

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВИНИ ПІД
ВПЛИВОМ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**CHANGE OF STRENGTH INDICATORS OF TIMBER UNDER THE
INFLUENCE OF AN AGGRESSIVE ENVIRONMENT**

Гомон Св.Св., д.т.н., доц., ORCID 0000-0001-9818-1804, Матвіюк О.В., ст.викл., Довбенко Т.О., к.т.н., доц., ORCID 0000-0001-7103-9656, Савчук С.М., магістрант (Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м. Рівне), Верешко О.В., ст.викл., ORCID 0000-0002-7069-3397 (Луцький національний технічний університет, Україна), Кулаковський Л.Я., к.т.н., ст.викл., ORCID 0000-0003-1273-6894 (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)

Homon S.S, doctor of technical sciences, associate professor, Matviiuk O.V., senior lecturer, Dovbenko T.O., candidate of technical sciences, associate professor, Savchuck S.M., master (National university of water and environmental engineering, Rivne), Vereshko O.V., senior lecturer (Lutsk national technical university), Kulakovskiy L.Y., candidate of technical sciences, senior lecturer (National technical university of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute»)

Розроблено методику експериментальних досліджень деревини осьовим стиском уздовж волокон короткочасним навантаженням за роботи в агресивному середовищі за приростом переміщень. Наведено результати досліджень граничної міцності з врахуванням фактора агресивності середовища. Встановлено, що вплив кислот на деревину з різним терміном просочення значно зменшує її міцнісні показники.

A detailed analysis of literature sources on the study of solid timber of deciduous and coniferous species under the influence of various aggressive environments, in particular, water, acid, and alkaline, is given. A method of experimental studies of timber by Axial compression along fibers with a short-term load when working in an aggressive environment with an increase in displacement is developed. The terms of impregnation of deciduous and coniferous timber species (birch and pine) in aggressive environments, in particular, in hydrochloric (15%), acetic (9%) and lactic acids (40%), are given. The timber was soaked naturally without additional stimulation for 7, 30, and 90 days, respectively. These tree species are grown in the forests of the Volyn region. The trees were approximately 60 years old at the time of testing.

Production of samples was carried out in accordance with current standards. Timber that was tested before being impregnated with various liquids had a standard humidity of 12%. The timber was soaked naturally without additional stimulation for 7, 30, and 90 days, respectively. Penetration of liquids into the thickness of the samples was performed in a vessel in a horizontal position when completely immersed in various solutions. At the same time, each solution was provided with access to all sides of the prisms. The total number of prisms tested was 78 PCs. Experimental studies were carried out on a servo-hydraulic testing machine STM-100. The deformation rate of prisms was 1.5 mm/min. The results of ultimate strength studies are presented, taking into account the aggressiveness factor of the medium. It was found that the effect of different acids on timber with different impregnation periods significantly reduces its strength indicators, in particular hydrochloric by 42,0%, acetic – by 21,9%, lactic – by 32,7%.

Ключові слова:

Суцільна деревина, стиск уздовж волокон, міцність, агресивне середовище, навантаження.

Solid timber, compression along fibers, strength, aggressive environment, load.

Вступ. Суцільна деревина, як і інші матеріали, працює в різних середовищах, в тому числі і агресивних. Матеріали, деталі, елементи та конструкції з деревини застосовуються на підприємствах хімічної, молочної, гірничо-видобувної, харчової промисловостей, промисловому та гідротехнічному будівництві, де агресивність такого середовища є дуже високою. Дія середовища може бути безпосередньою та у вигляді випарів тої чи іншої речовини. І тому дуже важливим є той факт, як саме впливає агресивність середовища на механічні властивості деревини. Не менш важливим моментом є те, як саме поведе себе деревина в аварійній стадії роботи, і як при цьому будуть змінюватися міцнісні показники деревини.

Аналіз останніх досліджень. Вплив агресивного середовища на механічні властивості деревини в літературі зустрічається досить рідко. Незначна кількість робіт [1-4] присвячена такому важливому питанню. Результати експериментальних досліджень дуже різняться. І тому незрозуміло як саме змінюються максимальні напруження листяних та хвойних порід деревини в залежності від тих чи інших агресивних факторів.

Але з іншого боку нами досить детально вивчено вплив водного середовища на міцнісні та деформівні параметри таких матеріалів [5-9].

В нормативній літературі також практично відсутні дані про зміну міцнісних показників деревини внаслідок дії різного роду середовищ [10-12]. І тому постає питання як проектувати деталі, елементи та конструкції за таких умов роботи.

Тому в даній роботі ми наведемо результати наших експериментальних досліджень про зміну міцнісних показників в залежності від виду агресивного середовища.

Мета роботи – встановити вплив агресивного середовища на міцнісні показники деревини берези та сосни та порівняти з показниками за стандартної вологості.

Методика експериментальних досліджень. Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено зразки у вигляді призм перерізом 30x30x120 мм 1 сорту суцільної деревини різних порід. Для натурних випробувань вибрані деревина берези та сосни. Дані породи дерев вирощені в лісах Волинської області. Їх вік складав приблизно 60 років.

Виготовлення зразків проводили згідно діючих стандартів [13,14].

Після зрізу вибраних дерев стовбури транспортувались до столярних цехів та розрізались на бруси, з яких виготовлялись зразки для досліджень.

Деревина, яка піддавалась випробуванню перед просочуванням різним рідинами мала стандартну вологість 12%. Заготовки деревини висушували у спеціальних сушильних камерах до даної вологості. Вологість деревини контролювалась за допомогою вологоміра MD-814. Зразки випилювали із заздалегідь заготовлених довгих брусків. Просочення дослідних зразків проводили наступними кислотами: соляною (15%), молочною (40%), оцтовою (9%). Деревину просочували природним шляхом без додаткової стимуляції відповідно на протязі 7, 30 та 90 днів.

Проникнення рідин в товщу зразків виконували в посудині в горизонтальному положенні при повному зануренні в різні розчини. При цьому забезпечувався доступ кожного розчину до всіх сторін призм.

Об'єм експериментальних досліджень та маркування зразків наведено в [15].

Загальна кількість випробуваних призм склала 78 шт.

Експериментальні дослідження проводилися на сервогидравлічній випробувальній машині СТМ-100 з автоматизованою системою керування (рис.1) і запису даних [16] за жорсткого режиму прикладення навантажень.

Швидкість деформування призм складало 1,5 мм/хв. Експериментальні дослідження проводилися одноразовим короткочасним навантаженням на стиск уздовж волокон за температури 18-20⁰С. Випробування проводились з контролем приросту переміщення плити випробувальної машини. До випробувань допускались призми перерізом 30x30x120 мм ± 1 мм та без видимих дефектів. Якщо виготовлені зразки не відповідали даним параметрам за розмірами чи структурою деревини, то вони вибраковувалися.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами проведеного експерименту було встановлено граничну міцність деревини берези та сосни за стандартної вологості 12% та під впливом агресивного середовища (соляної, оцтової та молочної кислот).

На основі експериментальних досліджень було побудовано гістограми (рис.1, рис.2 та рис.3) зміни граничної міцності зразків (табл.1).

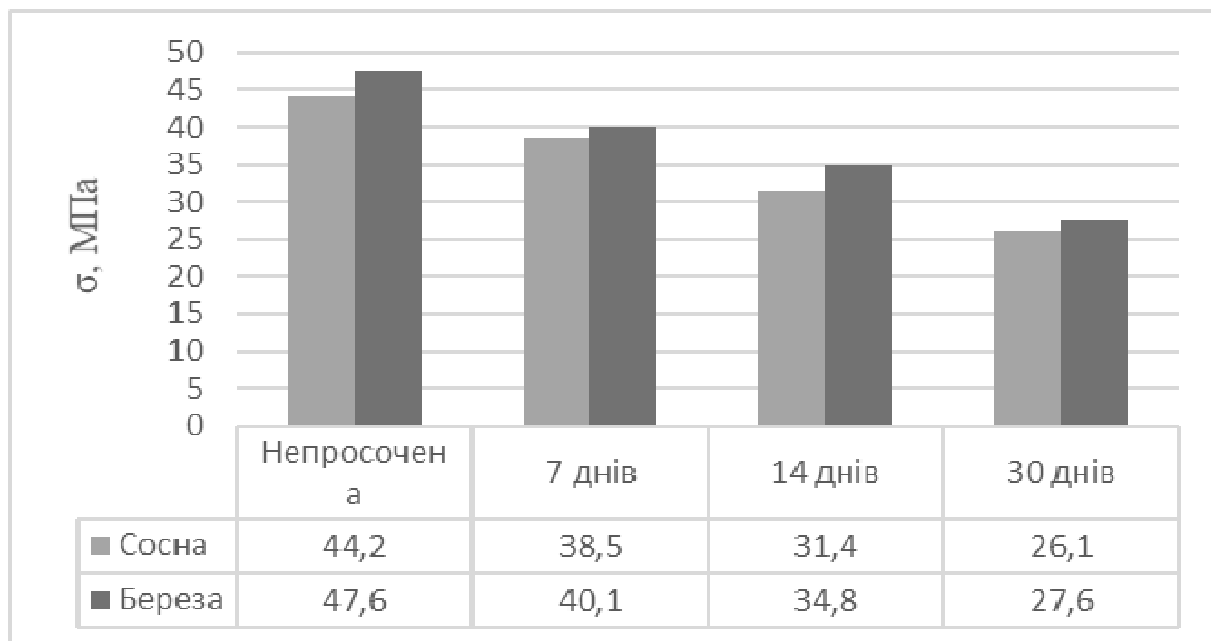


Рис.1. Динаміка зміни граничної міцності деревини сосни та берези під впливом соляної кислоти (15%)

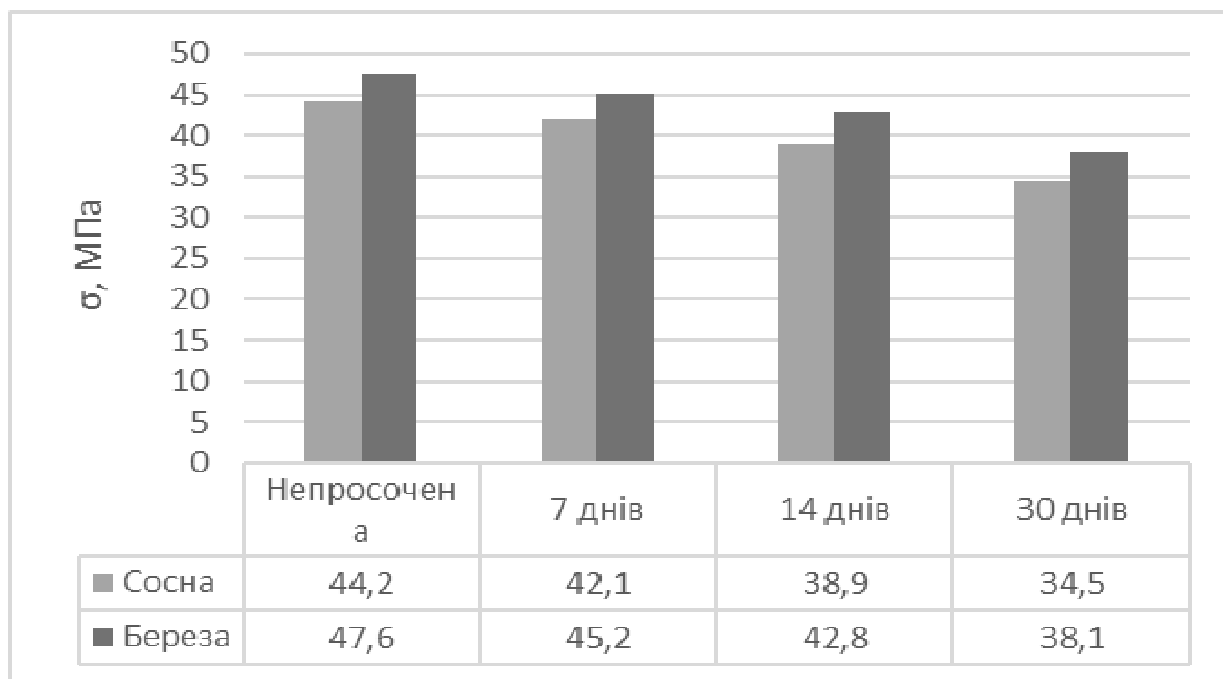


Рис.2. Динаміка зміни граничної міцності деревини сосни та берези під впливом оцтової кислоти (9%)

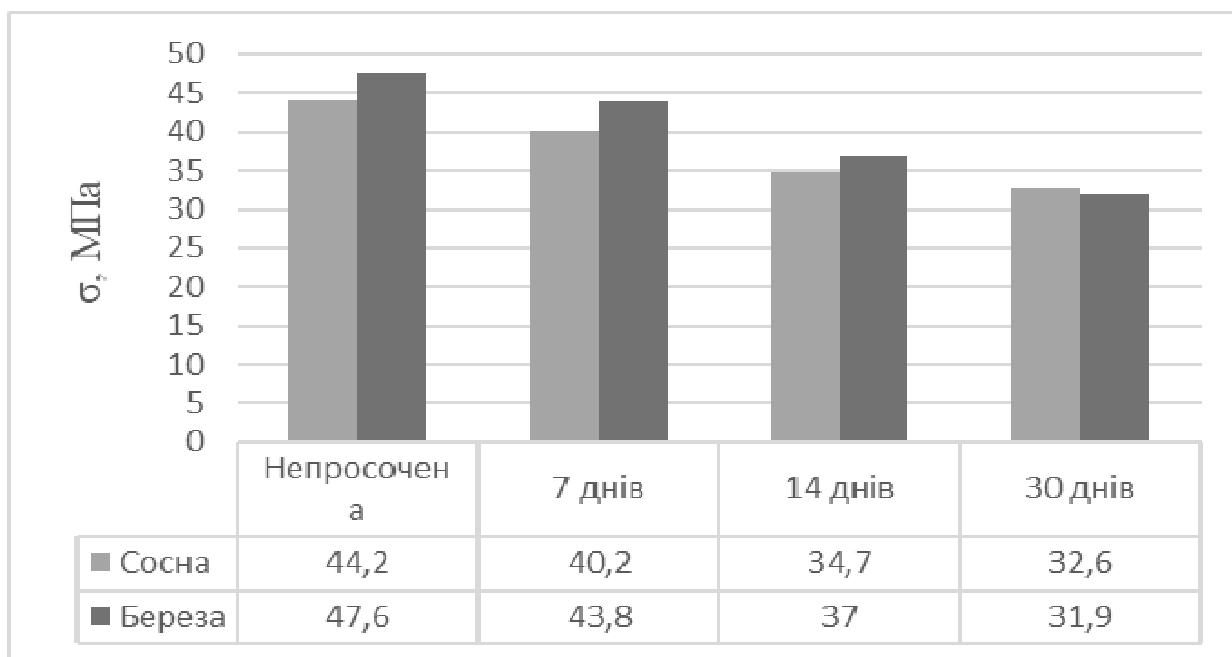


Рис.3. Динаміка зміни граничної міцності деревини сосни та берези під впливом молочної кислоти (40%)

Таблиця 1

Гранична міцність деревини під впливом агресивного середовища

№ з/п	Порода деревини	Максимальні напруження, МПа			
		Просочення, дні			
		Непросочена	7	14	30
Соляна кислота HCl (15%)					
1	Сосна	44,2	38,5	31,4	26,1
2	Береза	47,6	40,1	34,8	27,6
Оцтова кислота CH ₃ COOH (9%)					
1	Сосна	44,2	42,1	41,3	34,5
2	Береза	47,6	45,2	40,8	38,1
Молочна кислота C ₃ H ₆ O ₃ (40%)					
1	Сосна	44,2	40,2	34,7	32,6
2	Береза	47,6	43,8	37,0	31,9

Аналізуючи гістограми (рис.1,2,3) та табл.1 приходимо до висновку, що вплив агресивного середовища значно зменшує міцнісні показники деревини листяних та хвойних порід. Зокрема внаслідок впливу соляної кислоти (15%) за 90 днів гранична міцність призм зменшується до 42,0% в порівнянні з міцністю зразків за стандартної вологості; оцтової – до 21,9%; молочної – до 32,7% (табл.2).

Таблиця 2

Степінь зменшення граничної міцності деревини під впливом агресивного середовища

№ з/п	Порода деревини	Степінь зменшення граничної міцності, $f_{c.o.d.agr.} / f_{c.o.d}$			
		Просочення, дні			
		Непросочена	7	14	30
Соляна кислота HCl (15%)					
1	Сосна	44,2	0,87	0,71	0,59
2	Береза	47,6	0,84	0,73	0,58
Оцтова кислота СНЗСООН (9%)					
1	Сосна	44,2	0,95	0,93	0,78
2	Береза	47,6	0,95	0,85	0,80
Молочна кислота СЗН6О3 (40%)					
1	Сосна	44,2	0,91	0,78	0,74
2	Береза	47,6	0,92	0,77	0,67

Висновки. 1. Розроблено методику експериментальних досліджень суцільної деревини берези та сосни під впливом агресивного середовища на стиск уздовж волокон за короткочасного навантаження за жорсткого режиму випробувань.

2. Вперше проведено експериментальні дослідження суцільної деревини берези та сосни під впливом агресивного середовища на стиск уздовж волокон за короткочасного навантаження за жорсткого режиму випробувань.

3. Отримано нові експериментальні дані про зміну міцності суцільної деревини сосни та берези під впливом агресивного середовища (соляної, оцтової та молочної кислот).

4. Встановлено, що міцнісні показники суцільної деревини сосни та берези зменшуються в залежності від терміну просочення різними агресивними середовищами.

5. Виявлено, що гранична міцність досліджуваних порід деревини за 30 днів просочення різними видами агресивного середовища зменшилась:

- від соляної кислоти (15%) – для деревини берези на 42,0%, сосни – 41,1% ;

- від оцтової кислоти (9%) – для деревини берези на 19,9%, сосни – 22,0%;

- від молочної кислоти (40%) – для деревини берези на 32,7%, сосни – 26,2%. .

1. Хрулев В.М., Машкин Н.А. Повышение химической стойкости древесины. Известие вузов. Лесной журнал, 1983. №6. С. 77-81.

Khrulev V.M., Mashkin N.A. Povysheniye khimicheskoy stoykosti drevesiny. Izvestiye vuzov. Lesnoy zhurnal, 1983. №6. S. 77-81.

2. Машкин Н.А. Атмосферостойкость модифицированной древесины для шахтостроения в условиях Западной Сибири. Известие вузов. Строительство и архитектура. Новосибирск, 1994. №1. С. 46–51.

Mashkin N.A. Atmosferostoykost' modifitsirovannoy drevesiny dlya shakhtostroyeniya v usloviyakh Zapadnoy Sibiri. Izvestiye vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura. Novosibirsk, 1994. №1. S. 46–51.

3. Гринкруг Н.В. Моделирование и расчет элементов деревянных конструкций при химических агрессивных воздействиях: дисс. канд. техн. наук, 05.23.01. Владивосток, 2004. 202 с.

Grinkrug N.V. Modelirovaniye i raschet elementov derevyannykh konstruktсий pri khimicheskikh agressivnykh vozdeystviyakh: diss. kand. tekhn. nauk, 05.23.01. Vladivostok, 2004. 202 s.

4. Ванин С.И., Прикот Н.Г. Влияние кислот и щелочей на физико-механические свойства древесины. Труды ЛТА. Ленинград, 1947. Вып. 61. С. 55-90.

Vanin S.I., Prikot N.G. Vliyaniye kislot i shchelochey na fiziko-mekhanicheskiye svoystva drevesiny. Trudy LTA. Leningrad, 1947. Vyp. 61. S. 55-90.

5. Ясній П.В., Гомон Св.Св. Дослідження січних модулів листяних та хвойних порід деревини з різним показником вологості. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця: ВНТУ, 2020. Вип. 4 (151). С. 125–130.

Yasniy P.V., Homon S.S. Doslidzhennya sichnykh moduliv lystyanykh ta khvoynykh porid derevyny z riznym pokaznykom volohosti. Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu. Vinnytsya: VNTU, 2020. Vyp. 4 (151). S. 125–130.

6. Гомон Св.Св., Савчук В.О., Мельник Ю. А., Верешко О.В. Апроксимація діаграм механічного стану деревини з підвищеним вмістом вологи. Іноваційні процеси в галузі дорожнього будівництва: матеріали IV всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів, м. Луцьк, 30 жовтня 2020 р. Луцьк: ЛНТУ, 2020. URL: <https://sites.google.com/lntu.edu.ua/konf2020ada/tezi>.

Homon Sv.Sv., Savchuk V.O., Mel'nyk YU. A., Vereshko O.V. Aproksymatsiya diahram mekhanichnoho stanu derevyny z pidvyshchenym vmistom volohy. Inovatsiyni protsesy v haluzi dorozhn'oho budivnytstva: materaly IV vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi molodykh uchenykh ta studentiv, m. Luts'k, 30 zhovtnya 2020 r. Luts'k: LNTU, 2020.

7. Ясній П.В., Гомон Св.Св. Експериментальні дослідження суцільної деревини конструкційних розмірів з врахуванням фактора вологості. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Вінниця: ВНТУ, 2020. Том 28. №1. С. 41–48.

Yasniy P.V., Homon S.S. Eksperymental'ni doslidzhennya sutsil'noyi derevyny konstruktсийnykh rozmiriv z vrakhuvannyam faktora volohosti. Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktсийi v budivnytstvi. Vinnytsya: VNTU, 2020. Tom 28. №1. S. 41–48.

8. Гомон Св.Св., Сальчук В.Л., Верешко О.В. Прочностные и деформативные свойства увлажненной древесины. Eurasian scientific congress. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2020. Pp. 136–139. URL: <https://sci-conf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-eurasian-scientific-congress-9-11-avgusta-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>.

Homon Sv.Sv., Sal'chuk V.L., Vereshko O.V. Prochnostnyye i deformativnyye svoystva uvlazhnennoy drevesiny. Eurasian scientific congress. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2020. Pp. 136–139. URL: <https://sci-conf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-eurasian-scientific-congress-9-11-avgusta-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>.

konferentsiya-eurasian-scientific-congress-9-11-avgusta-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/.

9. Ясній П.В., Гомон Св.Св., Дмитрук В.П. Міцність та деформівність деревини модрини з різним показником вологості за жорсткого режиму випробувань. SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference, Kharkiv, 10-12 May 2020. P. 319–322.

Yasniy P.V., Homon Sv.Sv., Dmytruk V.P. Mitsnist' ta deformivnist' derevyny modryny z riznym pokaznykom volohosti za zhorstkoho rezhymu vyprobuvan'. SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference, Kharkiv, 10-12 May 2020. P. 319–322.

10. Eurocode 5. Design of timber structures. Part 1.1. General Rules. General rules and rules for buildings (1995).

11. ANSI/AF&PA NDS. National design specification for wood construction. American Forest and Paper Association. Washington, DC, 2012.

12. ДБН В.2.6-161:2017. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. Київ: Укрархбудінформ, 2017. 111с.

DBN V.2.6-161:2017. Konstruktsiyi budynkiv i sporud. Derev'yani konstruktsiyi. Osnovni polozhennya. Kyuyiv: Ukrarkhbudinform, 2017. 111s.

13. ДСТУ 3129:2015. Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків. Київ: Мінрегіон України, 2016. 9 с.

DSTU 3129:2015. Derevyna. Metody vidboru zrazkiv i zahal'ni vymohy do fizyko-mekhanichnykh vyprobuvan' nevelykykh bezdefektnykh zrazkiv. Kyuyiv: Minrehion Ukrayiny, 2016. 9 s.

14. ДСТУ EN 336–2003. Піломатеріали конструкційні із хвойних порід та тополі. Розміри. Допустимі відхилення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2004. 8 с.

DSTU EN 336–2003. Pylomaterialy konstruktsiyini iz khvoynykh porid ta topoli. Rozmiry. Dopustymi vidkhylennya. Kyuyiv: Minrehionbud Ukrayiny, 2004. 8 s.

15. Гомон Св.Св., Савчук С.М., Верешко О.В., Кулаковський Л.Я. Методика експериментальних досліджень суцільної деревини на стиск уздовж волокон під впливом агресивного середовища. Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 39. С. 57–62.

Homon Sv.Sv., Savchuk S.M., Vereshko O.V., Kulakovs'kyuy L.YA. Metodyka eksperymental'nykh doslidzhen' sutsil'noyi derevyny na stysk uzdovzh volokon pid vplyvom ahresyvnoho seredovyshcha. Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. Rivne: NUVHP, 2021. Vyp. 39. S. 57–62.

16. Homon Sv.Sv., Savchuck V.O., Melnyk Yu.A., Vereshko O.V. Modern testing machines for investigation of wood and timber-based composite materials. Modern technologies and calculation methods in construction. Lutsk, 2020. Vol.14. C. 73-80.