

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 14

Луцьк – 2020

У збірнику висвітлюються результати наукових досліджень будівельних матеріалів і конструкцій; технологій зведення та експлуатації будівель, інженерних і транспортних систем; теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам та методів розрахунку; сучасних тенденцій проектних рішень у будівництві; енергоефективних технологій у міському будівництві та господарстві.

Призначений для науковців, фахівців проектних установ і виробничих підприємств, докторантів, аспірантів, студентів закладів вищої освіти.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ)
Заступник редактора – **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ)
Відповідальний секретар – **Ротко С.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ)

Азізов Т.П., д.т.н., професор (УДПУ, Умань); **Андрійчук О.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Бабич Є.М.**, д.т.н., професор (НУВГП, Рівне); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (НАУ, Київ); **Дробишинець С.Я.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (ХНАДУ, Харків); **Задорожнікова І.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Ільчук Н.І.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Кислюк Д.Я.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Клименко Є.В.**, д.т.н., професор (ОДАБА, Одеса); **Кочкар'юв Д.В.**, д.т.н., доцент (НУВГП, Рівне); **Мікулич О.А.**, д.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Москалькова Ю.Г.**, к.т.н., доцент (БРУ, Білорусь); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пасічник Р.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (НТУ, Київ); **Самчук В.П.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Семенюк С.Д.**, д.т.н., професор (БРУ, Білорусь); **Синій С.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Сувак П.О.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП, Рівне); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Ужегов С.О.**, к.т.н., (Луцький НТУ); **Чапюк О.С.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Шинкін О.О.**, д.т.н., професор (КНУ, Кривий Ріг).

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20340-10140Р від 31.05.2013).

Включений Міністерством освіти і науки до переліку наукових фахових видань України (категорія Б) за спеціальностями 113 – Прикладна математика; 122 – Комп'ютерні науки (наказ МОН України, № 409 від 17.03.2020 р.); 192 – Будівництво та цивільна інженерія (наказ МОН України, № 886 від 02.07.2020 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 3 від 03 грудня 2020 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра будівництва та цивільної інженерії, e-mail: Zbirnikfbd@gmail.com, <http://eforum.lnu.edu.ua/index.php/construction>, телефон (0332) 26-24-60

ISSN 2410-6208

Луцький національний технічний
університет, 2020

**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, Savchuk 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 пристомом навантаження), так і за жорсткого режиму випробувань (за пристомом 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 вивчається. 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 критичній стадії роботи.

В кінці 20 ст. вчені розробили електромеханічні та сервогідравлічні універсальні випробувальні машини, які дають змогу випробовувати зразки від початку завантаження і до повного руйнування (жорсткий режим випробувань за пристомом 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 сервогідравлічні: WDW (Time Group Inc. рис), INSTRON (США), РЭМ (Росія), LFM (Швейцарія).

Детально описано можливості сервогідравлічної 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.

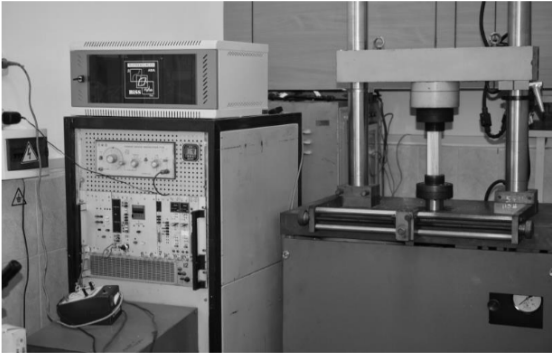


Fig.5. Servo-hydraulic testing machine STM-100

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 teoriiy 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 diahram mekhanichnoho stanu derevyny «σ-ε» 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 uchedom 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 навантаженнях: монографія. Рівне: Волинські береги, 2019. 286 с.

4. Гомон С.С., Гомон П.С. Побудова дійсних діаграм механічного стану деревини « σ - ϵ » 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. Варе́ник 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.

З М І С Т

Азізов Т.Н., Кочарьов Д.В., Юрковська Н.Р.	Жорсткість залізобетонних елементів з похилими тріщинами при дії крутного моменту і поперечної сили..... 3
Андрійчук О.В., Бабич В.Є., Поляновська О.Є., Швець І.В.	Тріщиностійкість центрально розтягнутих комбіновано армованих залізобетонних елементів..... 13
Андрійчук О.В., Нінічук М.В.	Теоретичне визначення характеристик напружено-деформованого стану та несучої здатності нормальних перерізів комбіновано армованих згинальних елементів..... 26
Битько М.М., Кузнєцова О.В., Іванова Л.В.	Напружено-деформований стан бетонів при розвантаженні після попереднього обтиснення на основі його структурної теорії..... 36
Білозір В.В., Мазурак Р.А.	Аналіз чинників, що впливають на зчеплення арматури серповидного профілю з бетоном і фібробетоном..... 47
Войтович С.Я., Кислюк Я.Д., Ротко С.В., Ужегова О.А., Сиваченко Т.Л.	Порівняння вітчизняної та зарубіжної (європейської) моделей ціноутворення в будівництві)..... 55
Гераськін О.О., Ротко С.В., Ужегова О.А.	Розрахунок монолітної плити з урахуванням реологічних властивостей залізобетону..... 63
Gomon S.S., Savchuck V.O., Melnyk Yu.A., Vereshko O.V.	Modern testing machines for investigation of wood and timber-based composite materials..... 73

Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г., Коломійчук В.Г.	Аналіз сучасних досліджень фундаментів- оболонки на круглому плані.....	81
Лапчук М.А., Гнатюк О.Т.	Посилення підпірної стіни комплексу собору Святого Юра у м. Львові в умовах обмеженого доступу.....	90
Онищенко А.М., Худолій С.М., Чиженко Н.П.	Числове моделювання напружено- деформованого стану цементобетонного покриття автомобільних доріг.....	96
Пахолук О.А., Чапюк О.С., Дячук Ю.І.	Дослідження теплового балансу світлопрозорих конструкцій.....	115
Пашинський В.А., Пашинський М.В., Карпушин С.О.	Температурний режим ґрунтових масивів як геологічний вплив на основи будівель.....	126
Піріг Я.І., Галкін А.В.	Аналіз нафтових дорожніх бітумів, що використовуються в дорожній галузі України.....	137
Пічугін С.Ф.	Статистичний опис механічних характеристик сталей для будівельних конструкцій.....	147
Толмачов С.М., Беліченко О.А., Толмачов Д.С., Дащенко В.М., Марченко М.Є.	Властивості дорожніх бітумів із сумішей різної рухомості.....	160
Чапюк О.С., Пахолук О.А., Кислюк Д.Я., Задорожнікова І.В., Гришкова А.В.	Зчеплення металевої арматури класу А500С з бетоном при повторних навантаженнях.....	169

Шваб'юк В.І., Ротко С.В., Маткова А.В., Шваб'юк В.В.	Вплив деформацій поперечного зсуву та обтиснення на величину критичного навантаження для кривих стрижнів.....	176
Шимчук О.П., Талах Л.О., Ясюк І.М., Процюк В.О., Рибак Т.П.	Застосування інженерного обладнання з удосконаленням світлофорних об'єктів при капітальному ремонті проспекту Соборності у м. Луцьку.....	186
Шишкіна О.О.	Бетони на змішаному заповнювачі та структурованій поліспиртом воді.....	196

Наукове видання

Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 14

Верстка С.В. Ротко

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 03 грудня 2020 р. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк трафаретний.
Умовн.друк.арк. 12,8. Тираж 100 пр. Зам. № ____

Віддруковано ІВВ Луцького НТУ, 43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75