

MODERN TESTING MACHINES FOR INVESTIGATION OF WOOD AND TIMBER-BASED COMPOSITE MATERIALS

СУЧАСНІ ВИПРОБУВАЛЬНІ МАШИНИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЇЇ ОСНОВІ

Gomon S.S., Ph.D., associate professor, Savchuck V.O., student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Melnyk Yu.A., Ph.D., associate professor, Vereshko O.V., senior lecturer (Lutsk National Technical University, Lutsk)

Гомон С.С., к.т.н., доц., Савчук В.О., студентка 4 курсу (Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне), Мельник Ю.А., к.т.н., доц., Верешко О.В., ст. викл. (Луцький національний технічний університет, Луцьк)

A detailed analysis of test machines and presses operating in both soft (increasing loads) and hard test mode (displacement increase) has been performed. The results of tests of deciduous, coniferous and tropical timber species on modern test machines of foreign production under a strict test regime were analyzed. The results of tests of timber and concrete on advanced presses of old production with the help of additional equipment are also given and analyzed. With the help of such equipment it is possible to build a "stress-strain" diagram completely on the ascending branch and partially on the descending branch. And also allows you to more widely establish the strength and deformation properties of concrete and timber. It was found that the influence of age on the main strength and deformation parameters has not been studied. In recent decades, testing machines and presses have begun to appear, which allow to investigate these or those materials from the beginning of loading and to its full destruction. That is, to analyze the work of different materials (metal, timber, concrete, etc.) on the ascending and descending branches, and in particular in the so-called supercritical stage of work.

At the end of the 20th century, scientists developed electromechanical and servo-hydraulic universal testing machines, which make it possible to test samples from the beginning of loading until complete destruction (rigid test mode for incremental displacements), while fixing all the necessary strength and deformation indicators on the ascending and descending branches of the diagram "stress - strain", setting the necessary modes and loading speeds. Measuring instruments determine the forces and deformations at different stages of testing and transmit the measurement results to the recording device or means of information accumulation. The characteristics of modern testing machines, in particular electromechanical and servo-hydraulic, are given: WDW (Time Group Inc.), INSTRON (USA), REM (Russia), LFM (Switzerland).

The possibilities of the STM-100 servo-hydraulic testing machine for the study of timber and composite materials based on it are described in detail..

Проведено детальний аналіз випробувальних машин та пресів, які працюють, як за м'якого (за приростом навантаження), так і за жорсткого режиму випробувань (за приростом переміщень). Проаналізовано результати випробувань листяних, хвойних та тропічних порід деревини на сучасних випробувальних машинах закордонного виробництва за жорсткого режиму випробувань. Також наведено та проаналізовано результати випробувань деревини та бетону на удосконалених пресах старого виробництва за допомогою додаткового обладнання. За допомогою такого обладнання можливо побудувати діаграму «напруження-деформації» повністю на висхідній вітці та частково на спадній вітці. А також дозволяє більш ширше встановити міцнісні та деформівні властивості бетону та деревини. Виявлено, що вплив віку на основні міцнісні та деформативні параметри практично не вивчався. В останні десятиліття почали з'являтися випробувальні машини та преси, які дозволяють досліджувати ті чи інші матеріали від початку завантаження і до його повного руйнування. Тобто аналізувати роботу різних матеріалів (металу, деревини, бетону та ін.) на висхідній та спадній вітках, і зокрема в так званій закритичній стадії роботи.

В кінці 20 ст. вчені розробили електромеханічні та сервогидравлічні універсальні випробувальні машини, які дають змогу випробовувати зразки від початку завантаження і до повного руйнування (жорсткий режим випробувань за приростом переміщень), при цьому фіксуючи всі необхідні міцнісні та деформівні показники на висхідній та спадній вітках діаграми «напруження – деформації», встановлюючи при цьому необхідні режими та швидкості завантаження. Вимірювальні прилади визначають зусилля і деформації на різних стадіях випробувань і передають результати вимірювань на пристрої реєстрації чи засоби накопичення інформації.

Наведено характеристики сучасних випробувальних машин, зокрема електромеханічні та сервогидравлічні: WDW (Time Group Inc. рис), INSTRON (США), РЭМ (Росія), LFM (Швейцарія).

Детально описано можливості сервогидравлічної випробувальної машини СТМ-100 для дослідження деревини та композиційних матеріалів на її основі.

Keywords: solid timber, strength, deformability, age of timber, complete deformation diagrams, hard load mode.

Ключові слова: деревина, випробувальні машини, повні діаграми деформування, жорсткий режим навантаження, міцність, деформівність.

Introduction. Until recently, presses and machines used to test samples of different materials under compression, tension, bending and other influences operated under the so-called soft test mode (increasing loads).[1]. They did not allow to fully determine the stress-strain state of the same or another sample. That is, such equipment made it possible to construct a "stress-strain" diagram up to a certain point in the ascending branch. With the help of such test machines it is impossible to determine the critical deformations of the samples,

not to mention the work in the supercritical stage (on the descending branch). We could only set the maximum stress of a material.

The work of such test machines and equipment has been improved by certain scientists [2,3] with the help of additional equipment, which allowed to establish more widely the strength and deformation properties of concrete and timber entirely on the ascending branch and partly on the descending branch.

Analysis of known studies. In recent decades, testing machines and presses have begun to appear, which allow to investigate various materials from the beginning of loading and to its full destruction. That is to analyze the work of different materials (metal, timber, concrete, etc.) on the ascending and descending branches [4,5,6,7,8], and in particular in the so-called supercritical stage of work.

The purpose of research. The purpose of this article is to analyze modern testing machines, which allow to test timber and composite materials on its basis under hard test mode.

Presenting main material. Due to the rapid scientific and technological progress in the late 20th century, scientists developed electromechanical and servo-hydraulic universal testing machines, which make it possible to test samples from the beginning of loading until complete destruction (rigid test mode for incremental displacements), while fixing all the necessary strength and deformation indicators on the ascending and descending branches of the diagram "stress - strain", setting the necessary modes and loading speeds. . Measuring instruments determine the forces and deformations at different stages of testing and transmit the measurement results to the recording device or means of information accumulation.

Here are the characteristics of some of these modern testing machines and their capabilities. Most of them are foreign-made. These include electromechanical and servo-hydraulic test machines of various configurations: WDW (Time Group Inc.) (Fig. 1), INSTRON (USA) (Fig. 2), REM (Russia) (Fig. 3), LFM (Switzerland) (Fig. 4).



Fig. 1. Electromechanical test bursting machine WDW-200E

This test equipment allows you to examine a variety of materials, including heavy-duty, on compression, stretching, bending and other types of loads according to current world standards (ISO, ASTM, DIN, EN, DSTU, GOST) for industries such as construction, shipbuilding and mechanical engineering, metallurgy, mining and furniture industries and many others.



Fig. 2. Universal testing machines INSTRON series 5980

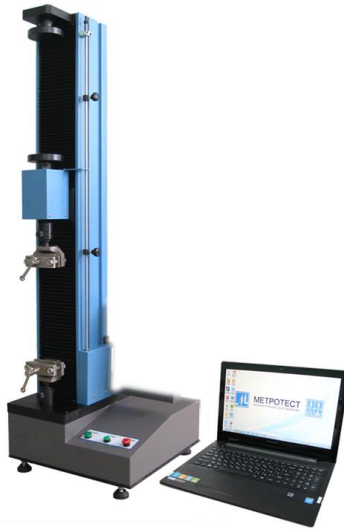


Fig. 3. Bursting test electromechanical machine type REM-M.



Fig. 4. Test machine LFM-600

The sample testing process is controlled by a computer with the appropriate software. These machines include automatic operation, programming of test parameters, determination of current and maximum values

of mechanical properties of materials, mathematical calculation of characteristics, visualization of information on the monitor, formation of test reports and diagrams in electronic and printed form.

Modern test machines are characterized by a long traverse stroke and a wide range of test speeds, and most of them are equipped with interchangeable grippers and equipment that provides a wide range of tasks. This new generation test equipment allows testing of materials up to 60 tons.

We will test our samples of timber and composite materials based on them on the universal modern servo-hydraulic testing machine STM-100.

Machine is characterized by the long traverse stroke and a wide range of test speeds. At an individual complete set of the machine with replaceable captures and equipment it provides the decision of a wide range of problems of quality control in the industry. (Fig.5).

The test process is controlled from a computer.

Protection against overloads and the most common operator errors are embedded in the software. To protect the functional units of the test machine, the frame is equipped with traverse stroke limiters and an emergency stop button.

The program toolkit contains a standard library of test methods according to regulatory documentation. By prior agreement with the customer, it is possible to expand the standard library with the necessary standards or install an additional software module that provides the ability to independently supplement the standard library.

Technical characteristics of the STM-100 test machine are given in table 1.

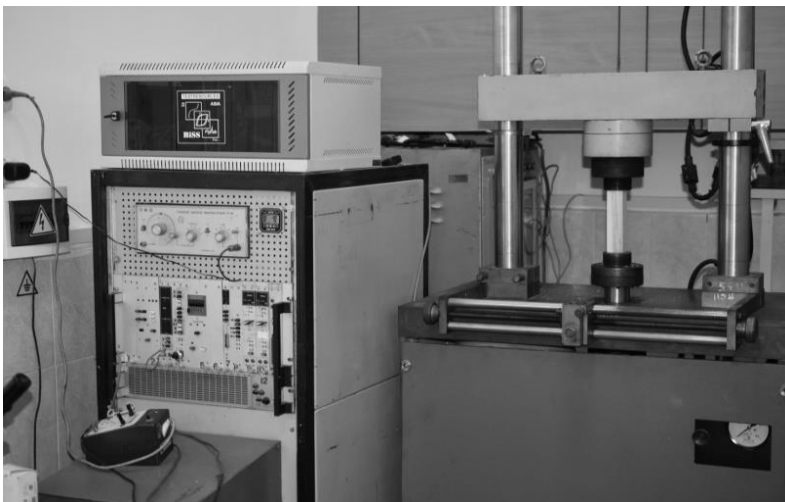


Fig.5. Servo-hydraulic testing machine STM-100

Table 1

Technical characteristics of the STM-100 test machine

Maximum load, kN	100
Strain gauge accuracy class	0,5
Measurement range	from 400N to 100 kN
Traverse movement accuracy, microns	0,015
Repeatability of movement, microns	1
Deformation measurement range, %	2-100
Accuracy of deformation measurement, %	±0,2
Range of speed of movement of a traverse, mm / min	0,0005...1000
Maximum tensile movement of the traverse, mm	600
Maximum movement of a traverse on compression, mm	600
Sampling frequency, kHz	1
Bit rate of digital converters, bits	24
Strain gauges, nominal force, kN	100
Clamps	wedge type
Overall dimensions, mm	1010×750×2210
Weight of the test machine, kg	1100
Supply voltage, V	380

Therefore, the STM-100 test machine has a wide range of measurements and is suitable for the study of timber-based materials.

Conclusions.

- 1) test machines of old and new models are analyzed;
- 2) It has been proven that modern testing machines and presses have a number of significant advantages;
- 3) the possibilities of the STM-100 servo-hydraulic testing machine are described in detail.

References

1. Ivanov Yu.M. To the question of the study of the destruction of timber by compression along the fibers. Proceedings of the Forest Institute of the USSR Academy of Sciences. 1953. T. IX. Pp. 88-92.
2. Bambura A.M. Eksperymental'ni osnovy prykladnoyi deformatsiynoyi teorii y zalizobetonu: dys. ... dokt. tekhn. nauk : 05.23.01. Kyiv, 2005. 382 s.
3. Gomon S.S. Napruzhenno-deformovanyy stan ta rozrakhunok za deformatsiynoyu metodykoyu elementiv z derevyny za odnorazovykh ta povtornykh navantazhennyakh: monohrafiya. Rivne: Volyns'ki oberehy, 2019. 286 s.
4. Gomon S.S., Gomon P.S. Pobudova diysnykh diaqram mekhanichnoho stanu derevyny « σ - 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. S. 321-330.

5. Zhou A., Bian Y., Shen Y., Huang D., Zhou M. Inelastic bending performances of laminated bamboo beams: experimental investigation and analytical study. *BioResources*, 2018. 13(1). P. 131-146.

6. Tuturin S.V. Mekhanicheskaya prochnost' drevesiny: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 01.02.04. – Moskva, 2005. 318s.

7. 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 s.

8. Da Silva A, Kyrakides S.. Compressive response and failure of balsa timber. *International Journal of Solids and Structures*. Volume 44. Issues 25–26. P. 8685-8717.

Список використаної літератури

1. Иванов Ю.М. К вопросу исследования разрушение древесины при сжатии вдоль волокон. Труды института леса АН СССР. 1953. Т. IX. С. 88-92.

2. Бамбура А.М. Експериментальні основи прикладної деформаційної теорії залізобетону: дис. ... докт. техн. наук : 05.23.01. Київ, 2005. 382 с.

3. Гомон С.С. Напружено-деформований стан та розрахунок за деформаційною методикою елементів з деревини за одноразових та повторних навантажень: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2019. 286 с.

4. Гомон С.С., Гомон П.С. Побудова дійсних діаграм механічного стану деревини « σ - u » суцільного перерізу ялини та берези за жорсткого режиму випробувань. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць. Рівне: Вид-во НУВГП, 2020. Вип 38. С. 321-330.

5. Zhou A., Bian Y., Shen Y., Huang D., Zhou M. Inelastic bending performances of laminated bamboo beams: experimental investigation and analytical study. *BioResources*, 2018. 13(1). P. 131-146.

6. Тутурин С.В. Механическая прочность древесины: дис. ... докт. техн. наук: 01.02.04. – Москва, 2005. 318с.

7. 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.

8. A. Da Silva, S. Kyrakides. Compressive response and failure of balsa timber. *International Journal of Solids and Structures*. Volume 44. Issues 25–26. P. 8685-8717.