

УДК 624.011.01

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО ЧАСУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
КОНСТРУКЦІЙ З ДЕРЕВИНИ ЗА ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО ВРЕМЕНИ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ
ПОВТОРНЫХ НАГРУЗКАХ**

**FORECASTING REMEANING TIME EFFICIENCY OF WOOD
STRUCTURES FOR ACTIONS OF REPEATED LOADINGS.**

Гомон С.Ст., к.т.н., проф., Гомон С.Св., к.т.н., доц., Сасовський Т.А., асп.
(Національний університет водного господарства та природокористування, м.
Рівне)

Гомон, С.Ст., к.т.н., проф., Гомон С.Св., к.т.н., доц., Сасовский Т.А., асп.
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г.
Ровно)

**Gomon S.S., candidate of technical sciences, professor, Gomon S.S., candidate
of technical sciences, associate professor, Sasovskiy T.A., post-graduate
student(National University of Water Management and Nature Resources Use,
Rivne)**

**В статті наведені результати експериментально-теоретичних досліджень
часу працездатності деревини за дії повторних навантажень.**

**В статье приведены результаты экспериментально-теоретических
исследований времени работоспособности древесины при действии
повторных нагрузок.**

**The article presents the results of experimental-theoretical research time
efficiency of wood under the action of repeated loadings.**

Ключові слова:

**Деревина, деформації, повторні навантаження, несуча здатність,
життєздатність.**

**Древесина, деформации, повторные нагрузки, несущая способность,
жизнеспособность.**

Wood, deformation, action repeated loadings, bearing capacity, viability.

Вступ. Досить часто в інженерних розрахунках виникає потреба в підрахунках залишкової несучої спроможності та залишкового часу працездатності конструкцій з деревини, що мають дефекти (наприклад, при визначенні ресурсу несучої здатності пошкоджених конструкцій, при значних техногенних аваріях чи землетрусах та за дії інших додаткових малоімовірних навантажень), які за чинними нормами вважаються зруйнованими.

Стан питання та задачі дослідження. Проблема надійності конструкцій з деревини була та лишається однією з найактуальніших у практиці будівництва. Конструкції з цільної та клеєної деревини широко використовуються в будівельній практиці. Вони входять до складу різноманітних будівель і споруд, використовуються в естакадах, мостових конструкціях, в перекриттях спеціальних споруд.

Розглядаються варіанти, коли захист будівель в аварійних ситуаціях в першу чергу повинна бути орієнтована не на недопущення руйнувань, а на забезпечення безпеки людей і можливості їх евакуації, необхідного для цього запасу часу. Відмова деяких елементів конструкцій з деревини внаслідок роботи за високих рівнів повторних навантажень за деякий час може бути безпосередньою причиною аварійної ситуації всієї конструкції чи споруди в цілому. При виникненні такої небезпеки є необхідність у визначенні працездатності елементів чи конструкцій протягом певного часу, достатнього для прийняття термінових заходів (наприклад, для евакуації людей). Для вживання певних термінових дій з усунення аварійної ситуації та евакуації людей є необхідність в прогнозуванні залишкового часу працездатності конструкцій або їх елементів, повна відмова роботи яких може бути безпосередньою причиною прогресуючого руйнування.

Основна частина. Перевірка несучої здатності поперечних перерізів елементів за чинними нормами проектування конструкцій з деревини [1,2,3,4] не встановлює обов'язкові вимоги щодо використання нелінійних розрахункових моделей. Несуча здатність визначається за лінійної залежності навантажувальних ефектів від параметрів, пропорційно яким змінюється величина навантаження. Тому виникає необхідність виконувати перевірку залишкової несучої здатності елементів як цільної, так і клеєної деревини з урахуванням нелінійних властивостей матеріалу.

Так як, за високих рівнів напружень в деревині виникає складна нелінійна позвучість, то для оцінки роботи деревини за дії змінних навантажень використаний метод, розроблений А.Р. Ржаніциним. Можна встановити три стадії деформування деревини під навантаженням, перехід з однієї стадії в другу визначається граничними деформаціями $u_{c,d,np}$ і $u_{c,fin,d}$, які є критичними для кожної стадії і характеризуються наступними особливостями (рис.1) [5]:

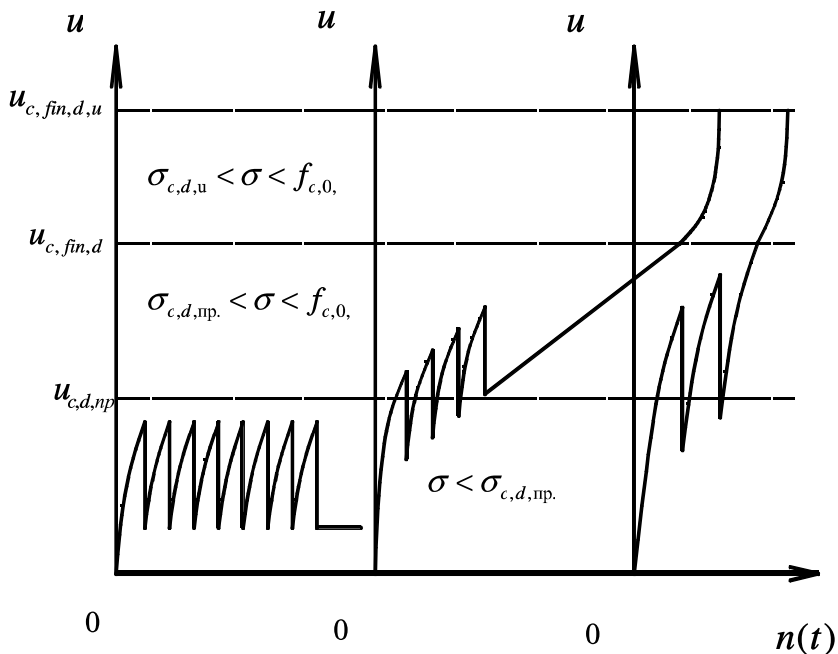


Рис.1. Межі діаграм деформування деревини за дії повторного навантаження в часі

а) на першій стадії деформування, якщо деформації не перевищують значень $u_{c,d,np}$, пружні деформації та повзучість є зворотною і процес описується положеннями лінійної повзучості;

б) на другій стадії деформування проходить накопичення повзучості з постійною швидкістю за дії повторних навантажень на верхньому та нижньому рівнях та сумарні деформації в більшій мірі незворотні і вони більші за $u_{c,d,np}$ та менші за $u_{c,fin,d}$;

в) на третій стадії за досягнення верхнім рівнем повторних навантажень деформацій, які перевищують $u_{c,fin,d}$, робота матеріалу переходить в закритичну стадію, на якій проходить критичне зростання незворотних деформацій.

Характеризуючи першу стадію, можна говорити про те, що за роботи на сприйняття навантажень елементами конструкції з деревини значення $u_{c,d,np}$ є межею пристосування деревини до дії повторних навантажень.

Межа пристосування за повторних малоциклових навантажень була встановлена при максимальному розрахунковому числі прикладення малоциклових навантажень, яке становило $n_{cic}=100000$ [6, 7, 8]. При роботі

деревини в режимі повторних навантажень на першій стадії руйнування матеріалу не проходить.

При роботі деревини в режимі другої стадії проходить накопичення незворотних деформацій і в залежності від верхнього рівня завантаження малоцикловим навантаженням може бути два варіанти періоду життєздатності елементів конструкцій з деревини. В першому варіанті, якщо кількість циклів, яка прикладалася до елемента конструкції, є меншою межі витривалості і зовнішнє навантаження не зникло, тобто необхідно визначити час життєздатності конструкції після дії повторного навантаження. Загальний час життєздатності можна визначити як

$$t = t_{cic} + t_1, \quad (1)$$

де t_1 – час деформування деревини до початку третьої стадії роботи за тривалої дії незмінного навантаження. Значення t_1 , визначиться виходячи з умови деформування на другій стадії роботи за пропозицій Пятикрестовського К.П. [9] дещо пристосувавши до роботи за повторних навантажень, запишемо у вигляді

$$u_{c,fn,d} = u_{c,cic} \left(1 - b(t_1 - t_{cic})^{0,21} \right), \quad (2)$$

здійснивши деякі перетворення, отримаємо

$$t_1 = \sqrt[0,21]{\frac{1 - \frac{u_{c,fn,d}}{u_{c,cic,d}} - b t_{cic}^{0,21}}{b}}, \quad (3)$$

де

$$b = \frac{10^{-2}}{0,735 - 0,02086W}, \quad (4)$$

W – вологість деревини.

В другому варіанті є необхідність визначення кількості циклів, яка дорівнює межі витривалості, дещо перетворивши вираз [7,8]

$$\eta = 0,9909 n_{cic}^{-0,0562}, \quad (5)$$

що можна записати у вигляді

$$n_{cic} = \sqrt[0,0562]{\frac{\eta}{0,9909}}. \quad (6)$$

Час, який конструкція ще є життєздатною за дії повторного навантаження, можна визначити з умови

$$t_{cic} = n_{cic} (\Delta t_{cic}), \quad (7)$$

де t_{cic} – час життєздатності конструкції за дії повторного навантаження;
(Δt_{cic}) – час проходження одного циклу повторного навантаження.

Інтенсивний ріст деформацій в третій стадії роботи проходить на низхідній вітці деформування матеріалу в за критичній зоні і не дає можливості визначення часу деформування, так як без різкого зменшення навантажень проходить практично миттєве руйнування елементів конструкцій з деревини.

Висновки. За результатами проведених досліджень можна стверджувати наступне:

1. На основі побудованих повних діаграм деформування деревини встановлено межі безпечної, ризикованої та аварійної роботи елементів та конструкцій з суцільної та клеєної деревини за різних режимів повторних зовнішніх завантажень.

2. Запропоновано методикау встановлення залишкового часу життєздатності конструкцій з цільної та клеєної деревини за роботи в режимі різних рівнів повторних навантажень в ризикованих та аварійних умовах роботи елементів.

1. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Укрархбудінформ, 2011.- 102с. 2. СНиП II-25-80. – Деревянные конструкции. Нормы проектирования. –М.: Стройиздат, 1982. – 65с. 3. Eurocode 5. Design of timber structures. Part 1.1.General rules and rules for buildings. – 1995. - 124р. 4. ДСТУ –Н Б В.2.6-184:2012 Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настанова з проектування. / Мінрегіон України. – К. : Мінрегіон України, 2013 – 158с. 5. Гомон С.С. Передумови до запобігання прогресуючому руйнуванню конструкцій з деревини при дії різних видів навантажень / С.С.Гомон // Зб. Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Вип. 29. Рівне, НУВГП, 2014.- С. 108-116. 6. Гомон С.С. Діаграми механічного стану деревини сосни за одноразового короточасного деформування до повної втрати міцності матеріалу/ С.С.Гомон, С.С.Гомон, Т.А.Сасовський// Зб. Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Вип. 23. Рівне, НУВГП, 2012.- С. 161-166. 7. Гомон С.С. Малоциклова витривалість деревини повторним навантаженням / С.С.Гомон, Т.А.Сасовський// Сборник научных трудов 15-го Международного симпозиума. Современные строительные конструкции из металла и древесины”. Ч. 2. Одеса. ОГАСА, 2011 - С.18-22. 8. Гомон С.С. Діаграми механічного стану деревини сосни за повторного деформування до повної втрати міцності матеріалу / С.С.Гомон // Зб. Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Вип. 24. Рівне, НУВГП, 2012.- С. 102-112. 9. Пятикрестовский К. П. Силовое сопротивление пространственных деревянных конструкций при кратковременных и длительных нагрузках / Константин Пантелеевич Пятикрестовский // Автореферат д.т.н.–М., 2012.– 44 с.