

УДК 624.011.1

**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НАГЕЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ
КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДІЇ МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ
МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗОК**

**FEATURES WORK OF WOODEN STRUCTURES OF NAIL
CONNECTION UNDER THE ACTIONS OF THE LOW-CYCLES
LOADINGS**

Алексісвець В.І., ст. викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Алексеевец В.И., ст. преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ривне)

Aleksievets V.I., senior lecturer (National university of water management and nature resources used, Rivne)

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

В статье приведены результаты экспериментальных исследований работы нагельных соединений при действии малоцикловых нагрузок

There are given the results of experimental researches of nail connections work under the actions of the low-cycles loadings in the article

Ключові слова

Нагельні з'єднання, малоциклові навантаження
Нагельные соединения, малоцикловые нагрузки
Nail connections, low-cycle loadings

Стан питання та задачі досліджень. Удосконалення розрахунку будівельних конструкцій з урахуванням особливостей їх роботи в реальних умовах є однією з задач наукових досліджень. Будівельні конструкції, в тому числі і дерев'яні, піддаються дії малоциклових навантажень, вплив яких на міцність та деформативність вивчена не в повній мірі. Дія таких навантажень може спричинити особливий вид руйнування конструкцій, коли при певних рівнях повторних навантажень деформації необмежено зростають.

В останні роки розроблено ряд нових нормативних документів для проектування будівельних конструкцій, зокрема і нові норми по проектуванню дерев'яних конструкцій [6], проте в цих нормах не враховано жодним чином вплив повторних навантажень на роботу з'єднань та конструкцій в цілому. Тому актуальною задачею є вивчення впливу таких навантажень на роботу нагельних з'єднань, як найбільш поширених з'єднань дерев'яних конструкцій, та надання рекомендацій, щодо їхнього розрахунку.

Метою роботи є розробка методики визначення впливу малоциклових навантажень на роботу нагельних з'єднань дерев'яних конструкцій.

Методика досліджень. Для досягнення даної мети в науково-дослідній лабораторії НУВГП було зроблено ряд болтових двохзрізних з'єднань, які були виготовлені з деревини сосни першого сорту. 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.

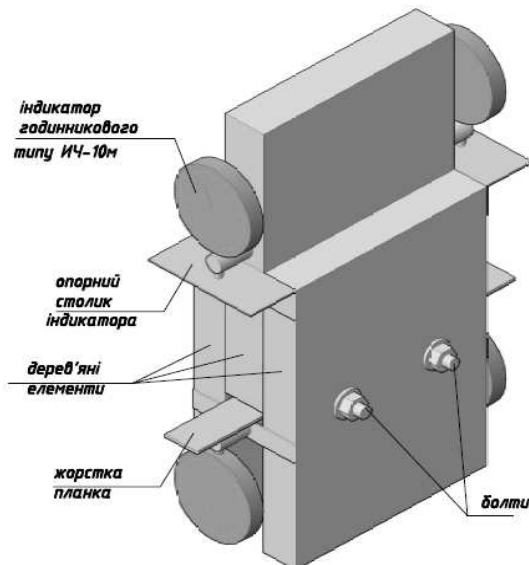


Рис. 1 Загальний вигляд болтового з'єднання

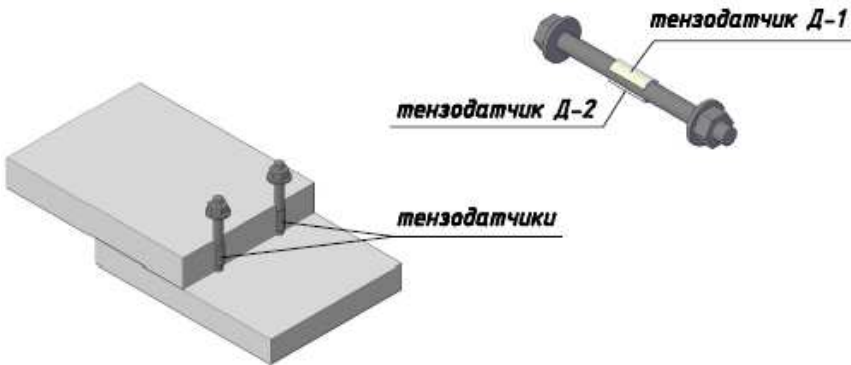


Рис. 2 Схема розміщення тензодатчиків на болтах

Випробування всіх з'єднань проводилось при стиску на машині Р-5 (рис. 3). Для забезпечення необхідної точності експерименту шкала пресу при випробуваннях становила 25 кН і не перевищувала очікувану величину руйнівного зусилля більше ніж в 1,5-2 рази. Величина ступеню зростання зусилля при навантаженні всіх зразків прийнята не більше 0,08 руйнівного зусилля F_t .

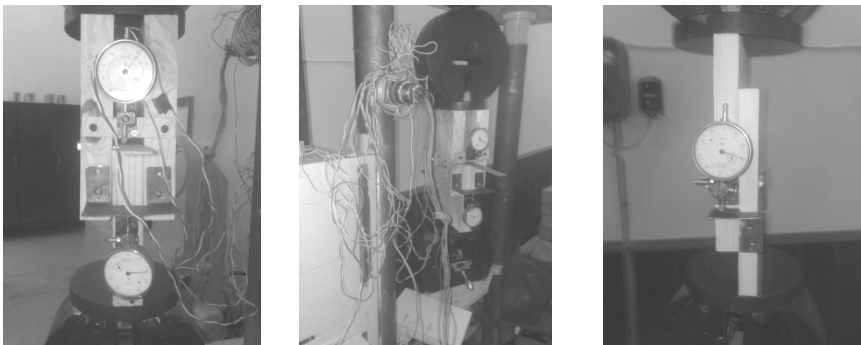


Рис. 3 Нагельні з'єднання під навантаженням

З'єднання піддавались впливу навантажень, при яких нижній рівень прикладання малоциклових навантажень становив $\eta_n = 0$, тобто $F_{\eta_n} = 0$. Верхній рівень небагаторазово повторних навантажень встановлювався на першому циклі завантаження, тобто на першому циклі завантаження досягалась початкова необхідна деформація зсуву з'єднання

при якій фіксувалось певне значення навантаження $F_{\eta\epsilon}$ (рис. 4), і вона коливалась в межах від 0,6 до 2,0 мм.

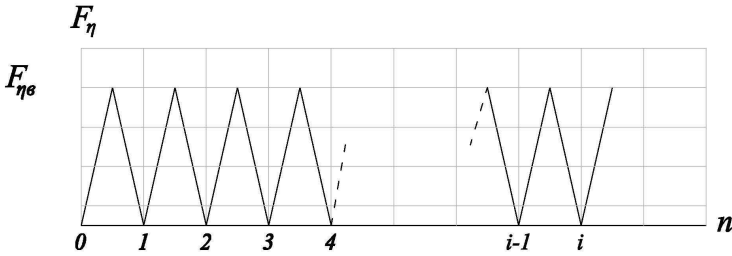


Рис. 4 Режим випробування нагельних з'єднань при малоциклових навантаженнях

Результати досліджень. Випробування болтових з'єднань було проведено при рівнях, що відповідають межі пристосування до малоциклового навантаження [4] і відповідно склали $0,4\Delta_{\text{д}}=0,8$ мм. Запропонована методика експериментальних досліджень дала можливість окремо розділити деформації нагеля (болта) та деревини в нагельному гнізді. Зокрема в болтових з'єднаннях з діаметром болта 6 мм, при співвідношенні елементів крайніх дошок до середніх 1,0, деформації болтів на сотому циклі навантаження становили 41,3 % від загальних деформацій зсуву всього болтового з'єднання і склали 0,38 мм (рис. 5). Для аналогічних з'єднань з діаметрами 8 мм, деформації болтів склали 39,5 %.

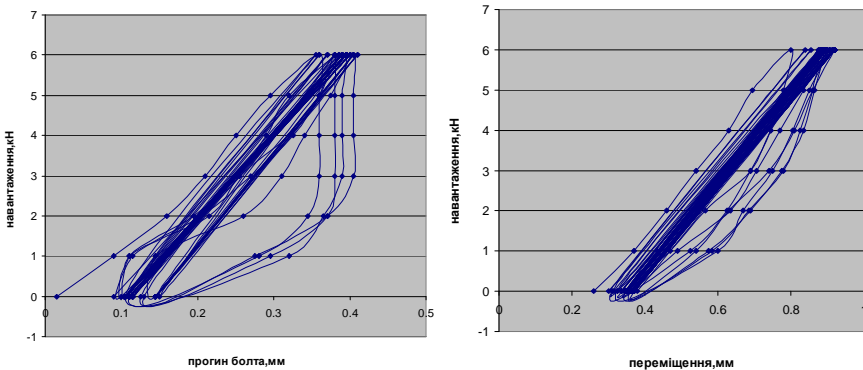


Рис. 5 Деформації болтових з'єднань, з болтами діаметром 6 мм на циклах 2-100

Слід зазначити, що відносні деформації болтів при цьому становили:

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

В нагельних симетричних болтових з'єднаннях з діаметрами болтів 8 мм при співвідношеннях елементів $a/c=0,85$ сумарні деформації болтів становили $\Delta_{наг}=0,635$ мм, що склало 31,8 % від загальних граничних деформацій всього нагельного з'єднання. За співвідношень елементів $a/c=1,0$ приріст деформацій болтів склав 1,7 % і сумарні деформації становили $\Delta_{наг}=0,67$ мм (рис. 6).

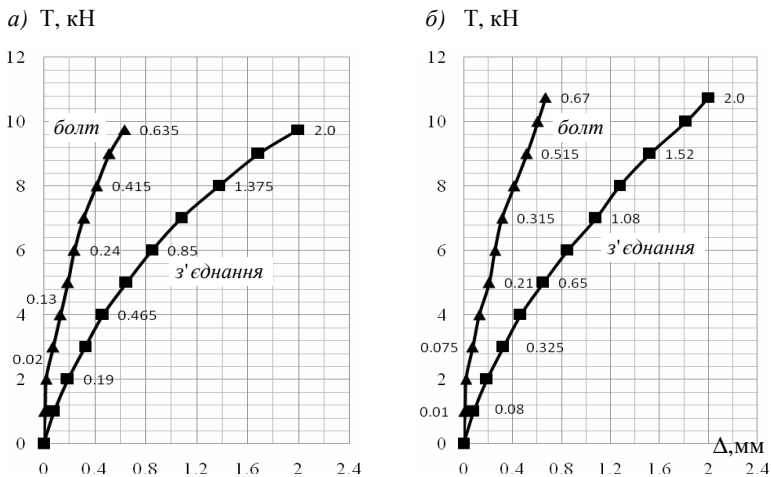


Рис. 6 Діаграми деформування болтів діаметром 8 мм та нагельних з'єднань за дії одноразового статичного навантаження: а) при співвідношенні елементів $a/c=0,8$, б) при співвідношенні елементів $a/c=1,0$

Стабілізація деформацій в з'єднаннях відбулося в середньому на 50-му циклі малоциклового навантаження, на 101-му циклі з'єднання доводились до руйнування, шляхом збільшення навантаження до тих пір доки сумарні деформації всього з'єднання не досягнуть 2,0 мм. На рис. 7 наведені відносні деформації в розтягнутій зоні болта діаметром 8 мм.

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 болтів. Зокрема для болтів діаметром 6 мм нормальні напруження при співвідношеннях $a/c=1,0$ – 147 МПа, що складає 37,4 % від умовної межі текучості сталі болтів. Для болтів діаметром 8 мм нормальні напруження при співвідношеннях $a/c=1,0$ – 190 МПа і складають 27,7 % від умовної межі текучості болтів.

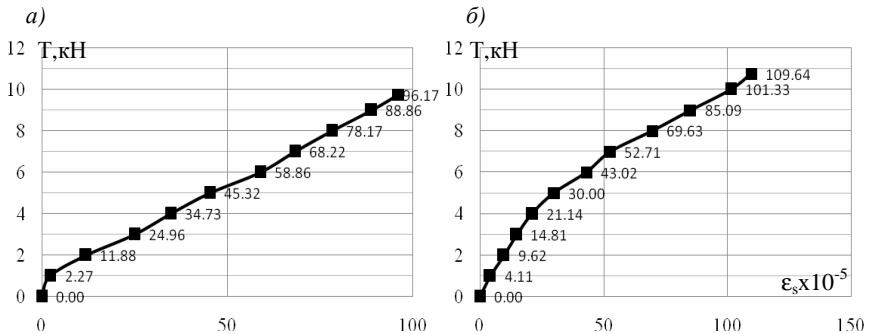


Рис. 6 Розвиток деформацій розтягнутої зони болта діаметром 8 мм: а) при співвідношенні елементів $a/c=0,85$ мм, б) при співвідношенні елементів $a/c=1,0$ мм

Висновки. 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 $\eta_{сус}=0,4\Delta_u$ за дії малоциклових навантажень після п'ятдесятого циклу відбулась стабілізація сумарних деформацій змінання. 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 $\eta_{сус}=0,4\Delta_u$, при температурно-вологісних режимах експлуатації будівель А1, А2, Б1, Б2, необхідно встановлювати з урахуванням впливу коефіцієнта умов роботи $\gamma_{сус}=1,5$.

1. Гомон С.С. Особливості роботи болтових з'єднань за одноразових статичних навантажень / С.С. Гомон, В.І. Алексієвць // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Рівне, 2011. – вип. 22. – с. 260–265.
2. Гомон С.С. Робота з'єднань дерев'яних елементів на цвяхах за дії малоциклових навантажень /С.С. Гомон, В.І. Алексієвць// – Одеса, ОГАСА: Сб. научних трудов. – 2008. – с. 26-31.
3. Гомон С.С. Несуча здатність болтових з'єднань дерев'яних конструкцій за дії малоциклових навантажень /С.С. Гомон, В.І. Алексієвць // . – Одеса, ОГАСА: Сб. научних трудов. №16 ч.1 – 2012. – с. 59-63.
4. Гомон С.С. Малоциклове пристосування з'єднань дерев'яних елементів на цвяхах /С.С. Гомон, В.І. Алексієвць // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Рівне, 2011. – вип. 20. – с. 164–169.
6. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. – Мінрегіонбуд. – Київ, 2011. – 102 с.