

УДК 539.3

О.В. Геращенко, канд.техн.наук

РОЗРАХУНОК НЕСУЧОЇ СПРОМОЖНОСТІ ГВИНТОВИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ СХОДІВ

В роботі досліджена несуча спроможність і стійкість гвинтових самонесучих сходів.

Проектування сходів може бути визнано успішним, якщо воно враховує вимоги норм проектування [1,2] та норм ергономіки до особливостей застосування різних видів конструкцій сходів і матеріалів, безпечного пересування людей та можливостей їх евакуації у випадку пожежі. Сходи повинні з'єднувати естетику інтер'єру і функціональність, а вибір їх конструкції – залежати від специфіки будівлі. Якщо шлях складається з прямолінійних похилих ділянок, то застосовуються маршові сходи. Самі ділянки є маршами, які зазвичай з'єднуються в міжповерхове просторі за допомогою сходових площадок і можуть розміщатися як уздовж стін, так і розташовуватися автономно. Якщо траєкторія руху являє собою вигнуту лінію, як би складену з невеликих похилих ділянок, то застосовуються гвинтові сходи. Такі сходи в плані можуть являти собою не тільки коло, але і будь-яку іншу складну конфігурацію. Згідно історичній довідці, гвинтові сходи вперше використовувалися при будівництві мінаретів. Ранні мінарети дуже часто мали гвинтові сходи зовні, пізні - всередині башти. В теперішній час в будівлях широко застосовуються класичні гвинтові сходи, які називаються спіральними і складаються із ступенів, центральної стійки і поручнів, розрахунок яких не потребує складних обчислювальних процедур [3]. А вирішення питання несучої спроможності самонесучих гвинтових сходів, які потребують більш складного розрахунку, стає більш актуальним.

В роботі досліджена несуча спроможність гвинтових самонесучих сходів, конструкція яких представлена на рис. 1. Тягива має прямокутний переріз з висотою 425 мм і шириною 50 мм, ступені мають L-образний переріз 300 мм на 50 мм та 114 мм на 17 мм. Матеріал сходів – дуб.

На основі методу скінченних елементів та узагальнених координат із застосуванням програмного комплексу NASTRAN [4] побудована розрахункова скінченноелементна модель сходів (рис. 2). Тягива та ступені моделювалися набором стержневих просторових скінченних елементів з відповідними геометричними та механічними

характеристиками. В п'яти вузлах кріплення сходів були обмежені переміщення по трьох напрямках.

Розрахункове навантаження від власної ваги (рис. 3,а) і ваги людей, розташованих на ступенях сходів уздовж внутрішньої і зовнішньої тятиви (рис. 3,б), моделювалося у вигляді симетричних та кососиметричних зосереджених сил у вузлах перетину ступенів та тятиви і приймалося рівними $80 H$ та $700 H$ відповідно.

Для визначення несучої спроможності сходів виконані статичний розрахунок напружено-деформованого стану при дії сумарного розрахункового навантаження.

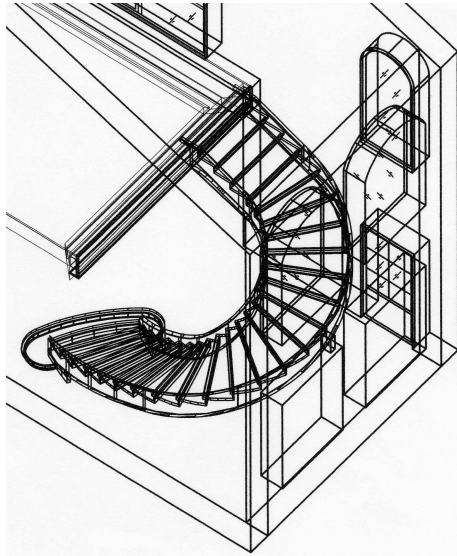


Рис. 1. Конструкція гвинтових сходів

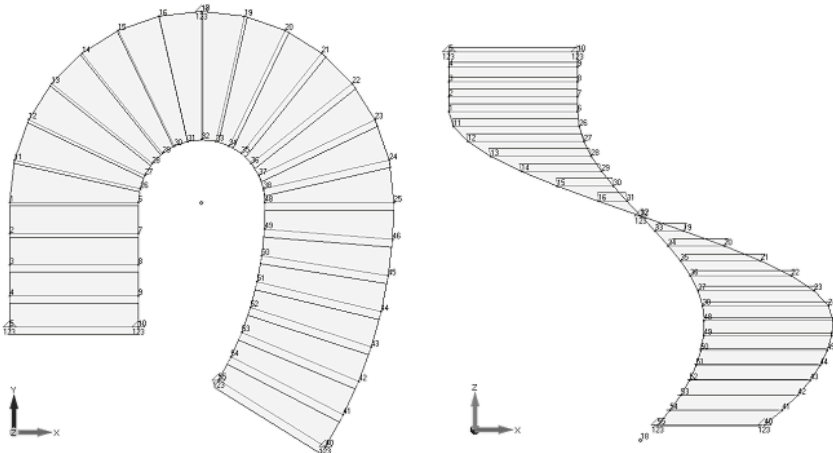


Рис. 2. Скінченноелементна модель сходів

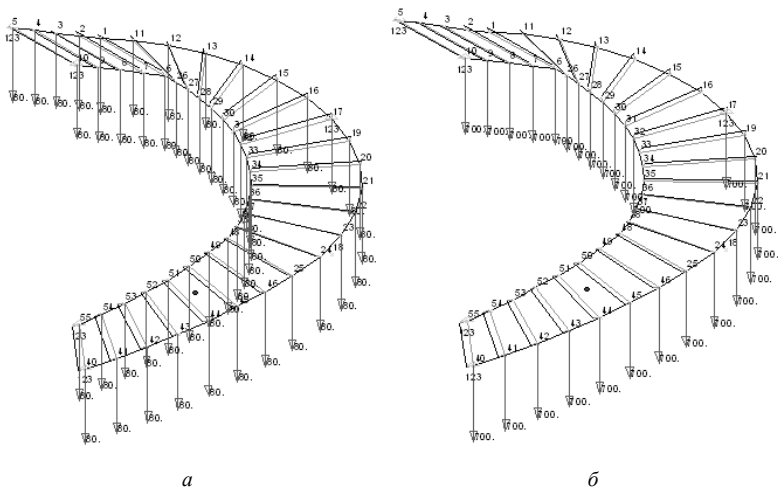


Рис. 3. Навантаження на гвинтові сходи

Деформований стан сходів представлений на рис. 4. Максимальні переміщення спостерігалися у вузлі 25 скінченноелементної моделі сходів і склали 7 мм ; максимальні напруження – в елементі 64 (вузли 20, 34) і склали $7,3 \text{ МПа}$.

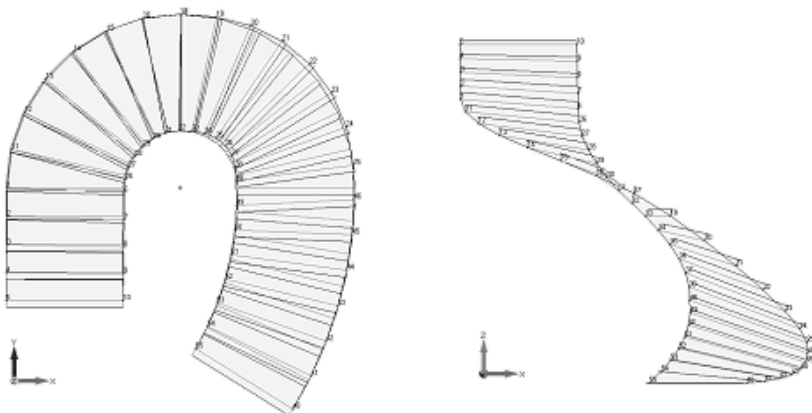


Рис. 4. Деформований стан сходів

Максимальне напруження не перевищує допустимого напруження розтягу для дуба, тобто менше за $9\text{-}13 \text{ МПа}$.

В роботі виконаний розрахунок гвинтових сходів на стійкість (рис. 5) за допомогою розв'язання задачі на власні значення та розв'язання нелінійної задачі статики.

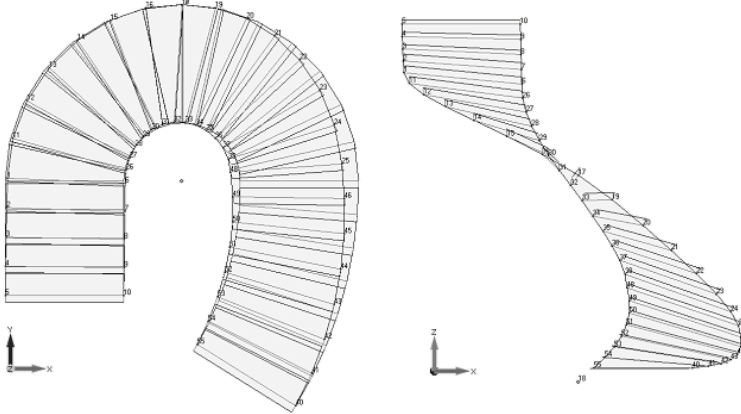


Рис. 5. Розрахунок сходів на стійкість

Отримане перше критичне навантаження за допомогою методу Ланцоша склало 84390 H на один вузол моделі, що у 97 разів перевищило розрахункове навантаження. При цьому максимальні переміщення і напруження також набагато перевищили допустимі значення. Розрахунок стійкості за допомогою розв'язання нелінійної задачі стійкості покроковим методом Ньютона-Рафсона дозволило відстежити навантаження, при якому напруження в елементах сходів було рівним за допустиме, воно склало 2184 H на один вузол моделі. Тобто критичне навантаження на гвинтові сходи перевищує розрахункове сумарне навантаження у 2,51 рази.

Висновок. Несуча спроможність та стійкість гвинтових самонесучих сходів представленої конструкції і виготовленої з дуба забезпечена.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.
2. ДБН В.1.1-7-2002. Захист від пожежі Пожежна безпека об'єктів.
3. Линович Л.Е. Расчет и конструирование частей гражданских зданий. – К.: Будівельник, 1972. – 644 с.
4. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. - М.: ДМК Пресс, 2001.- 448 с.

Стаття надійшла до редакції 21.12.2012 р.

Геращенко О.В.

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИНТОВОЙ САМОНЕСУЩЕЙ ЛЕСТНИЦЫ

В работе исследована несущая способность и устойчивость винтовой самонесущей лестницы.

Gerashchenko O.V.

CARRYING CAPACITY OF SCREW SELF SUPPORTING STAIRS CALCULATION

The load-bearing capacity and stability of the self-supporting spiral staircase is studied.