювали: 18,8; 14,5 та 15,6т. Середня величина складала 16,3т., що перевищує контрольні величини для цільнодерев'яних брусів. Тріщини розриву проявилися по тілу деревини. Результати випробувань свідчать про те, що якість клейових з'єднань забезпечують міцність клейових брусів не нижчу, ніж з цільної деревини.

Приклад 3

У Галузевій науково-дослідній лабораторії підрейкових основ та спеціалізованого бетону виготовлені у відповідності до заявленого винаходу три експериментальних клеєних дерев'яних мостових бруса згідно з Фіг.1(б), з герметизацією їх поверхні. Після виготовлення один з брусів був випробуваний на статичний згин за методикою і за схемою, що відповідають експлуатаційному навантаженню мостових брусів для нормальної залізничної колії (відстань між опорними частинами 1600мм, повне навантаження 25т, як поїзне навантаження на колісну пару (25т/вісь). Брус витримав навантаження 25т. на протязі 15хв. При цьому прогин досяг величини 1,7см.

Для порівняння такому ж випробуванню був підданий однотипний цільно-дерев'яний брус. Брус також витримав навантаження 25т без руйнування, його прогин склав 3,2мм. Удвічі менший прогин у запропонованого бруса, ніж у цільнодерев'яного при однаковому навантаженні свідчить про його більш високий (удвічі) модуль пружності, що, як відомо, є доцільним для брусів і шпал залізничної колії.

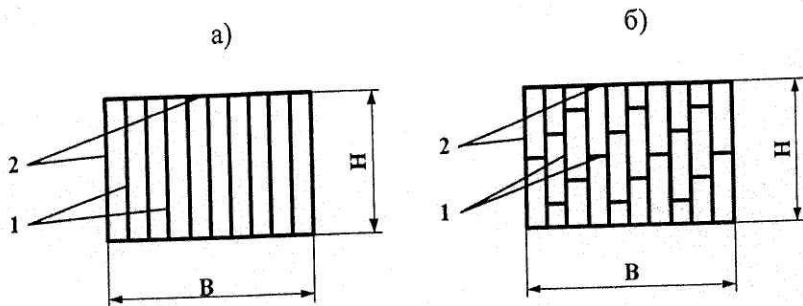
Приклад 4

Два дерев'яних зразка за розмірами $10\times 10\times 10$ мм, що випиляні з цільно-дерев'яного бруса, у одного з яких одна грань герметизована клейовим складом у відповідності до заявленого винаходу (експериментальний зразок) піддані випробуванню на водонепроникність вздовж (і поперек) волокон деревини за методикою безнапірної водонепроникності. Згідно з цією методикою до зразків щільно приєднувалися відкритою стороною

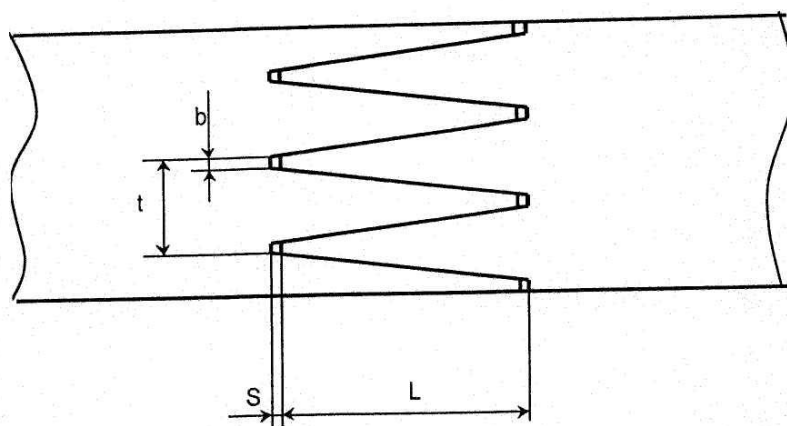
циліндричні посудини з водою і вимірювальними трубками, за допомогою яких визначалася кількість води, що всмоктувалася у зразок на протязі певного часу. Як бачимо (Фіг.9), герметизація за допомогою клейового складу набагато знизила водопроникність.

Клейовий склад є водостійким, і його гідроізолюючі властивості зберігаються в часі, про що свідчать випробування на протязі 100 діб, що забезпечить високі тріщиностійкість і електроопір клеєних брусів.

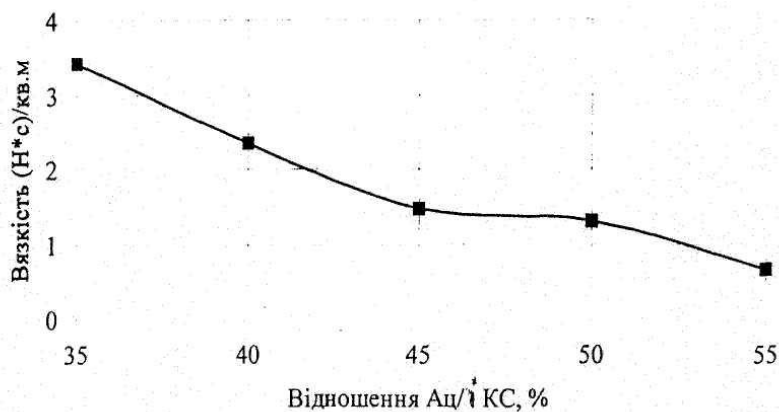
Як показали випробування, клеєдерев'яні бруси, виготовлені у відповідності з заявленим винаходом, відповідають міцнісним характеристикам клеєних перевідних і цільнодерев'яних мостових брусів, мають кращі деформативні характеристики (удвічі вищий модуль пружності), ніж цільнодерев'яні мостові бруси, мають високі тріщиностійкість і електроопір.



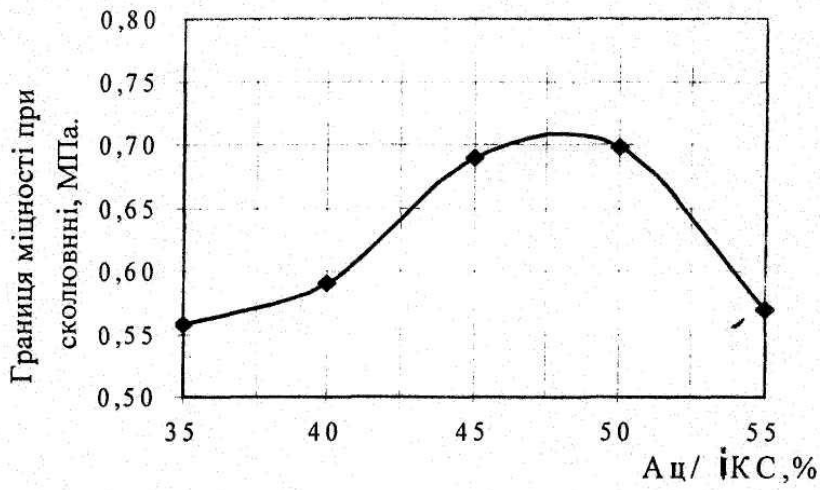
Фіг.1



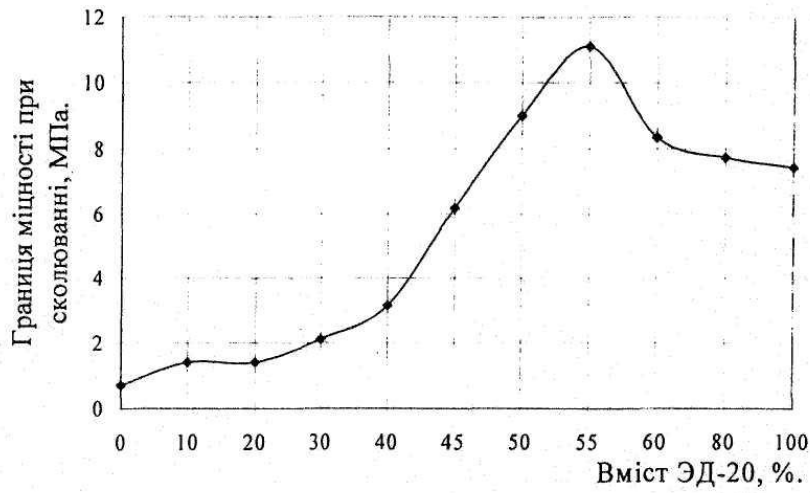
Фіг.2.



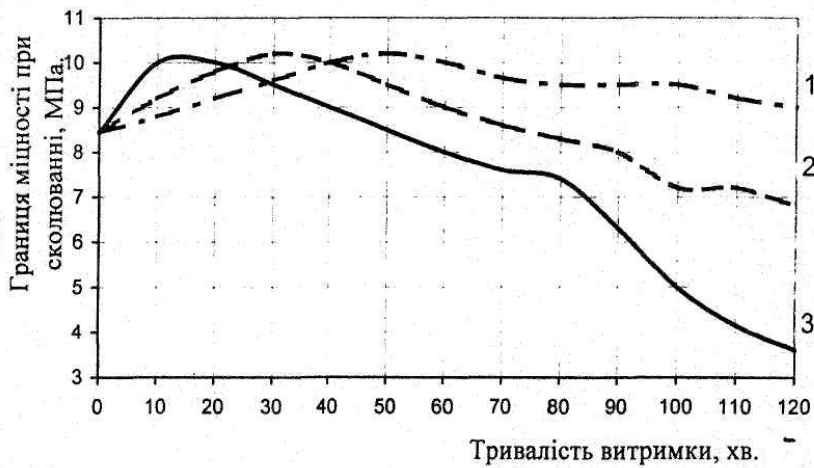
Фіг.3.



Фіг.4.

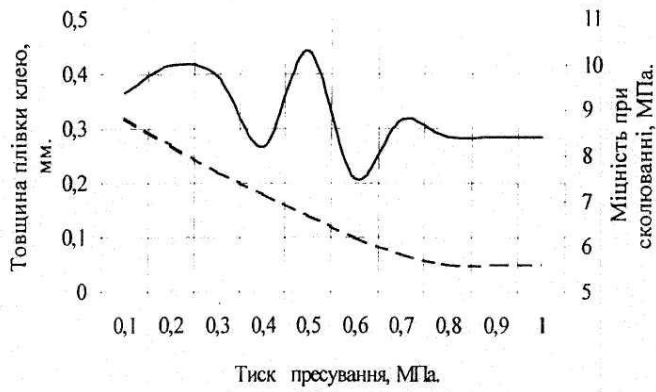


Фіг.5.

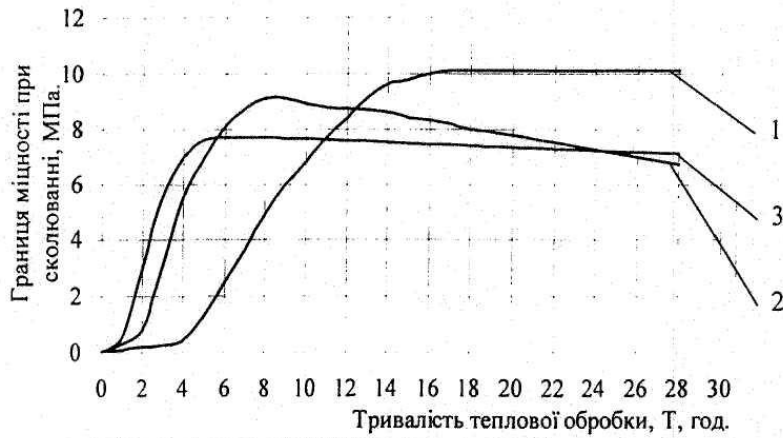


1 – витримка при температурі 20°C; 2 - 30°C; 3 - 40°C.

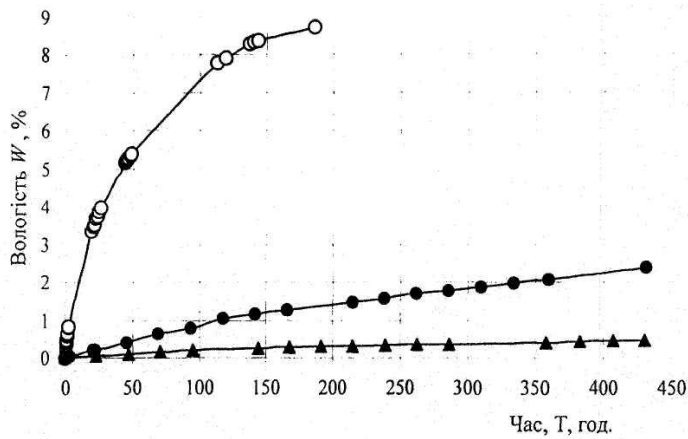
Фіг.6.



— Міцність при сколюванні, МПа; — — Товщина клейового шва, мм.
Фіг.7.



1 - теплова обробка при 40°C; 2 - при 60°C; 3 - при 80°C.
Фіг.8.



—○— - вздовж волокон; —●— - поперек волокон; —▲— - вздовж волокон захищеного складом КС-2.
Фіг.9.