

**УДК 624.011.01**

**КРИТЕРІЙ РУЙНУВАННЯ ПОЗАЦЕНТРОВОСТИСНУТИХ ТА ЗГІНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ДЕРЕВИНИ З УРАХУВАННЯМ ПРУЖНОПЛАСТИЧНОЇ РОБОТИ МАТЕРІАЛУ З ОБМЕЖЕНОЮ ДЕФОРМАТИВНІСТЮ**

**КРИТЕРИЙ РАЗРУШЕНИЯ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ И ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ С УЧЕТОМ ПРУЖНОПЛАСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ МАТЕРИАЛА С ОГРАНИЧЕННОЙ ДЕФОРМАТИВНОСТЬЮ**

**NONCENTRAL PRESSED AND BENDING WOOD ELEMENTS DESTRUCTION CRITERIA WITH CONSIDERING ELASTOPLASTIC WORK AND LIMITED DEFORMATION OF MATERIAL**

**Гомон С.С., к.т.н.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**Гомон, С.С., к.т.н.** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**Gomon S.S., candidate of technical sciences, associate professor.** ( National university of water management and nature recourses us, Rivne )

**Наведені результати експериментально-теоретичних досліджень встановлення критерія руйнування деревини та проведено аналітичний опис механічного стану матеріалу до повної втрати несучої здатності конструктивного елемента.**

**Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований установления критерия разрушения древесины и проведено аналитическое описание состояния материала к полной потере несущей способности конструктивного элемента.**

**In the article you can find the results of experimental and theoretical research establishing destruction criteria of wood, analytical description of the mechanical state of the material to the destruction of structural elements.**

**Ключові слова:**

Деревина, міцність, стиск, розтяг, деформації.

Древесина, прочность, сжатие, растяжение, деформации.

Wood, strength, compression, deformation.

**Стан питання та задачі дослідження.** Використання екологічно-чистої деревини в будівництві уже багато століть як єдиного матеріалу, що відновлює природа, є перспективним, безпечним, естетичним будівельним матеріалом. Винахід же клеєної деревини дає можливість її використання у всіх напрямках будівництва.

Послідовний перехід країн пострадянського простору до впровадження розрахункових деформаційних моделей в розрахунках будівельних конструкцій приводять до проблеми вивчення роботи деревини під навантаженням від початку завантаження і до повної втрати несучої здатності. Дослідження ж законів силового деформування деревини дає можливість об'єктивно враховувати властивості матеріалу в оцінюванні роботи під навантаженням та проектуванні конструктивних елементів з деревини та встановити критерій руйнування таких елементів.

В даній роботі розглядаємо тільки випадки втрати несучої здатності обумовленою руйнуванням матеріалу. Поведінка елементів конструкцій з деревини під дією навантаження обумовлюється формою та фізико-механічними властивостями матеріалу з якого виготовлена конструкція. Експериментальні дослідження показують, що руйнуванню елементів передують певні граничні деформації властиві кожному матеріалу. Логічно було б критерій руйнування пов'язати з такими граничними деформаціями матеріалу. Особливо актуальним дане питання є при запобіганні прогресуючому руйнуванню – одного з найважливіших умов безпечної експлуатації, як новобудов, так і існуючих будівель. Для послаблення наслідків такої небезпеки необхідно проектувати об'єкти такими, щоб несучі конструкції, відмова яких може бути безпосередньою причиною аварійної ситуації при виникненні небезпеки, зберігали працездатність протягом певного часу, достатнього для вжиття термінових заходів [1].

Розв'язок задач несучої здатності елементів з деревини в нормальних перерізах спирається на поняття критерію їх міцності. На сьогодні в нормах [2, 3, 4] існує лише один критерій, коли в нормальному перерізі напруження в найбільш віддаленій точці стиснутої чи розтягнутої зони деревини  $\sigma_{m,d} = f_{m,d}$ . По суті даний критерій є силовим, так як момент руйнування оцінюється силовою характеристикою – граничним значенням напруження на згин. Вираз для критерію міцності можна представити для силових впливів залежністю

$$\sigma_{m,d} = f_{m,d} = const. \quad (1)$$

Суттєвими недоліками критерію (1) є те, що:

– за зовнішніх навантажень в дійсності виникають напруження різної інтенсивності в стиснутій та розтягнутій зонах в елементі внаслідок неоднорідності зростання деформацій деревини за роботи на стиск та розтяг [5, 6, 7], а також із за різних значень тимчасового опору деревини при однаковому початковому модулю пружності. Міцність деревини на розтяг в

два рази перевищує міцність на стиск, то таке наближене визначення можливе лише в межах умовної пропорційності. Розрахунковий опір деревини згину  $f_{m,d}$ , що використовується в формулі 1 є величина, яка знаходиться не з прямого експериментального встановлення, а з пропозицій [ 8 ] за виразом:

$$R_u = R_c \frac{3 \frac{R_t}{R_c} - 1}{\frac{R_t}{R_c} + 1}; \quad (2)$$

– він базується на умовно-пружній роботі і не враховує особливостей пружно-пластичного деформування деревини в складі елемента від конкретного силового впливу.

Наведений критерій не враховує у достатній мірі фізико-механічні властивості деревини залежно від виду навантажень із за неможливості відображення особливих властивостей деревини, що притаманні неоднорідним-анізотропним матеріалам.

**Метою даної роботи** є розробити критерій руйнування в поперечному нормальному перерізі. Пропонується вважати руйнування елемента з деревини в момент коли деформації в найвіддаленішій точці від нейтральної лінії розтягнутої зони досягають граничного значення. Такий критерій є деформаційним.

**Методика досліджень.** З огляду на зазначену мету було проаналізовано напружено-деформований стан елементів з деревини, що працюють за згину та будь-якого стиску.

**Основна частина.** В роботах [ 9,10,11 ] розглядали згин балки та втрату стійкості позацентрово стиснутих гнучких та коротких елементів. Було показано, що за діаграми  $(\sigma - u)$  матеріали з якого складається елемент і показано на рис. 1.а, та мають спадаючу вітку, то деформації в крайньому шарі стиснутої зони балки завжди більші за деформації максимуму кривої стану матеріалу  $(u_{m,d} > u_{f,c,0,d})$ . В цих роботах також показано, що і криві стану перерахованих елементів мають екстремум (рис.1.б) і стан, що відповідає досягненню екстремуму назвали критичним станом елемента, або критерієм втрати стійкості.

В основу ж розрахункового апарату,що пропонується необхідно врахувати такі передумови:

а) по висоті розрахункового перерізу справедлива гіпотеза про лінійний розподіл деформацій;

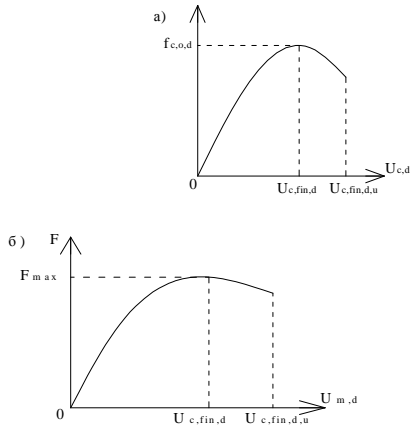


Рис. 1. Діаграма ( $\sigma - u$ ) деревини за стиску (а) та крива стану позацентровано-стиснутого елемента (б)

б) зв'язок між напруженнями і деформаціями розтягнутої деревини приймається у вигляді діаграми, що показана на рис. 2 та описується поліномом другого ступеня [ 12,13 ]:

$$\sigma_{t,d} = K_{1t} u_{t,d} + K_{2t} u_{t,d}^2 ; \quad (3)$$

в) зв'язок між напруженнями і деформаціями стиснутої деревини приймається у вигляді діаграми, яка показана на рис.2 та описується поліномом другого ступеня [ 12,13 ]:

$$\sigma_{c,d} = K_{1c} u_{c,d} + K_{2c} u_{c,d}^2 ; \quad (4)$$

г) розглядаємо елементи з деревини, в яких силові фактори повинні бути прикладені таким чином, щоб не викликати кручення;

д) розрахунковим є переріз в якому в стиснутій зоні утворюється складка.

За критерії втрати несучої здатності перерізу приймаємо:

а) руйнування розтягнутої деревини за досягнення найбільш розтягнутим шаром граничних значень деформацій;

б) екстремального критерію - втрати рівноваги між внутрішніми та зовнішніми зусиллями;

в) розрахунок виконуємо за деформаційною моделлю, що враховує приріст деформацій в розрахунковому перерізі;

г) для стиску деревини приймаємо знак додатній, а для розтягу – від'ємний.

Критерієм руйнування в поперечному нормальному перерізі пропонується вважати руйнування елемента з деревини в момент коли деформації в найвіддаленішій точці від нейтральної лінії розтягнутої або

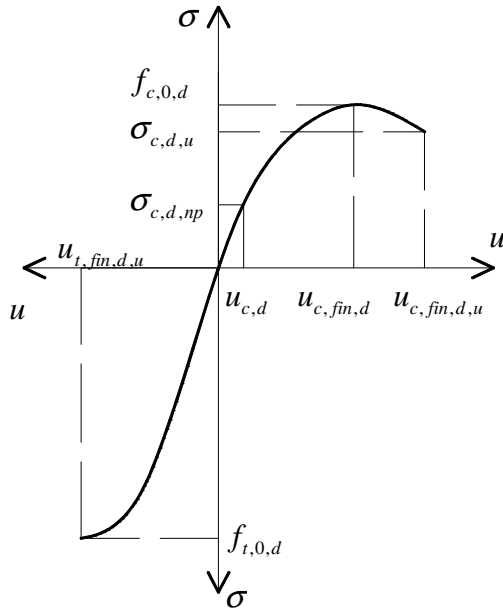


Рис. 2. Діаграми деформування деревини “напруження – деформації” ( $\sigma - \varepsilon$ ) за стиску та розтягу

стиснутої зон досягають граничного значення. Такий критерій є деформаційним і буде мати такий вигляд:

– для розтягнутої зони:

$$u_{t,m,fin,d} = u_{t,fin,d,u}, \quad (5)$$

де  $u_{t,m,fin,d}$  – значення повних відносних деформацій найбільш найвіддаленіших розтягнутих шарів елемента з деревини;  $u_{t,fin,d,u}$  – граничне значення повних відносних деформацій деревини за розтягу;

– для стиснутої зони:

$$u_{c,m,fin,d} = u_{c,fin,d,u}, \quad (6)$$

де  $u_{c,m,fin,d}$  – значення повних відносних деформацій найбільш найвіддаленіших стиснутих шарів елемента з деревини;  $u_{c,fin,d,u}$  – граничне значення повних відносних деформацій деревини за розтягу.

**Висновки.** Прийняті деформаційні критерії міцності дають можливість встановити:

- а) напружено-деформований стан елементу з деревини від початку навантаження і до руйнування;
- б) граничне значення моменту внутрішніх сил нормального перерізу елементу з деревини як за короткочасної дії навантаження так і за повторних та тривалих навантажень;
- в) необхідний поперечний переріз елементу з деревини для забезпечення несучої здатності, довговічності та експлуатаційної придатності за дії зовнішніх силових навантажень та кліматичних впливів.

1. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Основні положення. 2. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Укрархбудінформ, 2011.- 102с. 3. СНиП II-25-80. - Деревянные конструкции. Нормы проектирования. –М.: Стройиздат, 1982. – 65с. 4. Eurocode 5. Design of timber structures. Part 1.1. General rules and rules for buildings. – 1995. - 124р. 5. Леннов В.Г. Экспериментальное исследование древесины на сжатие и растяжение вдоль волокон с учетом длительного действия нагрузки / В.Г. Леннов // Известия вузов. Строительство и архитектура,- 1958.- №2. – С.147-157. 6. Быков В.В. Экспериментальные исследования прочности и деформативности древесины сибирской лиственницы при сжатии и растяжении вдоль волокон с учетом длительного действия нагрузки / В.В.Быков // Известия вузов. Строительство и архитектура,- 1967.- №8. – С.3-8. 7. Клименко В.З. Конструкції з дерева і пластмас/ В.З.Клименко.- Київ: Вища школа. - 2000. - 304с. 8. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций / В.М. Коченов .-М.: Государственное издательство.- 1953. - 320с. 9. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики/П.А. Лукаш//М.: Стройиздат, 1978.–208с. 10.Бачинский В.Я. О потере устойчивости деформирования изгибаемого бруса/В.Я.Бачинский //Республиканский межведомств. Науч.-техн. сб. Строительные конструкции. –К.: Будівельник, 1982. – Вип.35. 11. Бамбура А.М. Экспериментальні основи прикладної деформаційної теорії залізобетону/А.М. Бамбура// Дисертація докт. техн. наук.– Київ, 2005.- 379с. 12. Гомон С.С. Діаграми механічного стану деревини сосни за одноразового короткочасного деформування до повної втрати міцності матеріалу/ С.С.Гомон, С.С.Гомон, Т.А.Сасовський// Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Вип. 23. Рівне, НУВГП, 2012.- С. 161-166.13. Гомон С.С. Расчет элементов конструкций из древесины при работе на косоу изгиб с использованием полной диаграммы деформирования материала/ С.С. Гомон // Сб. научн. трудов. Современные строительные конструкции из металла и древесины. - Одесса: ОГАСА, 2010.- №16, Ч1.- с. 64-70.