



UDC 539.3

## METHOD OF DETERMINATION THE INITIAL ELASTICITY MODULUS AND TIMBER DEFORMATION MODULUS UNDER THE INFLUENCE OF ACID ENVIRONMENT

Sviatoslav Homon<sup>1</sup>; Svyatoslav S. Gomon<sup>1</sup>; Oleg Vereshko<sup>2</sup>;  
Oleksandr Matviuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

<sup>2</sup>Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

**Summary.** The technique of experimental researches of timber by axial compression along fibers by short-term loading for operation in various acid environments (hydrochloric, acetic and lactic acids) during displacements increase is developed. The results of researches of the initial elasticity modulus and the deformations modulus taking into account the factor of environment aggressiveness are given. It is found that the effect of acids on wood with different impregnation periods significantly reduces the initial elasticity modulus and deformation modulus and depends on the impregnation period.

**Key words:** timber, aggressive environment, stress level, elastic and plastic deformations, initial elasticity modulus, deformations modulus.

[https://doi.org/10.33108/visnyk\\_tntu2022.01.029](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.01.029)

Received 01.02.2022

**Statement of the problem.** In recent years, the consumption of timber by various sectors of the world economy has increased significantly. Timber is used in construction, shipbuilding, mechanical engineering, bridge construction, timber processing, furniture, chemical, mining and many other industries. In many cases, it is exposed to aggressive environments (water, alkaline, acid). It is very important to study this effect on the mechanical properties of hardwood and softwood experimentally and further take into account while designing parts, materials, products, elements, structures for their operation in such environments.

**Analysis of the available researches.** A large number of experimental and theoretical studies have been devoted to the investigation of the basic mechanical properties of solid timber, both at standard 12% and at high humidity (more than 12%) [1, 2, 3, 4]. As a rule, they are concerned with strength indicators. Such experimental investigations are performed mainly on obsolete test machines, which do not allow to establish the true timber operation from the beginning of loading to complete material destruction.

In recent years, new testing machines have appeared, which make it possible to build complete diagrams of material deformation under compression, tension, and bending under different types of loads (in terms of displacement). Under such conditions, timber samples were tested and valid diagrams of material compression along the fibers at standard humidity were obtained [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. We investigated the operation of hardwood and softwood prisms at different humidity, as well as established the basic mechanical properties [12, 13, 14, 15].

In the literature we find very limited number of investigations concerning other aggressive media influence, particularly, acidic and alkaline, on timber behavior. Only in the works by Hrinkrug N. V. [16], Vanina S. I. [17], Sashina M. A. [18] we find such investigations, and only those concerning strength indicators.

Only in paper [16] the definition of the initial modulus of elasticity under the action of various aggressive media is proposed, but, in our opinion, it is imperfect because it is based only on certain investigations and is empirical. It is tested only on pine wood tests. Other species have not been studied.

Therefore, it is still important to investigate the influence of acid environment on the change of the initial elasticity modulus and the deformation modulus of hardwood and softwood with various aggressive environment, including pure and acid. And also the development of the technique which makes it possible to define completely such sizes for any wood species at various aggressive environments.

**Statement of the problem.** The objective of this paper is to develop the method for determining the initial elasticity modulus and deformation modulus of hardwood and softwood under the influence of various acid environment (hydrochloric, acetic and lactic acids).

**Methods of experimental research.** For experimental investigations, the samples were made in the form of prisms with cross-section of 30x30x120 mm of the 1st grade of solid wood of different species [19]. Birch and pine wood were selected for natural tests. These tree species are grown in the forests of Volyn region. Their age is about 60 years.

The samples were made according to current standards [20, 21]. After cutting of the selected trees, their boles were transported to carpentry shops and cut into beams, from which the samples for investigations were made.

Timber which was tested before impregnation with various liquids had the standard 12% humidity. Timber samples were dried in special drying chambers up to the given humidity. The timber humidity was controlled using MD-814 moisture meter. Samples were cut from previously prepared long bars. Impregnation of test samples was performed by the following acids: hydrochloric (15%), lactic (40%), acetic (9%). Timber was impregnated naturally without additional stimulation for 7, 14 and 30 days, respectively.

Penetration of liquids into the samples thickness was performed in the vessel in horizontal position with complete immersion into various solutions. At the same time the access of each solution to all parties of prisms was provided.

The scope of experimental investigations and samples labeling is given in [19].

The total number of tested prisms was 78 pieces.

Experimental investigations were carried out on the servo-hydraulic testing machine STM-100 with automated control and data recording system [19, 22] under the rigid mode of application of loads.

The rate of prisms deformation was 1.5 mm / min

Experimental investigations were carried out with single short-term compressive load along the fibers at 18–20°C temperature. The tests were performed with the control of the test machine plate displacement. Prisms with cross section 30x30x120 mm ±1mm and without visible defects were tested. If the manufactured samples did not meet these parameters in size or timber structure, they were rejected.

**Research results and their discussion.** Based on the carried out experimental investigations, complete diagrams of deformation «stress  $\sigma$  – longitudinal deformation  $u$ » of birch and pine timber from the beginning of loading up to complete destruction under the influence of various acid environments were constructed [23]. In these diagrams we always observe two sections: ascending and descending. This indicates that timber operates not only to the point of maximum stress, but also has a certain residual (supercritical) strength after passing this point.

The destruction of the birch timber sample under the action of lactic acid with impregnation period of 30 days is shown in Fig. 1.



**Figure 1.** Destruction of the birch timber sample under the action of lactic acid with impregnation period of 30 days

Carried out experimental-theoretical investigations show that under the nonlinear «stress-strain» ( $\sigma_{agr} - u_{agr}$ ) the «deformation-stress modulus» dependence ( $E'_{agr} - \sigma_{agr}$ ) under compression along wood fibers under the action of different acidic environment can be assumed to be linear in the form of [24].

$$E'_{agr} = \frac{\sigma_{agr}}{u_{agr}} = E_{agr_0} \pm \frac{E_{agr_0} - E_{f_{c,0,d,agr}}}{f_{c,0,d,agr}} \cdot \sigma_{agr} = E_{agr_0} (1 \pm \lambda_{f_{c,0,d,agr}} \eta), \quad (1)$$

where  $\lambda_{f_{c,0,d,agr}} = \frac{u_{pl,d}}{u_{l,d}}$  is the coefficient of timber plasticity along the fibers, which are determined

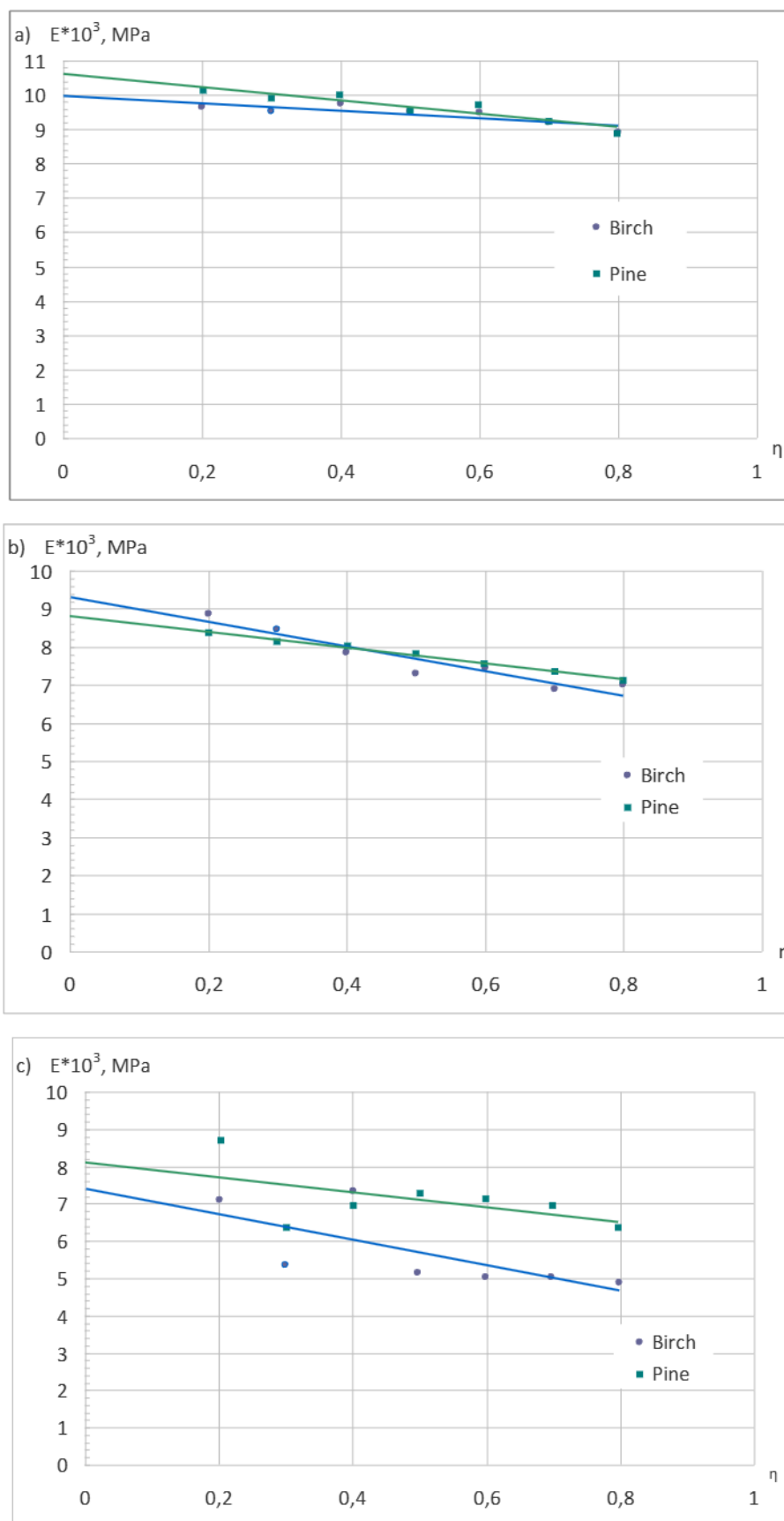
by statistical processing of experimental data by least squares methods;

$u_{pl,d}$  are plastic deformations of timber along the fibers under the action of aggressive environment;

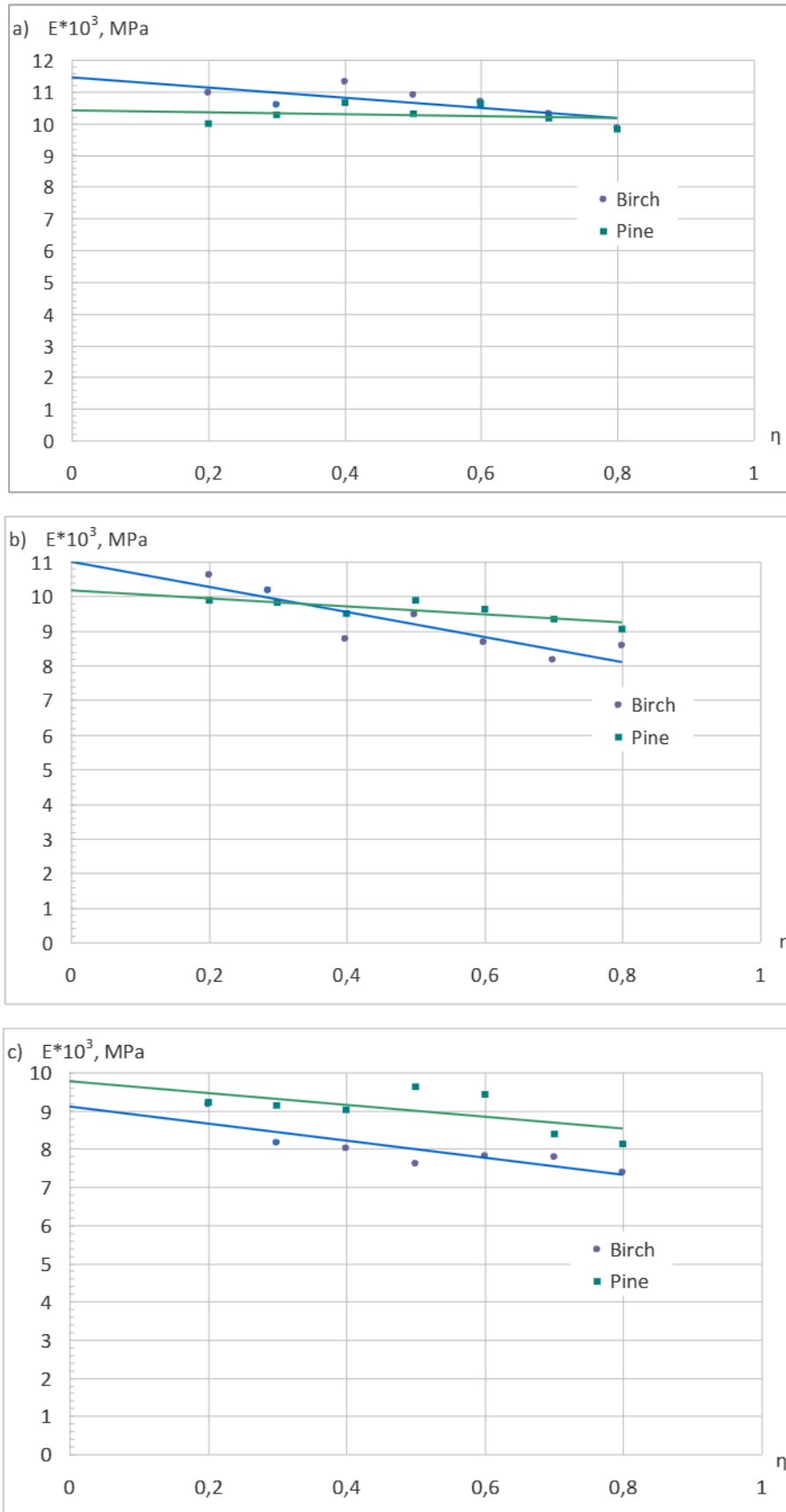
$u_{l,d}$  are elastic deformations of timber along the fibers under the action of aggressive environment;

$\eta = \frac{\sigma_{agr}}{f_{c,0,d,agr}}$  is the level of stresses in timber under the action of aggressive environment.

Experimental and statistical investigations of the stress-strain state of birch and pine timber prisms under the action of acid environments with high reliability confirmed the existence of linear correlations between the deformation modulus of longitudinal relative deformations and stress levels (Fig. 2, 3, 4).



**Figure 2.** Diagrams « $E'-\eta$ » of birch and pine under the action of hydrochloric acid for the period of impregnation: a) 7 days; b) 14 days; c) 30 days



**Figure 3.** Diagrams « $E'-\eta$ » of birch and pine under the action of acetic acid for the period of impregnation: a) 7 days; b) 14 days; c) 30 days

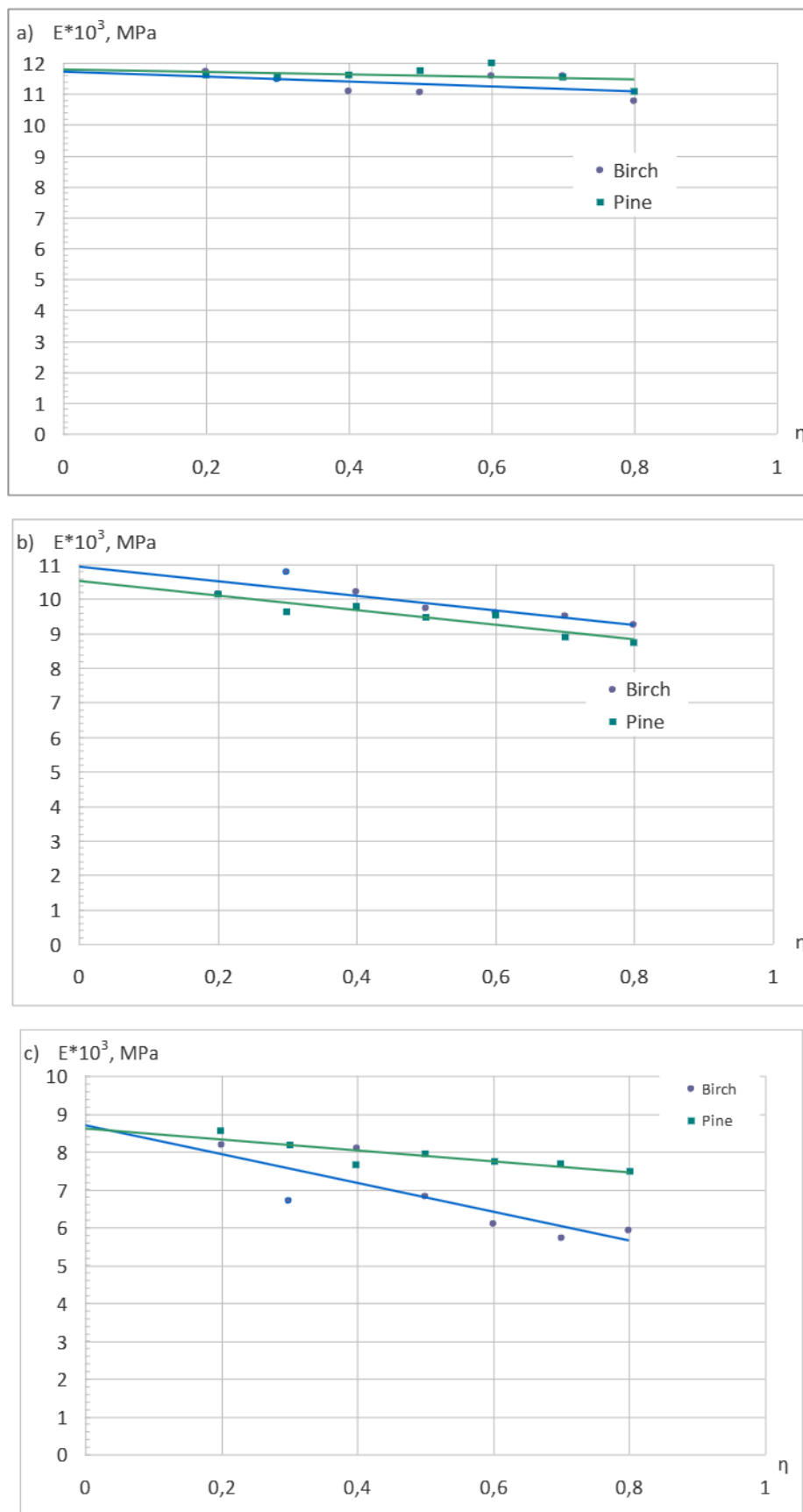


Figure 4. Diagrams « $E' - \eta$ » of birch and pine under the action of lactic acid for the period of impregnation: a) 7 days; b) 14 days; c) 30 days

The obtained initial modulus of elasticity of birch and pine timber with different duration of impregnation of acid environment are given in Table 1.

**Table 1**

The initial modulus of elasticity of timber under the influence of acid environment

No	Timber species	Initial modulus of elasticity $E_o$ , MPa			
		Impregnation, days			
		Impermeable	7	14	30
Hydrochloric acid HCl (15%)					
1	Birch	12300	10000	9300	7400
2	Pine	12900	10600	8800	8100
Acetic acid CH <sub>3</sub> COOH (9%)					
1	Birch	12300	11500	11000	9100
2	Pine	12900	10400	10200	9700
Lactic acid C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> (40%)					
1	Birch	12300	11700	11000	8700
2	Pine	12900	11800	10500	8600

Table 2 shows the change in the initial modulus of elasticity of birch and pine timber under the action of various aggressive environments in comparison with timber, which is tested at standard 12% humidity.

**Table 2**

The degree of reduction of the initial elasticity modulus of timber under the influence of aggressive environments

No	Timber species	The degree of reduction of the initial elasticity modulus, $E_{o,agr} / E_o$			
		Impregnation, days			
		Impermeable	7	14	30
Hydrochloric acid HCl (15%)					
1	Birch	12300	0.81	0.76	0.60
2	Pine	12900	0.82	0.68	0.63
Acetic acid CH <sub>3</sub> COOH (9%)					
1	Birch	12300	0.94	0.89	0.74
2	Pine	12900	0.81	0.79	0.75
Lactic acid C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> (40%)					
1	Birch	12300	0.95	0.89	0.71
2	Pine	12900	0.92	0.82	0.67

Having analyzed the test results, we conclude that the impact of aggressive acid environment significantly reduces the initial elasticity modulus of hardwood and softwood. In particular, due to the influence of hydrochloric acid (15%) for 30 days, the initial elasticity modulus of prisms is reduced to 39.8% compared to the samples tested at standard humidity; acetic – up to 26.0%; lactic – up to 33.3% (Table 2).

**Conclusions.** 1. The method of experimental researches of solid birch and pine timber under the influence of aggressive environment on compression along fibers at short-term

loading at rigid test mode is developed. 2. Experimental investigations of solid birch and pine timber under the influence of aggressive environment on compression along the fibers under short-term load at rigid test mode are carried out. 3. New experimental data about the change of initial elasticity modulus and deformation modulus of birch and pine timber under the influence of aggressive environment (hydrochloric, acetic and lactic acids) are obtained.

4. It is determined that the initial elasticity modulus of birch and pine timber decreases depending on the period of impregnation by various aggressive acid media.

5. It is found that the initial elasticity modulus of the investigated timber species for 30 days of impregnation with different types of aggressive environment has decreased:

- from hydrochloric acid (15%) – for birch timber by 39.8%, pine – 37.2%;
- from acetic acid (9%) – for birch timber by 26.0%, pine – 24.8%;
- from lactic acid (40%) – for birch timber by 29.3%, pine – 33.3%.

## References

1. Madsen B. Recommended moisture adjustment factor for lumber stresses. *Can. J. Civil Engineering*. 1982. Vol. 9. No. 4. P. 602–610. DOI: <https://doi.org/10.1139/l82-070>
2. Mårtensson A. Mechanical behavior of wood exposed to humidity variations. Thesis, Report TVBK-1006, Lund Institute of Technology, Dept. Struct. Eng., Sweden, 1992. 189 p.
3. Boyko M. D. Vliyaniye temperaturno-vlazhnostnogo sostoyaniya drevesiny na yeye prochnost'. M.: Gos. izd-vo literatury po stroitel'stvu i arkhitekture, 1952. 96 p. [In Russian].
4. Borovikov A. M. Vliyaniye temperatury i vlazhnosti na uprugost', vyazkost' i plastichnost' drevesiny: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.21.05. Voronezh, 1970. 310 p. [In Russian].
5. Tuturin S. V. Mekhanicheskaya prochnost' drevesiny: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 01.02.04. Moskva, 2005. 318 p. [In Russian].
6. Varenik K. A. Raschet tsentral'no-szhatikh derevyannykh elementov s uchetom polzuchesti: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.01. Novgorod Velikiy: NGU im. Yaroslava Mudrogo, 2015. 167 p. [In Russian].
7. Da Silva A., Kyriakides S. Compressive response and failure of balsa wood. *International Journal of Solids and Structures*. Volume 44. Issues 25–26. P. 8685–8717. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijstr.2007.07.003>
8. Zhou A., Bian Y., Shen Y., Huang D., Zhou M. Inelastic bending performances of laminated bamboo beams: experimental investigation and analytical study. *Bio Resources*, 2018. 13 (1). P. 131–146. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.13.1.131-146>
9. Homon S. S., Gomon P. S. Pobudova diysnykh diahram mekhanichnoho stanu derevyny “ $\sigma$ - $u$ ” sutsil'noho pererizu yalyny ta berezy za zhorstkoho rezhymu vyprobuvan'. *Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy*. Zb. nauk. prats'. Rivne: Vyd-vo NUVHP, 2020. Vyp. 38. P. 321–330. [In Ukrainian].
10. Homon S., Gomon P., Karavan V. Eksperymental'ni doslidzhennya khvoynykh ta lystyanykh porid derevyny odnorazovym korotkochasnym navantazhenniam na stysk uzdozh volokon za zhorstkoho rezhymu vyprobuvan'. *Visnyk L'viv's'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Arkhitektura ta sil's'kohospodars'ke budivnytstvo*. L'viv: LNAU, 2020. No. 21. P. 34–40. [In Ukrainian].
11. Yasniy P., Homon S., Gomon P. On approximation of mechanical condition diagrams of coniferous and deciduous wood species on compression along the fibers. *Scientific Journal of Ternopil National Technical University*. Ternopil: TNTU. 2020. Vol. 97. No. 1. P. 57–64. DOI: [https://doi.org/10.33108/visnyk\\_tntu2020.01.057](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.01.057)
12. Yasniy P. V., Homon S. S. Eksperymental'ni doslidzhennya sutsil'noyi derevyny konstruktsiynykh rozmiriv z vrakhuvanniam faktora volohosti. *Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi*. Vinnytsya: VNTU, 2020. Tom 28. No. 1. P. 41–48. [In Ukrainian].
13. 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. P. 136–139. URL: <https://sci-conf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-eurasian-scientific-congress-9-11-avgusta-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>. [In Russian].
14. 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. [In Ukrainian].
15. Yasniy P. V., Homon Sv. Sv. Dynamika zminy krytychnykh deformatsiy derevyny z riznym pokaznykom volohosti. *Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy*. Rivne: NUVHP, 2021. Vyp. 40. P. 234–241. [In Ukrainian].

16. Grinkrug N. V. Modelirovaniye i raschet elementov derevyannykh konstruksiy pri khimicheskikh agressivnykh vozdeystviyakh: diss. ... kand. tekhn. nauk, 05.23.01. Vladivostok, 2004. 202 p. [In Russian].
17. Vanin S. I., Prikot N. G. Vliyaniye kislot i shchelochey na fiziko-mekhanicheskiye svoystva drevesiny. Trudy LTA. Leningrad, 1947. Vyp. 61. P. 55–90. [In Russian].
18. Sashin M. A. Prognozirovaniye i povysheniye dolgovechnosti i dlitel'noy prochnosti drevesiny v stroitel'nykh izdeliyakh i konstruksiyakh: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.05. Tambov, 2006. 182 p. [In Russian].
19. Homon Sv. Sv., Savchuk S. M., Vereshko O. V., Kulakovs'kyi L. YA. Metodyka eksperymental'nykh doslidzhen' sutsil'noyi derevyny na stysk uzdovzh volokon pid vplyvom ahresyvnoho seredovyshcha. Resursoekonomni materialy, konstruksiyi, budivli ta sporudy. Rivne: NUVHP, 2021. Vyp. 39. P. 57–62. [In Ukrainian].
20. DSTU 3129:2015. Derevyna. Metody vidboru zrazkiv i zahal'ni vymohy do fizyko-mekhanichnykh vyprovuban' nevelykykh bezdefektnykh zrazkiv. Kyiv: Minrehion Ukrayiny, 2016. 9 p. [In Ukrainian].
21. DSTU EN 336–2003. Pylomaterialy konstruksiyini iz khvoynykh porid ta topoli. Rozmiry. Dopustymy vidkhylenya. Kyiv: Minrehionbud Ukrayiny, 2004. 8 p. [In Ukrainian].
22. Homon Sv. Sv., Savchuk 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. P. 73–80. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4\(14\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4(14)-08)
23. Homon Sv. Sv., Matviyuk O. V., Dovbenko T. O., Savchuk S. M., Vereshko O. V., Kulakovs'kyi L. YA. Doslidzhennya mitsnisnykh pokaznykiv derevyny pid vplyvom ahresyvnoho seredovyshcha. Resursoekonomni materialy, konstruksiyi, budivli ta sporudy. Rivne: NUVHP, 2021. Vyp. 40. P. 10–17. [In Ukrainian].
24. Makarenko L. P., Fenko G. A. Prakticheskiy sposob opredeleniya modulya uprugosti i uprugoplasticheskikh kharakteristik betona pri szhatii. Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura. 1970. No. 10. P. 141–147. [in Russian].

#### Список використаної літератури

1. Madsen B. Recommended moisture adjustment factor for lumber stresses. Can. J. Civil Engineering. 1982. Vol. 9. No. 4. P. 602–610. DOI: <https://doi.org/10.1139/182-070>
2. Mårtensson A. Mechanical behavior of wood exposed to humidity variations. Thesis, Report TVBK-1006, Lund Institute of Technology, Dept. Struct. Eng., Sweden, 1992. 189 p.
3. Бойко М. Д. Влияние температурно-влажностного состояния древесины на ее прочность. М.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1952. 96 с.
4. Боровиков А. М. Влияние температуры и влажности на упругость, вязкость и пластичность древесины: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. Воронеж, 1970. 310 с.
5. Тутурин С. В. Механическая прочность древесины: дис. ... докт. техн. наук: 01.02.04. Москва, 2005. 318 с.
6. Вареник К. А. Расчет центрально-сжатых деревянных элементов с учетом ползучести: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. Новгород Великий: НГУ им. Ярослава Мудрого, 2015. 167 с.
7. Da Silva A, Kyriakides S. Compressive response and failure of balsa wood. International Journal of Solids and Structures. Volume 44. Issues 25–26. P. 8685–8717. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2007.07.003>
8. Zhou A., Bian Y., Shen Y., Huang D., Zhou M. Inelastic bending performances of laminated bamboo beams: experimental investigation and analytical study. Bio Resources, 2018. 13 (1). P. 131–146. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.13.1.131-146>
9. Гомон С. С., Гомон П. С. Побудова дійсних діаграм механічного стану деревини « $\sigma$ - $u$ » суцільного перерізу ялини та берези за жорсткого режиму випробувань. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць. Рівне: НУВГП, 2020. Вип. 38. С. 321–330.
10. Гомон С., Гомон П., Караван В. Експериментальні дослідження хвойних та листяних порід деревини одноразовим короткочасним навантаженням на стиск уздовж волокон за жорсткого режиму випробувань. Вісник Львівського національного аграрного університету. Архітектура та сільськогосподарське будівництво. 2020. № 21. С. 34–40.
11. Yasniy P., Homon S., Gomon P. On approximation of mechanical condition diagrams of coniferous and deciduous wood species on compression along the fibers. Scientific Journal of Ternopil National Technical University. Ternopil: TNTU, 2020. Vol. 97. No. 1. P. 57–64. DOI: [https://doi.org/10.33108/visnyk\\_tntu2020.01.057](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.01.057)
12. 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.
13. 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. P. 136–139. URL: <https://sci-conf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-eurasian-scientific-congress-9-11-avgusta-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>.
14. Ясній П. В., Гомон Св. Св., Дмитрук В. П. Міцність та деформівність деревини модрина 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.
  15. Ясній П. В., Гомон Св. Св. Динаміка зміни критичних деформацій деревини з різним показником вологості. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 40. С. 234–241.
  16. Гринкруг Н. В. Моделирование и расчет элементов деревянных конструкций при химических агрессивных воздействиях: дисс. канд. техн. наук, 05.23.01. Владивосток, 2004. 202 с.
  17. Ванін С. И., Прикот Н. Г. Влияние кислот и щелочей на физико-механические свойства древесины. Труды ЛТА. Ленинград, 1947. Вып. 61. С. 55–90.
  18. Сашин М. А. Прогнозирование и повышение долговечности и длительной прочности древесины в строительных изделиях и конструкциях: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Тамбов, 2006. 182 с.
  19. 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. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 39. С. 57–62.
  20. ДСТУ 3129:2015. Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків. Київ: Мінрегіон України, 2016. 9 с.
  21. ДСТУ EN 336–2003. Пиломатеріали конструкційні із хвойних порід та тополі. Розміри. Допустимі відхилення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2004. 8 с.
  22. Gomon Sv. Sv., Savchuk 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. P. 73–80. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4\(14\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4(14)-08)
  23. Гомон Св. Св., Матвіюк О. В., Довбенко Т. О., Савчук С. М., Верешко О. В., Кулаковський Л. Я. Дослідження міцнісних показників деревини під впливом агресивного середовища. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 40. С. 10–17.
  24. Макаренко Л. П., Фенко Г.А. Практический способ определения модуля упругости и упруго-пластических характеристик бетона при сжатии. Известия вузов. Строительство и архитектура. 1970. № 10. С. 141–147.

УДК 539.3

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОГО МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ТА МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦІЙ ДЕРЕВИНИ ПІД ВПЛИВОМ КИСЛОТНОГО СЕРЕДОВИЩА

Святослав Гомон<sup>1</sup>; Святослав Ст. Гомон<sup>1</sup>; Олег Верешко<sup>2</sup>;  
Олександр Матвіюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

<sup>2</sup>Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

**Резюме.** Проведено детальний аналіз роботи суцільної деревини листяних та хвойних порід за м'якого та жорсткого режиму навантажень вітчизняними та закордонними вченими як за стандартної вологості, так і за підвищеної. Проаналізовано літературу за роботи деревини в різних агресивних середовищах. Встановлено, що в літературних джерелах наводяться тільки показники міцності деревини під дією різних кислотних та лужних середовищ. Відсутні інші механічні характеристики, в тому числі початковий модуль пружності та модуль деформації. Розроблено методику експериментальних досліджень деревини листяних порід (берези) та хвойних порід (сосни) осьовим стиском уздовж волокон короткочасним навантаженням за роботи в різних кислотних середовищах (соляній, оцтовій та молочній

кислотах) за приростом переміщень. Проведено експериментальні дослідження суцільної деревини берези та сосни під впливом різних агресивних кислотних середовищ на стиск уздовж волокон за короткочасного навантаження за жорсткого режиму випробувань. Отримано нові експериментальні дані про зміну початкового модуля пружності та модуля деформації деревини берези та сосни під впливом агресивного середовища (соляної, оцтової та молочної кислот) за різного терміну просочення. Встановлено, що початковий модуль пружності деревини берези та сосни зменшуються залежно від терміну просочення різними агресивними кислотними середовищами. Виявлено, що початковий модуль пружності досліджуваних порід деревини за 30 днів просочення різними видами агресивного середовища зменшилась:

- від соляної кислоти (15%) – для деревини берези на 39,8%, сосни – 37,2%;
- від оцтової кислоти (9%) – для деревини берези на 26,0%, сосни – 24,8%;
- від молочної кислоти (40%) – для деревини берези на 29,3%, сосни – 33,3%.

**Ключові слова:** деревина, агресивне середовище, рівень напружень, пружні та пластичні деформації, початковий модуль пружності, модуль деформації.

[https://doi.org/10.33108/visnyk\\_tntu2022.01.029](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.01.029)

Отримано 01.02.2022