

Матвіюк О. В., ст. викладач, Гомон Св. Св., д.т.н., професор
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ПОЛІПШЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦІЙНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯЛИНИ ТА ЯСЕНА ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЇ В КИСЛОТНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Наведено особливості виготовлення та методика експериментальних досліджень модифікованої та немодифікованої деревини ялини та ясена осьовим стиском вздовж волокон за експлуатації у кислотних середовищах. Побудовано гістограми динаміки зміни основних характеристик міцності та деформівності модифікованої та немодифікованої деревини за роботи у кислотних середовищах. Встановлено, що модифікація деревини полімерною композицією «силор» значно поліпшує механічні характеристики досліджуваних порід деревини, які експлуатуються в агресивних кислотних середовищах.

Ключові слова: конструкційна деревина; деформівність; модуль пружності; міцність; стиск; модифікація; кислотне середовище.

Постановка проблеми. Матеріали, вироби та елементи, які виготовлені з деревини, часто зазнають впливу агресивних середовищ [1–9]. До таких середовищ можна віднести сольові, кислотні, водні та лужні. В багатьох випадках робота деревини за експлуатації в кислотних середовищах є більш ефективною в порівнянні з аналогами на основі металу, бетону, залізобетону та інших композиційних матеріалів. Оскільки є більш стійкою до агресивних середовищ і зазнає меншої корозії. Для ще більш ефективної роботи конструкційної деревини в кислотних середовищах необхідно її модифікувати та визначити основні механічні характеристики новоутворених композиційних матеріалів на стиск вздовж волокон за таких умов експлуатації.

Аналіз останніх публікацій. Експериментальними дослідженнями впливу різних агресивних середовищ на міцнісні та деформівні властивості деревини листяних та хвойних порід займалося обмежена кількість вчених. Більшість цих досліджень, як правило, стосувалося роботи деревини при зміні вологи. В Україні



такими дослідженнями займався та продовжує займатися Гомон Св.Св. [10]. Автор розробив модель роботи деревини за різної вологості в докритичній та закритичній стадії роботи матеріалу.

Впливом кислотних середовищ на фізико-механічні властивості суцільної деревини присвячені роботи Верешка О.В. [1–5]. На основі проведених експериментальних досліджень дослідник встановив основні механічні характеристики за таких умов експлуатації в докритичній та закритичній стадії.

Деревину можливо модифікувати багатьма способами, що дає можливість стабілізувати та покращувати її фізико-механічні властивості. Але мало знаходимо таких експериментально-теоретичних досліджень, які б дозволяли поліпшувати механічні властивості деревини, яка експлуатується в різних кислотних середовищах.

Таким модифікатором може бути полімерна композиція силор, яка зарекомендувала себе з позитивної сторони для поліпшення міцнісних та деформівних властивостей деревини за стандартної вологості 12% (дослідження Гомона Св.Св. [11–14]) та бетону (дослідження Довбенка В.О. [15]).

Отже, метою даної статті є аналіз проведених нами експериментальних досліджень деревини ясеня та ялини модифікованих полімерною композицією силор за експлуатації в соляній та молочній кислотах з визначення основних механічних властивостей в докритичній та закритичній стадії роботи за осьового стиску вздовж волокон та порівняння отриманих результатів з аналогічними механічними показниками необробленої деревини, яка експлуатувалась за тих же умов .

Методика експериментальних досліджень. Для вирішення поставлених перед нами задач було виготовлено призми деревини ялини та ясеня 1 сорту перерізом 30x30x120 мм. Вік деревини приблизно 40 років. Висушування заготовок проводили у заводських умовах у спеціальних камерах до заданої вологості 12%.

Отже, зразки були вирізані з брусів суцільної деревини, після чого поверхні були чисто оброблені і в подальшому піддавалися модифікації. Вологість зразків на момент модифікації була 12%. Просочення призм полімерною композицією «силор» виконували за допомогою автоклава під тиском 2,5 атм. протягом 2 год. Після цього зразки діставали і просушували за температури 18–21° С протягом 12 год.

Призми випробовували: за вологості 12% (10 шт.); занурених у молочну (40%) та соляну (14%) кислоти відповідно впродовж 7, 14 і

28 діб (30 шт.); модифікованих полімерною композицією силор (10 шт.); модифікованих, а після цього занурених у молочну (40%) та соляну (15%) кислоти відповідно протягом 7, 14, 28, 180 діб (40 шт.).

Експериментальні дослідження проводили на пресі СТМ-100 за жорсткого режиму випробувань [2; 10–12]. Всі зразки випробовували за осьового стиску вздовж волокон короткочасним навантаженням згідно з діючими нормативними документами [16–18]. Всього досліджено 90 призм.

Результати експериментальних досліджень. За результатами проведених експериментальних досліджень визначено наступні усереднені показники: тимчасова гранична міцність, відносні критичні та залишкові деформації, модуль пружності. Вище наведені характеристики були отримані для деревини ялини та ясена за стандартної вологості 12%, занурених у молочну та соляну кислоти на 7, 14 та 28 діб, модифікованих полімерною композицією «силор», а також модифікованих полімерною композицією «силор» та в подальшому занурених у молочну та соляну кислоти відповідно на 7, 14, 28 та 180 діб.

На основі проведеного нами експерименту наведено динаміку зміни тимчасової граничної міцності конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором (рис. 1).

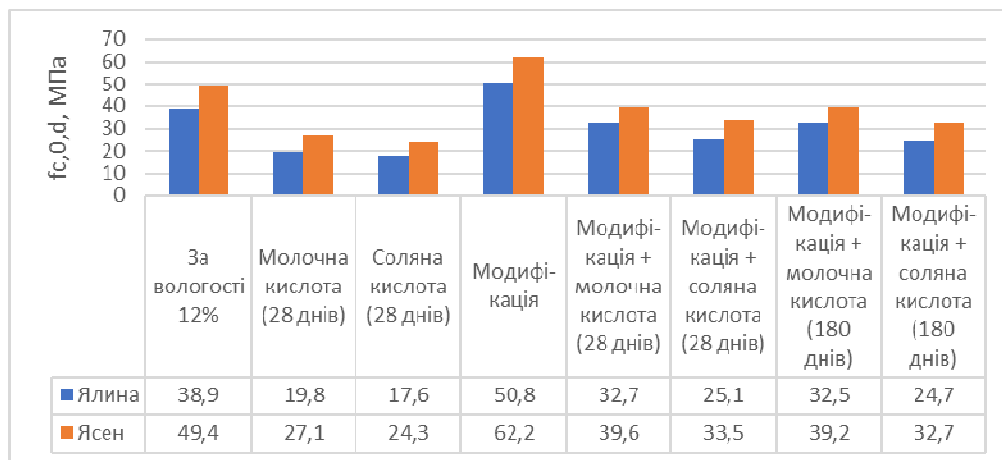


Рис. 1. Динаміка зміни тимчасової граничної міцності конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором

За результатами експериментальних досліджень наведено динаміку зміни відносних критичних деформацій конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором (рис. 2).

На основі проведених експериментальних досліджень наведено динаміку зміни відносних залишкових деформацій конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором (рис. 3).

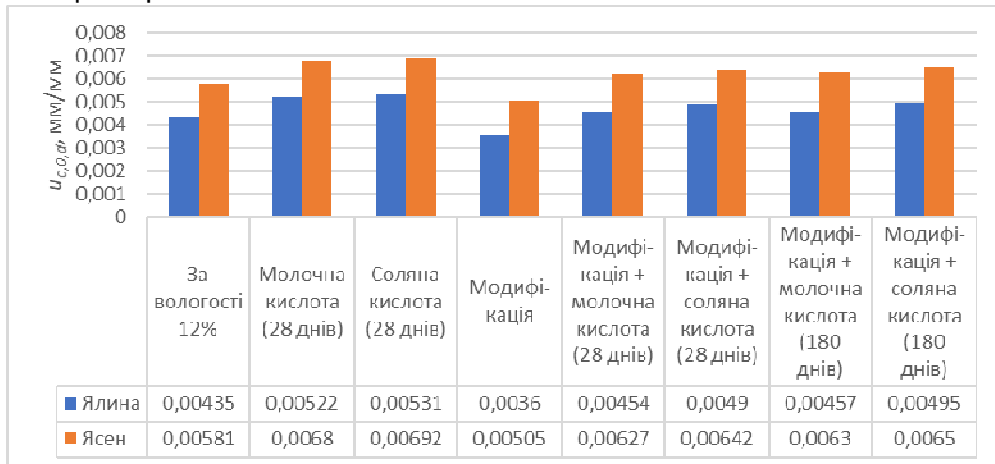


Рис. 2. Динаміка зміни відносних критичних деформацій конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором

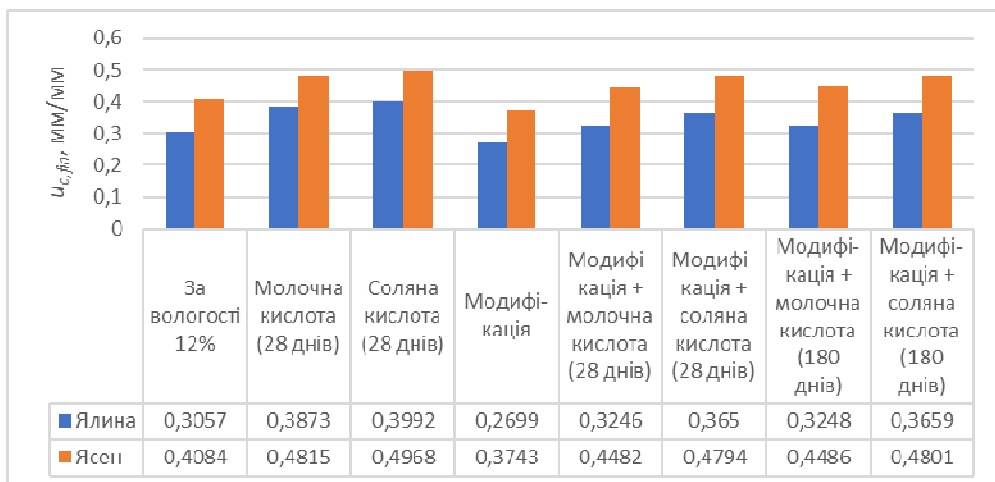


Рис. 3. Динаміка зміни відносних залишкових деформацій конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором

На основі проведеного нами експерименту наведено динаміку зміни модуля пружності конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором (рис. 4).

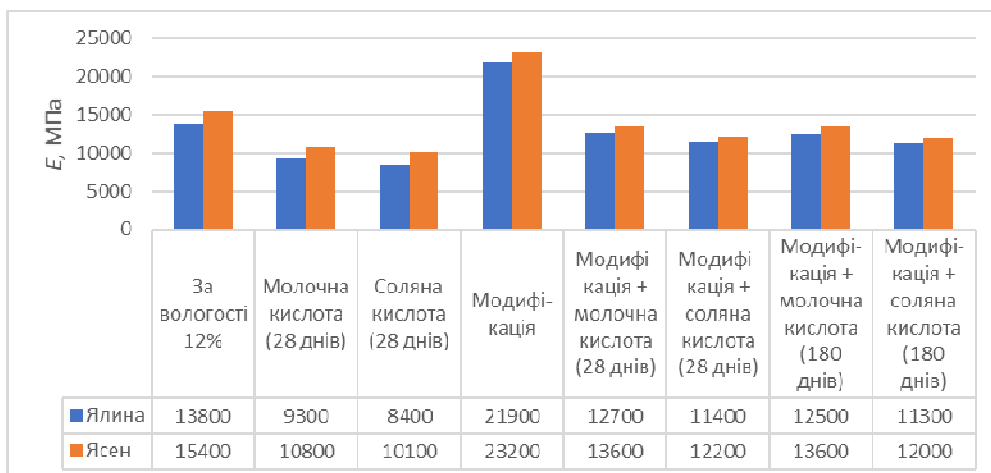


Рис. 4. Динаміка зміни модуля пружності конструкційної деревини ялини та ясена до і після модифікації силором

Отже, встановлено, що модифікація деревини полімерною композицією «силор» значно поліпшує механічні характеристики досліджуваних порід деревини, які експлуатуються в агресивних кислотних середовищах. Зокрема, тимчасова гранична міцність збільшується в 1,46–1,65 раза в порівнянні з немодифікованими зразками зануреними у молочну кислоту та в 1,38–1,43 раза – зануреними у соляну кислоту (рис. 1); відносні критичні деформації зменшуються в 1,08–1,15 раза – зануреними в молочній кислоті та в 1,08 раза – зануреними в соляній кислоті (рис. 2); відносні залишкові деформації зменшуються в 1,07–1,19 раза – занурених в молочній кислоті та в 1,04–1,09 раза – занурених в соляній кислоті (рис. 3); модуль пружності зростає в 1,26–1,37 раза – занурених в молочній кислоті та в 1,21–1,35 раза – занурених в соляній кислоті (рис. 4). Порівняння проводилось при зануренні у кислоти модифікованої та немодифікованої деревини протягом 28 днів.

Висновки

1. Наведено особливості виготовлення та методику експериментальних досліджень модифікованої та немодифікованої деревини ялини та ясена осьовим стиском вздовж волокон за експлуатації у кислотних середовищах.

2. Побудовано гістограми динаміки зміни основних характеристик міцності та деформівності модифікованої та немодифікованої деревини за роботи у кислотних середовищах.



3. Встановлено, що модифікація деревини полімерною композицією «силор» значно поліпшує механічні характеристики досліджуваних порід деревини, які експлуатуються в агресивних кислотних середовищах.

1. Гомон Св. Св., Гомон Св. Ст., Матвіюк О. В., Верешко О. В., Черномаз Н. Ю. Застосування деревини в умовах агресивних середовищ. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк, 2022. Вип. 17. С. 15–22.
2. Верешко О. В., Гомон Св. Св., Гомон Св. Ст., Довбенко Т. О. Деформівні показники деревини берези та сосни під дією кислотних середовищ. *Наукові нотатки*. Луцьк : ЛНТУ, 2021. № 72. С. 175–179.
3. Верешко О. В., Гомон Св. Св. Дослідження зміни густини деревини листяних та хвойних порід під дією кислотних середовищ. *Наукові нотатки*. Луцьк : ЛНТУ, 2022. № 73. С. 265–269.
4. Верешко О. В., Гомон Св. Св. Напружено-деформований стан згинальних дерев'яних елементів в умовах впливу агресивного кислотного середовища з врахуванням повних діаграм деформування матеріалу. *Наукові нотатки*. Луцьк : ЛНТУ, 2023. № 75. С. 200–205.
5. Гомон Св. Св., Матвіюк О. В., Савчук С. М., Верешко О. В., Кулаковський Л. Я. Вплив агресивного середовища на міцнісні та деформівні показники суцільної деревини хвойних порід. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2021. Вип. 2(94). С. 69–80.
6. Baechler R. H. Wood in chemical engineering construction. *J. Forest Prod. Res. Soc.* 1954. № 4. Pp. 332–336.
7. Browning B. L. The chemistry of wood. Interscience Publishers, New York, 1963. 689 p.
8. Evans P. D., Banks W. B. The degradation of wood surfaces by dilute acids. The International Research Group on Wood Preservation, Working Group III, Preservatives and Methods of Treatment, 1985.
9. Roger M. Influence of chemical environment on strength of wood fibers. *How the environment affects lumber design: assessments and recommendations*. Madison, Wisconsin, 28–30 May 1980. Madison, 1980. Pp. 76–84.
10. Гомон Св. Св., Ясній П. В., Гомон П. С., Ясній В. П. Класична модель дійсної роботи суцільної та модифікованої деревини осьовим стиском вздовж волокон : монографія. Тернопіль : ТНТУ, 2023. 316 с.
11. Yasniy P., Gomon S., Iasnii V., Gomon S. S., Gomon P., Savitskiy V. Strength properties of chemically modified solid woods. *Procedia Structural Integrity*. 2022. Vol. 36. P. 211–216.
12. Yasniy P., Gomon S. Timber with improved strength and deformable properties. *Scientific Journal of Ternopil National Technical University*. Ternopil : TNTU, 2020. Vol. 99. No 3. P. 17–27.
13. Гомон С. Ст., Гомон С. С., Зінчук А. В. Дослідження модифікованої силором клеєної деревини на стиск вздовж волокон. *Вісті Донецького гірничого інституту : Всеукраїнський науково-технічний журнал*. Покровськ : ДВНЗ «Донецький НТУ», 2017. № 1. С. 134–138.
14. Гомон С. Ст., Гомон С. С., Зінчук А. В. Деформативність модифікованої силором клеєної деревини за роботи на стиск вздовж волокон. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне : НУВГП,

2017. Вип. 34. С. 110–117. **15.** Довбенко В. С. Дослідження полімерної композиції «Силор» як ефективного засобу ремонту, відновлення та підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2010. Вип. 20. С. 181–186. **16.** ДСТУ EN 338. Лісоматеріали конструкційні. Класи міцності. Київ : Мінрегіонбуд України, 2004. 10 с. **17.** ДСТУ EN 384–2001. Лісоматеріали конструкційні. Визначення характеристичних значень механічних властивостей та щільності. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 8 с. **18.** ДСТУ EN 380–2008. Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 8 с.

REFERENCES:

1. Homon Sv. Sv., Homon Sv. St., Matviiuk O. V., Vereshko O. V., Chornomaz N. Yu. Zastosuvannya derevyny v umovakh ahresyvnykh seredovyshch. *Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*. Lutsk, 2022. Vyp. 17. S. 15–22.
2. Vereshko O. V., Homon Sv. Sv., Homon Sv. St., Dovbenko T. O. Deformivni pokaznyky derevyny berezy ta sosny pid diieiu kyslotnykh seredovyshch. *Naukovi notatky*. Lutsk : LNTU, 2021. № 72. S. 175–179.
3. Vereshko O. V., Homon Sv. Sv. Doslidzhennia zminy hustyny derevyny lystianykh ta khvoinykh porid pid diieiu kyslotnykh seredovyshch. *Naukovi notatky*. Lutsk : LNTU, 2022. № 73. S. 265–269.
4. Vereshko O. V., Homon Sv. Sv. Napruzhenno-deformovanyi stan zghynalnykh derev'ianykh elementiv v umovakh vplyvu ahresyvnoho kyslotnoho seredovyshcha z vrakhuvanniam povnykh diahram deformuvannia materialu. *Naukovi notatky*. Lutsk : LNTU, 2023. № 75. S. 200–205.
5. Homon Sv. Sv., Matviiuk O. V., Savchuk S. M., Vereshko O. V., Kulakovskiy L. Ya. Vplyv ahresyvnoho seredovyshcha na mitsnisni ta deformivni pokaznyky sutsilnoi derevyny khvoinykh porid. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Ser. Tekhnichni nauky*. Rivne : NUVHP, 2021. Vyp. 2(94). S. 69–80.
6. Baechler R. H. Wood in chemical engineering construction. *J. Forest Prod. Res. Soc.* 1954. № 4. Pp. 332–336.
7. Browning B. L. The chemistry of wood. Interscience Publishers, New York, 1963. 689 p.
8. Evans P. D., Banks W. B. The degradation of wood surfaces by dilute acids. The International Research Group on Wood Preservation, Working Group III, Preservatives and Methods of Treatment, 1985.
9. Roger M. Influence of chemical environment on strength of wood fibers. *How the environment affects lumber design: assessments and recommendations*. Madison, Wisconsin, 28–30 May 1980. Madison, 1980. Pp. 76–84.
10. Homon Sv. Sv., Yasnii P. V., Homon P. S., Yasnii V. P. Klasychna model diisnoi roboty sutsilnoi ta modyfikovanoi derevyny osovym styskom vzdovzh volokon : monohrafiia. Ternopil : TNTU, 2023. 316 s.
11. Yasnii P., Homon S., Iasnii V., Gomon S. S., Gomon P., Savitskiy V. Strength properties of chemically modified solid woods. *Procedia Structural Integrity*. 2022. Vol. 36. P. 211–216.
12. Yasnii P., Gomon S. Timber with improved strength and deformable properties. *Scientific Journal of Ternopil* 202

National Technical University. Ternopil : TNTU, 2020. Vol. 99. No 3. P. 17–27. **13.** Homon S. St., Homon S. S., Zinchuk A. V. Doslidzhennia modyfikovanoi sylorom kleienoi derevyny na stysk vzdovzh volokon. *Visti Donetskooho hirnychoho instytutu* : Vseukrainskyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal. Pokrovsk : DVNZ «Donetskyi NTU», 2017. № 1. S. 134–138. **14.** Homon S. St., Homon S. S., Zinchuk A. V. Deformatyvniat modyfikovanoi sylorom kleienoi derevyny za roboty na stysk vzdovzh volokon. *Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy*. Rivne : NUVHP, 2017. Vyp. 34. S. 110–117. **15.** Dovbenko V. S. Doslidzhennia polimernoii kompozytsii «Sylor» yak efektyvnoho zasobu remontu, vidnovlennia ta pidsylennia betonnykh ta zalizobetonnykh konstruktsii. *Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2010. Vyp. 20. C. 181–186. **16.** DSTU EN 338. Lisomaterialy konstruktsiini. Klasy mitsnosti. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2004. 10 s. **17.** DSTU EN 384–2001. Lisomaterialy konstruktsiini. Vyznachennia kharakterystychnykh znachen mekhanichnykh vlastyvostei ta shchilnosti. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2010. 8 s. **18.** DSTU EN 380–2008. Lisomaterialy konstruktsiini. Zahalni nastanovy shchodo metodiv vyprobuvannia na statychno navantazhennia. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2010. 8 s.

Matviiuk O. V., Senior Lecturer, Homon S. S., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

IMPROVEMENT OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL WOOD OF SPRUCE AND ASH DURING OPERATION IN ACIDIC ENVIRONMENTS

Materials, products and elements made of wood are often exposed to aggressive environments. Such environments include saline, acidic, aqueous and alkaline. In many cases, the operation of wood in acidic environments is more effective compared to analogues based on metal, concrete, reinforced concrete and other composite materials. Since it is more resistant to aggressive environments and is less susceptible to corrosion. For even more effective operation of structural wood in acidic environments, it is necessary to modify it and determine the main mechanical characteristics of newly formed composite materials in compression along the fibers under such operating conditions. The features of manufacturing and the methodology of experimental studies of modified and unmodified spruce and ash wood in axial compression along the fibers during operation in acidic environments are presented. Histograms of the dynamics of changes in the main characteristics of strength and

deformability of modified and unmodified wood during operation in acidic environments are constructed. It was found that the modification of wood with the polymer composition "Silor" significantly improves the mechanical characteristics of the studied wood species, which are operated in aggressive acidic environments. In particular, the temporary ultimate strength increases by 1.46–1.65 times compared to unmodified samples immersed in lactic acid and by 1.38–1.43 times – immersed in hydrochloric acid; relative critical deformations decrease by 1.08–1.15 times – immersed in lactic acid and by 1.08 times – immersed in hydrochloric acid; relative residual deformations decrease by 1.07–1.19 times – immersed in lactic acid and by 1.04–1.09 times – immersed in hydrochloric acid; the modulus of elasticity increases by 1.26–1.37 times when immersed in lactic acid and by 1.21–1.35 times when immersed in hydrochloric acid. The comparison was made when modified and unmodified wood were immersed in acid for 28 days.

***Keywords:* structural wood; deformability; modulus of elasticity; strength; compression; modification; acidic environment.**