

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДІЇ ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

LOAD BEARING CAPACITY OF WOODEN STRUCTURES OF BOLTED CONNECTION UNDER THE ACTIONS OF THE SMALL CYCLE'S LOADINGS

*Гомон С.С., к.т.н., доцент; Алексієвець В.І., к.т.н., асистент.
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна)*

*Gomon S.S., Ph. D., associated professor, Aleksievets V.I., Ph. D.,
assistant. (National university of water management and nature resources
used, Rivne, Ukraine)*

*В статті наведено результати експериментальних досліджень
роботи болтових з'єднань за дії малоциклових навантажень*

*Ключові слова. Дерев'яні конструкції, нагельні з'єднання, малоциклові
навантаження*

*There are given the results of experimental researches of bolted
connections work under small cycle's loads in the article*

Keywords. Wooden constructions nail connection, low-cycle loadings

Вступ. Серед учених, які займалися в різний час вивченням нагельних з'єднань, слід відзначити А.В. Леняшина, засновника Волгоградської школи дерев'яних конструкцій, Б.А. Ніколаї, Л.А. Максименка, Ю.В. Слицкоухова, А.Г. Григор'єва (вперше в роботі нагеля враховувались пластичні деформації). Усі ці роботи й ряд інших дозволили Коченову В.М. запропонувати метод розрахунку нагельного з'єднання, на якому були засновані існуючі норми. П.А. Дмитрієв розвинув положення Коченова В.М. й провів унікальні випробування нагельних з'єднань з цілісної деревини на зім'яття під кутом до волокон.

Проте в існуючих нормативних документах відповідні вказівки, необхідні для розрахунку та конструювання елементів нагельних з'єднань (в тому числі і болтових) дерев'яних конструкцій при дії повторних (малоциклових) навантажень на сьогодні відсутні.

З метою розробки надійних і достовірних методів розрахунку елементів несучих конструкцій нагельного з'єднання, виникає

необхідність вивчення характеру напружено-деформованого стану нагельного з'єднання як найбільш застосовуваного виду з'єднань для дерев'яних конструкцій.

Методика досліджень. Як предмет дослідження прийняте симетричне двохзрізне нагельне з'єднання дерев'яних елементів на металевих нагелях.

Було виготовлено 36 зразків для випробування болтових з'єднань з різними геометричними характеристиками. Зразки 33Б₁–33Б₆, симетричні болтові з'єднання, були виготовлені зі змінною товщиною крайніх елементів 30; 35 та 40 мм, висотою 260 мм. Товщина середніх дощок у всіх болтових з'єднаннях становила 35 мм. Для з'єднань 33Б₁–33Б₃ були використані болти діаметром 6,0 мм (по 2 болти в кожне з'єднання) класу міцності 5.8 загальною довжиною 130 мм. Для з'єднань 33Б₄–33Б₆ використовувались болти діаметром 8,0 мм класу міцності 5.8 та загальною довжиною 160 мм.

Для виготовлення дерев'яних елементів з'єднань всіх серій була відібрана деревина сосна з шириною річних шарів 1-5 мм, без деструктивних пороків і загнивання, вологістю 12%.

Для вимірювання деформацій взаємного зсуву елементів нагельних з'єднань всіх серій були використані індикатори годинникового типу ИЧ-10 з ціною поділки 0,01 мм, які були закріплені з протилежних сторін з'єднання (рис.1). Вимірювання деформацій розтягу болтів здійснювали за допомогою тензодатчиків з базою 20 мм, наклеєних посередині кожної з сторін болта (рис. 2). Для реєстрації показів датчиків використана тензометрична вимірювальна система СИИТ-3М. Деформації на кожному ступені фіксували двічі: відразу після прикладання навантаження та в кінці його 5...10-ти хвилинної витримки.

Результати досліджень. В якості розрахункової схеми болта прийнятий стержень, що лежить на пружній основі, з такими передумовами розрахунку:

- прийнята діаграма деформування ідеального пружно-пластичного матеріалу для зминання деревини і для згину нагеля;
- в межах пластичної ділянки напруження залишаються постійними, рівними для деревини розрахунковому опору зминання, а для нагеля розрахунковому опору сталі згину за межею текучості;
- несучу здатність нагеля визначають не руйнуванням з'єднання, а розрахунковою граничною деформацією;
- вісь нагеля приймають прямолінійною до утворення в ньому шарніра пластичності.

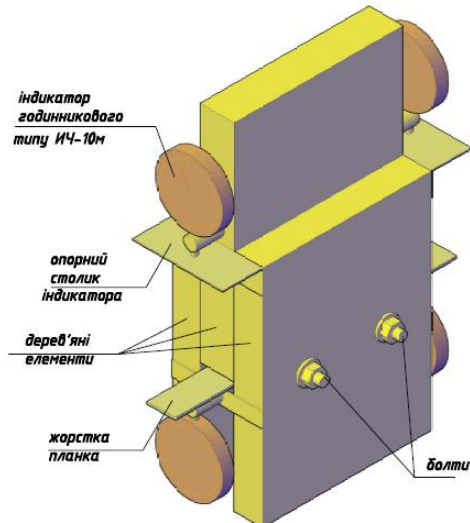


Рис. 1 Загальний вигляд болтового з'єднання

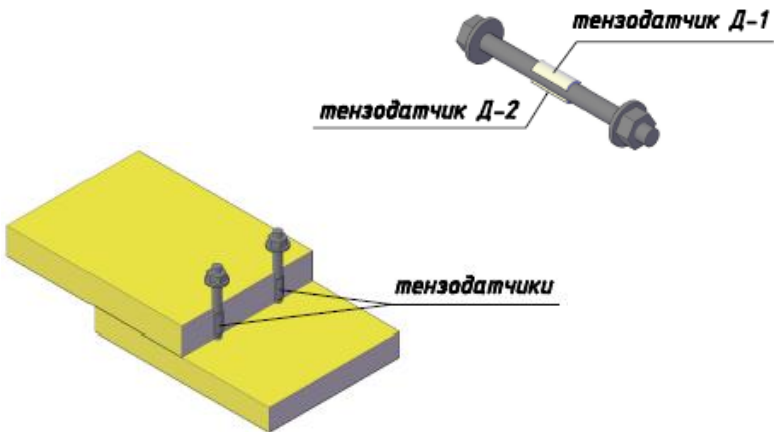


Рис. 2 Схема розміщення тензодатчиків

Навантаження прикладалось до тих пір, поки не відбувалась стабілізація деформацій згину болтів та змінання деревини. Верхній рівень малоциклового навантаження становив 0,8 мм, що складає рівень $\eta_{сус} = 0,4\Delta_u$ [3].

Згідно експериментальних даних були побудовані діаграми деформування всього болтового з'єднання і болта (рис. 3). Зокрема для нагельних з'єднань з діаметром болта 6 мм, при співвідношенні елементів $a/c=1,0$, деформації болтів на сотому циклі навантаження становили 41,3 % від загальних деформацій зсуву всього нагельного з'єднання і склали 0,38 мм. Для аналогічних з'єднань з діаметрами 8 мм, деформації болтів склали 39,5 %.

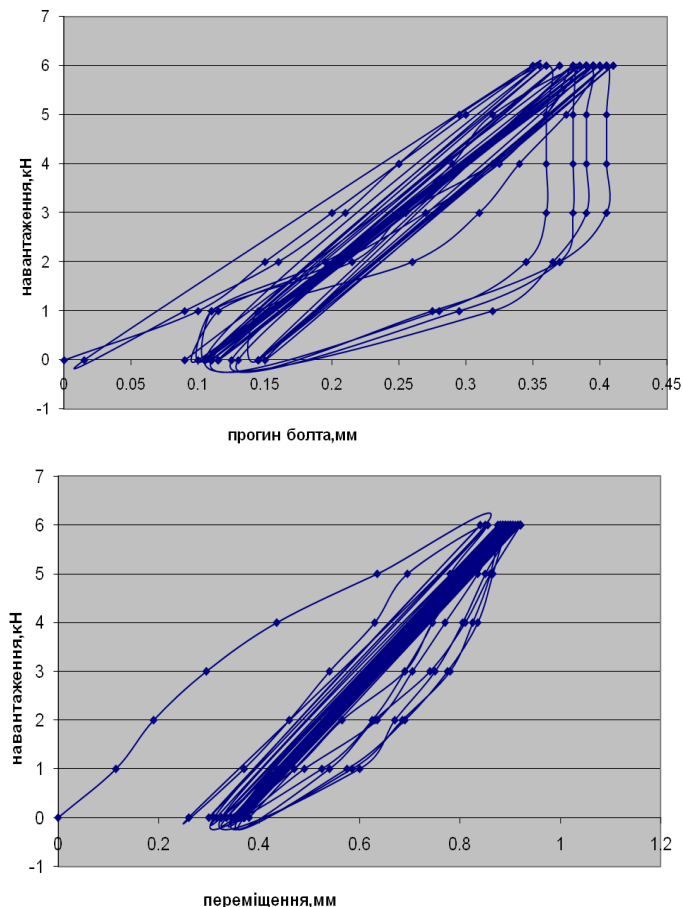


Рис. 3 Деформації болтових з'єднань 33Б₂

Слід зазначити, що відносні деформації болтів при цьому становили:

- болт діаметром 6 мм $\varepsilon_s = 71,3 \times 10^{-5}$;
- болт діаметром 8 мм $\varepsilon_s = 52,7 \times 10^{-5}$.

Проаналізувавши відносні деформації болтів можна стверджувати, що утворення шарніра пластичності в їхній середній зоні на відбулося, оскільки нормальні напруження не досягли значень умовної межі текучості. Зокрема для болтів діаметром 6 мм нормальні напруження при співвідношеннях $a/c = 1,0 - 147 \text{ МПа}$ що складає 37,4 % від умовної межі текучості сталі болтів. Для болтів діаметром 8 мм нормальні напруження при співвідношеннях $a/c = 1,0 - 109 \text{ МПа}$ і складають 27,7 % від умовної межі текучості.

Висновки. Вперше запропонована методика дала можливість роздільного визначення деформацій зминання деревини і вигину болта за взаємного зсуву елементів під навантаженням. Дані випробувань свідчать, що при збільшенні товщини крайніх елементів в болтових з'єднаннях не призводить до суттєвого збільшення несучої здатності. Але при збільшенні діаметра нагеля з 6,0 мм до 8,0 мм, в даному випадку діаметра болта, несуча здатність нагеля на один зріз значно збільшується, зокрема для аналогічних болтових з'єднань з однаковими геометричними характеристиками це збільшення становить 49,4%, 46,7% та 53,1%.

В болтових з'єднаннях з рівнями навантажень $\eta_{cyc} = 0,4\Delta_u$ за дії малоциклових навантажень після п'ятдесятого циклу відбулась стабілізація сумарних деформацій зминання. Встановлено, що цей рівень навантаження є рівнем пристосування болтових з'єднань до малоциклового стиску. Розрахункову несучу здатність симетричного болтового з'єднання за дії малоциклового навантаження при рівнях, що не перевищують $\eta_{cyc} = 0,4\Delta_u$, при температурно-вологісних режимах експлуатації будівель А1, А2, Б1, Б2, необхідно встановлювати з урахуванням впливу коефіцієнта умов роботи $\gamma_{cyc} = 1,5$.

Список літератури:

1. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций, Госстройиздат, 1953. - 423 с.
2. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1982.-65с.
3. Гомон С.С., Алексієвєць В.І. Работа з'єднань дерев'яних елементів на цвяхах за дії малоциклових навантажень. – Одеса: Сб. научных трудов. – 2008. - с.26-31.