

12. Пляцук Л.Д. Відновлення ґрунтів, порушених у ході війни в Іраку / Л.Д. Пляцук, Н.І. Аліяс // Екологічна безпека : зб. наук. праць. – 2012. – № 2 (14). – С. 37-40.

13. Пляцук Л.Д. Исследование ґрунтов в зоне военных действий Ирака / Л.Д. Пляцук, Л.Л. Гурец, Алиас Насер Ибрагим // Наука и образование Южного Казахстана : сб. науч. тр. – 2012. – № 3/4 (94/95). – С. 193-198.

14. Панас Р.М. Рекультивация земель : навч. посібн. / Р.М. Панас. – Львів : Вид-во "Новий світ", 2007. – 224 с.

15. Федосеева Т.П. Рекультивация земель / Т.П. Федосеева. – М. : Изд-во "Колос", 1997. – 47 с.

16. Кучерявий В.П. Рекультивация та фітомеліорація : навч.-метод. посібн. / В.П. Кучерявий, Я.В. Генік, А.П. Дида, М.М. Колодко. – Львів : Вид-во ГАФСА, 2006. – 117 с.

Tarnavskiy A.B., Khromyak U.V. Привлечение подразделений Государственной службы по чрезвычайным ситуациям к разминированию и рекультивация территорий, нарушенных вследствие военных действий на востоке Украины

В настоящее время одной из основных характеристик техногенного воздействия на окружающую среду в Восточной Украине являются долговременные военные действия, которые приводят к негативным изменениям в окружающей среде. Проблема разминирования территорий проведения боевых действий и утилизации неразорвавшихся боеприпасов является достаточно острой. Проанализированы основные негативные последствия применения боевиками мин, снарядов и приведены основные организационные мероприятия по их обезвреживанию. Приведены информационные данные о наличии в почве некоторых населенных пунктов Донбасса токсичных тяжелых металлов после проведения артиллерийских обстрелов. Предложен основной комплекс работ по восстановлению разрушенных территорий.

Ключевые слова: военные действия, Восточная Украина, мины, минные поля, разминирования, пиротехнические подразделения, тяжелые металлы, загрязнение, почва, рекультивация, окружающую среду.

Tarnavskiy A.B., Khromyak U.V. The Implication of the State Emergency Service Units to Demining and Reclamation of Disturbed Areas in the Result of Hostilities in the East of Ukraine

Nowadays one of the main characteristics of anthropogenic impact on the environment in Eastern Ukraine is long-term military actions that lead to negative changes in the environment. The problem of demining conduct of hostilities and disposal of unexploded ordnance is very acute. Main negative effects of militants' mines and shells are analysed. Some basic organizational arrangements for their disposal are given. Some data concerning availability of toxic heavy metals in the soil of Donbas settlements after the shelling are provided. The main works on restoration of the destructed territory is presented.

Keywords: warfare, Eastern Ukraine, mines, minefields, mine clearance, pyrotechnic units, heavy metals, pollution, soil, reclamation, environment.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ

УДК 674.04 Проф. Б.Я. Кишинецький, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕРЕВИНИ БЕРЕЗИ

Проаналізовано методи та методики дослідження та прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини. Запропоновано довговічність термопластичних клейових з'єднань деревини берези прогнозувати за допомогою математичної моделі, яка враховує коефіцієнт на породу деревини. Здійснено прогнозування довговічності термопластичних клейових з'єднань деревини берези залежно від умов експлуатації за допомогою математичної моделі. Проаналізовано отримані результати прогнозування довговічності та встановлено, що за підвищеної температури навколишнього середовища довговічність термопластичних полівінілацетатних клейових з'єднань деревини берези зменшується, а за підвищеної вологості навпаки – довговічність незначно зростає.

Ключові слова: клей, деревина, довговічність, вологість, температура, клейові з'єднання, прогнозування, водостійкість, теплостійкість.

На сучасному етапі розвитку деревообробної промисловості проблема довговічності стає дедалі актуальнішою, оскільки світові запаси деревини зменшуються, а потреба в склеєних елементах, конструкціях та виробках збільшується. Довговічність клейових з'єднань деревини характеризується границею міцності або напруженням, за яких настає руйнування.

Під довговічністю розуміють забезпечення клейовим з'єднанням з деревини відповідної адгезійної та когезійної міцності протягом певного часу або до виконання певного обсягу роботи. Довговічність термопластичних клейових з'єднань деревини, як і будь-яких інших клейових з'єднань буде залежить від багатьох факторів, основними серед яких є: властивості матеріалу, що склеюється (деревини), властивості клею, технологічні параметри процесу склеювання; умови експлуатації тощо [1, 2]. Основні фактори впливу на довговічність клейових з'єднань деревини наведено на рис. 1. Процес дослідження довговічності клейових з'єднань деревини є тривалим і трудомістким та потребує відповідних методів та методик, певного устаткування тощо.

Довговічність клейових з'єднань деревини досліджують за тривалим (природним) та пришвидшеним (лабораторним) методами. Тривалий метод у природних умовах вважають найбільш достовірними, оскільки його результати відображають реальні процеси, які відбуваються у клейовому з'єднанні [3]. Разом з тим, результати таких досліджень є достовірними для певної кліматичної зони або району, тривалі у часі, потребують математичної оброблення та не дають змоги за короткий проміжок часу дослідити вплив окремих факторів.

Пришвидшений метод досліджень довговічності клейових з'єднань зводиться до створення умов із різкими перепадами температури і вологості. Він є менш громіздким, зменшує тривалість досліджень, дає змогу вивчати вплив окремих факторів на клейові з'єднання, порівнювати результати досліджень тощо.

Під прогнозуванням довговічності клейових з'єднань деревини розуміють передбачення зміни вихідних характеристик з'єднання за довготривалої

експлуатації у відповідних умовах. Прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини здійснюють за методом, в якому враховують вплив атмосферних факторів і методом, де враховують тривалу дію навантажень.



Рис. 1. Фактори, які впливають на довговічність клейових з'єднань деревини

Оскільки термопластичні клейові з'єднання деревини застосовують у конструкціях, для яких не передбачені тривалі навантаження, то прогнозування довговічності здійснюють за методом, в якому враховують тільки дію атмосферних факторів. За цим методом прогнозування визначають температурно-часову залежність міцності твердих тіл. Основними факторами впливу на довговічність таких клейових з'єднань є вологість і температура. Тому під час прогнозування довговічності термопластичних клейових з'єднань деревини, враховують добову, тижневу, місячну та сезонну їх дію. Більш небезпечними для клейових з'єднань деревини є добові перепади температури і вологи, оскільки вони збільшують тривалість релаксаційних процесів, які проявляються з часом.

Пропонуємо математичну модель прогнозування довговічності для термопластичних клейових з'єднань деревини залежно від умов експлуатації, яка враховує зміну напружено-деформаційного стану клейових з'єднань від різних факторів

$$\tau^{(i)} = \frac{k_{n,d}}{C^{(i)}} \cdot \ln \left(\frac{B^{(i)} \cdot \Delta W^{(i)}}{\sigma_{гран} + A^{(i)} \cdot \Delta T^{(i)}} \right), \quad (1)$$

де: $\Delta T^{(i)}$ – середньозважена температура навколишнього середовища, °C; $\Delta W^{(i)}$ – середньозважена вологість навколишнього середовища, %; $\sigma_{гран}$ – гранична міцність з'єднання; параметри $A^{(i)}$, $B^{(i)}$, $C^{(i)}$ – залежні від зміни температури і вологості навколишнього середовища; $k_{n,d}$ – коефіцієнт на породу деревини.

Запропоновану математичну модель можна використовувати для прогнозування довговічності термопластичних клейових з'єднань різних порід деревини, але для кожної породи деревини потрібно розраховувати коефіцієнт на породу деревини $k_{n,d}$. Для клейових з'єднань деревини дуба цей коефіцієнт дорівнює 1. Для інших порід деревини він буде відмінним від одиниці і становитиме, наприклад, для клейового з'єднання деревини сосни – 0,545, а для деревини берези – 0,855. Дані з розрахунку коефіцієнтів $k_{n,d}$ та прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини дуба та сосни наведено у публікаціях [4-8].

Математична модель для прогнозування довговічності термопластичних клейових з'єднань деревини берези, з урахуванням коефіцієнта на цю породу деревини, матиме вигляд:

- для структурованих клеїв з рідкіснотчастою структурою клейового шва

$$\tau = \frac{0,855}{0,00205} \cdot \ln \left(\frac{0,1151 \cdot \Delta W^{(i)}}{\sigma_{гран} + 0,024 \cdot \Delta T^{(i)}} \right); \quad (2)$$

- для неструктурованих клеїв з лінійною структурою клейового шва

$$\tau = \frac{0,855}{0,0082} \cdot \ln \left(\frac{0,1372 \cdot \Delta W^{(i)}}{\sigma_{гран} + 0,0006 \cdot \Delta T^{(i)}} \right). \quad (3)$$

Отримана математична модель дає змогу за короткий проміжок часу, не руйнуючи склеєну деревину, незалежно від марки клею, породи деревини, часових меж експлуатації та без прив'язки до температурного та вологісного діапазонів прогнозувати довговічність для термопластичних клейових з'єднань деревини берези. Для використання математичної моделі у виробничих умовах розроблено інтерфейс та програмне забезпечення.

Результати досліджень. Запропоновані математичні моделі (2) і (3) дають змогу прогнозувати довговічність для структурованих і неструктурованих термопластичних полівінілацетатних клейових з'єднань деревини берези. Під час прогнозування довговічності клейових з'єднань вологість і температура навколишнього середовища відповідала їх середньозваженому значенню за трирічний період тривалих експериментальних досліджень [5].

На рис. 2 і 3 наведено графічну інтерпретацію результатів прогнозування довговічності термопластичних полівінілацетатних клейових з'єднань деревини берези, яку отримано за допомогою математичної моделі.

Як видно з отриманих залежностей (див. рис. 2) за середньозваженої температури навколишнього середовища 7,89 °C та середньозваженої вологості 65,46 % довговічність становить 1000 діб. У разі збільшення вологості до 91,93 % за цієї температури довговічність збільшується до 1160 діб, тобто на 160 діб або на 13,8 %. За середньозважених температур 4,19 °C та 12,23 °C дов-

говічність теж зростає відповідно на 163 і 158 діб відповідно. Тобто із збільшенням вологості від 65 % до 92 % довговічність зростає в середньому на 13 % незалежно від температури експлуатації.

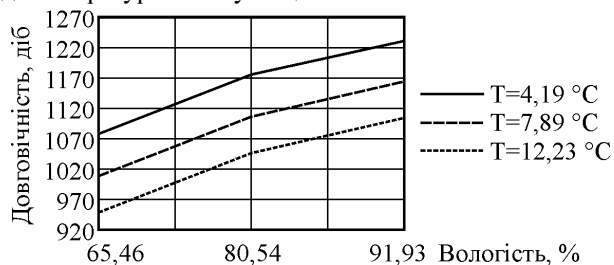


Рис. 2. Прогнозування довговічності клеєвих з'єднань деревини берези, склеєних структурованими полівінілацетатними клеями із ступенем навантаження D4, залежно від зміни вологості

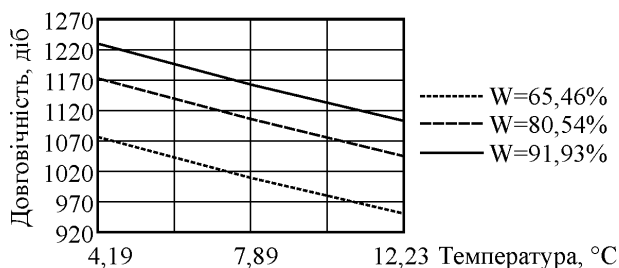


Рис. 3. Прогнозування довговічності клеєвих з'єднань деревини берези, склеєних структурованими полівінілацетатними клеями із ступенем навантаження D4, залежно від зміни температури

Щодо впливу температури на довговічність (див. рис. 3), то за середньозваженої температури +4,19 °C і вологості 85,54 % довговічність становить 1175 діб, а за температури 12,23 °C довговічність зменшується до 1045 діб. Зменшення довговічності в середньому на 130 діб зі зміною температури від 4,19 до 12,23 °C відбувається і за вологості 65,46 і 91,93 %. Таким чином, підвищення температури на 1 °C в середньому скорочує термін експлуатації виробу на 16 діб, а підвищення вологості на 1 % – збільшує термін експлуатації приблизно на 6 діб. На рис. 4 наведено прогнозовану довговічність з'єднань деревини берези, склеєної термопластичними клеями залежно від зміни середньозваженої температури за різної вологості навколишнього середовища.

На рис. 5 наведено прогнозовану довговічність з'єднань деревини сосни, склеєної структурованими клеями із навантаженням D4 залежно від зміни середньозваженої вологості за різної температури експлуатації. Як видно з отриманих результатів, підвищення температури навколишнього середовища призводить до зменшення довговічності за будь-якого значення вологості. Підвищення вологості, навпаки, призводить до підвищення довговічності для будь-якої вологості, тільки з різною інтенсивністю.

Аналогічні результати прогнозування довговічності можна отримати за допомогою математичної моделі для деревини берези, склеєної термопластич-

ними неструктурованими клеями. Тільки вплив вологості і температури буде дещо менш значущим.

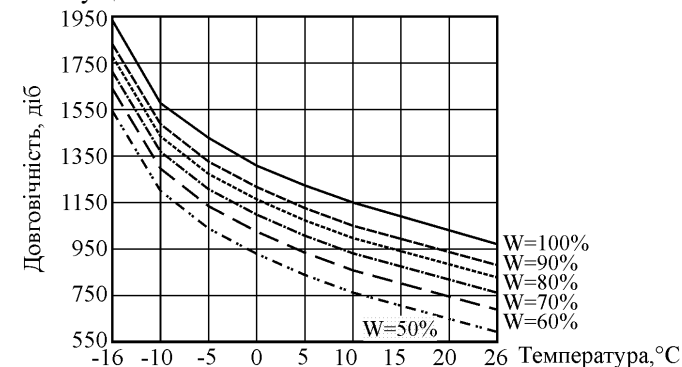


Рис. 4. Прогнозування довговічності клеєвих з'єднань деревини берези, склеєних структурованими полівінілацетатними клеями із ступенем навантаження D4, залежно від зміни температури за різної вологості

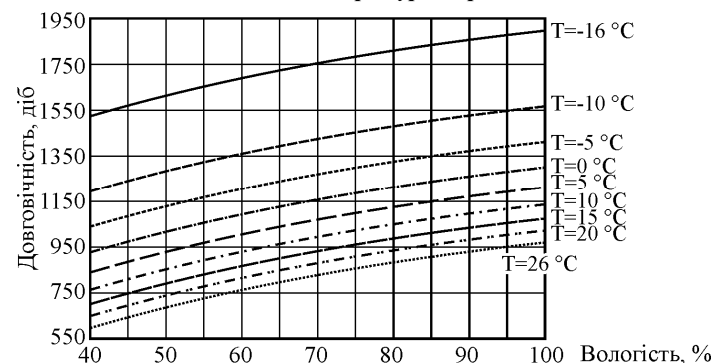


Рис. 5. Прогнозування довговічності клеєвих з'єднань деревини берези, склеєних структурованими полівінілацетатними клеями із ступенем навантаження D4, залежно від зміни вологості за різної температури

Таким чином, підвищення температури навколишнього середовища призводить до зменшення довговічності термопластичних полівінілацетатних клеєвих з'єднань деревини берези із ступенем навантаження D4, а підвищення вологості навколишнього середовища навпаки – до незначного зростання довговічності таких клеєвих з'єднань.

Висновок. За допомогою запропонованої математичної моделі, що враховує коефіцієнт на породу деревини, здійснено прогнозування довговічності для термопластичних полівінілацетатних структурованих і неструктурованих клеєвих з'єднань деревини берези. Проаналізовано вплив вологості та температури навколишнього середовища на довговічність таких клеєвих з'єднань деревини. Встановлено кількісні показники довговічності для термопластичних полівінілацетатних клеєвих з'єднань деревини берези залежно від умов експлуатації.

Література

1. Кшивецький Б.Я. Анализ прочности и долговечности термопластических клеевых соединений / Б.Я. Кшивецький // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. – Брянск (РФ) : Изд-во БГИТА. – 2003. – Вып. 7. – С. 119-121.
2. Кшивецький Б.Я. До питання міцності і довговічності клейових з'єднань / Б.Я. Кшивецький, Б.В. Прокопович // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2001. – Вип. 11.1. – С. 113-115.
3. Кшивецький Б.Я. О долговечности клеевых соединений в деревообработке / Б.В. Прокопович, О.П. Гупало // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. – Брянск (РФ) : Изд-во БГИТА. – 2001. – Вып. 4. – С. 61-64.
4. Патент на винахід № 98515 Україна, МПК G01N 33/46, G01L 1/26. Спосіб прогнозування міцності та довговічності з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату / Б.Я. Кшивецький, П.А. Бехта (Україна); Заявл. 25.05.2010; Опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10.
5. Кшивецький Б.Я. Дослідження міцності з'єднань деревини сосни клеями на основі полівінілацетату за дії природних факторів / Б.Я. Кшивецький // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.3. – С. 110-112.
6. Патент на корисну модель № 45134 Україна, МПК B23V 21/00. Спосіб прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини дуба клеями на основі полівінілацетату / Б.Я. Кшивецький, П.А. Бехта (Україна); Заявл. 29.05.2009; Опубл. 26.10.2009, Бюл. № 5.
7. Кшивецький Б.Я. Прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату / Б.Я. Кшивецький, П.А. Бехта // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2009. – Вип. 35. – С. 84-89.
8. Кшивецький Б.Я. Прогнозування довговічності термопластичних клейових з'єднань деревини за допомогою математичної моделі / Б.Я. Кшивецький // Проблеми трибології : міжнар. наук. журнал. – Хмельницький : Вид-во Хмельницького НУ. – 2012. – № 4. – С. 38-42.

Кшивецький Б.Я. Прогнозирование долговечности термопластичных клеевых соединений древесины березы

Проанализированы методы и методики исследования и прогнозирования долговечности клеевых соединений древесины. Предложено долговечность термопластичных клеевых соединений древесины березы прогнозировать с помощью математической модели, которая учитывает коэффициент на породу древесины. Осуществлено прогнозирование долговечности термопластичных клеевых соединений древесины березы в зависимости от условий эксплуатации с помощью математической модели. Проанализированы полученные результаты прогнозирования долговечности и установлено, что при повышенной температуре окружающей среды долговечность термопластичных поливинилацетатных клеевых соединений древесины березы уменьшается, а при повышении влажности наоборот – долговечность незначительно растет.

Ключевые слова: клей, древесина, долговечность, влажность, температура, клеевые соединения, прогнозирование, водостойкость, теплостойкость.

Kshyvetskyy B.Ya. Prediction of Durability of Thermoplastic Adhesive Joints of Birch Wood

Some methods and techniques for investigation and prediction of the durability of adhesive of wood joints have been analyzed. It has been proposed that durability of thermoplastic adhesive of birch wood joints is predicted by using a mathematical model which takes into account the coefficient for wood species. Using a mathematical model, a prediction of the durability of thermoplastic adhesive joints of birch wood depending on service conditions has been carried out. The results of the studies on the durability have shown that elevated ambient temperatures lead to decreasing the durability of thermoplastic polyvinyl acetate adhesive birch wood joints, while increased ambient humidity, on the contrary, leads to a slight increase in the durability.

Keywords: adhesive, wood, durability, humidity, temperature, adhesive joints, prediction, water resistance, heat resistance.

УДК 674.047

Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; аспір. Р.О. Рокунь –
НЛТУ України, м. Львів

ДИНАМІКА ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК З ДЕРЕВИНИ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ В ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Розглянуто фізичне явище нагрівання деревини. Визначено фізичні властивості (вологість і густину) та питому теплоємність деревини бука під час нагрівання. З'ясовано, що під час нагрівання змінюється (у незначних величинах) вологість деревини та відповідно – густина, питома теплоємність та питомі витрати теплоти. Дослідження проведено в лабораторній сушильній установці. Властивості деревини визначались за класичною методикою до і після процесу нагрівання. Для експериментального визначення динаміки зміни температури деревини вибрано два експериментальні зразки (букові поліна). По середині зразків вставлялись два давачі температури (термопари) на глибину $x=0,15R$ та $x=R$. Температуру деревини фіксували приладом через певний проміжок часу. Таким чином, отримано залежність зміни температури поверхневих і центральних шарів деревини від тривалості процесу нагрівання. Експериментальні залежності описано емпіричними формулами.

Ключові слова: температура, нагрівання, вологість, густина, питома теплоємність деревини, тривалість процесу, емпірична залежність.

Вступ. Характеристику процесів нагрівання пилопродукції під час теплового оброблення досить ґрунтовно описано у фаховій та навчальній літературі [1-3]. Значно менше приділено уваги нагріванню профільних заготовок із деревини, таких як: взуттєві колодки, дерев'яні деталі стрілецької зброї, дерев'яні протези, дерев'яні елементи художніх меблів та музичних інструментів і дрв. Такі заготовки мають змінні розміри, як за перетином так, і по довжині. Підібрати режими нагрівання та сушіння таких заготовок доволі складно. Профільні заготовки у поперечному перерізі мають переважно геометричну форму трикутника, трапеції, овалу або кола. За характерний розмір цих заготовок можна прийняти радіус кола (R), вписаного в ці геометричні фігури.

Методика дослідження. За експериментальний матеріал прийнято поліна (дрова колоті, стандартних розмірів з довжиною $L=330...350$ мм) з деревини бука європейського (*Fagus sylvatica* L), що мають у поперечному перерізі геометричну форму трикутника або трапеції. До початку процесу нагрівання поліна зважують з точністю до одного грама, а по середині поліна встановлюють давачі температури (хромль-копелеві термопари), одну на глибину 3 мм, а другу – до центра радіуса вписаного кола. За цими даними визначають градієнт температури ($dt=t_{\text{ц}} - t_{\text{нов}}$) за товщиною матеріалу ($dx=R$). Після процесу нагрівання заготовки (поліна) знову зважують (щоб визначити, чи зменшується їх вологість під час нагрівання) і розпилюють посередині довжини на дві секції вологості та секції пошарової вологості. Секції пошарової вологості маркують, як поверхневі, так і нейтральні шари, зважують і висушують до абсолютно сухого стану.

За секціями вологості визначають, яка була вологість заготовок після нагрівання – W_n , %. За різницею початкової вологості заготовок – W_0 та після нагрівання знаходять величину втрати вологості під час нагрівання ($W_0 - W_n = \Delta W_n$). За цими даними також визначають якою має бути маса поліна в абсолютному стані – M_0 :