

УДК 624.011

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДЕРЕВ'ЯНИХ ФЕРМ У
ПЕРЕДАВАРІЙНИХ УМОВАХ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕРЕВЯННЫХ ФЕРМ В
ПРЕДАВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯХ**

**RESEARCH WORK TO WOODEN FARMS IN EMERGENCY
CONDITIONS**

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

Алексеевєц В.И., к.т.н, Гомон С.С., к.т.н., (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ривне)

Aleksievets V., candidate of technical sciences, Gomon S., candidate of technical sciences, (National university of water management and nature resources used, Rivne)

В статті наведено результати дослідження дерев'яних ферм в перед аварійних умовах

В статье приведены результаты исследования деревянных ферм в предаварийных условиях

The article presents the results of research to the wooden farms in emergency conditions

Ключові слова

Дерев'яні конструкції, експлуатація, прогресуюче руйнування

Деревянные конструкции, эксплуатация, прогрессирующее разрушение

Wooden construction, maintenance, progressive destruction

Вступ. В перед аварійних умовах дерев'яних ферм потрібно враховувати прогресуюче руйнування їх елементів, для того щоб запобігти повного руйнування конструкції. Для цього необхідно провести дослідження напружено-деформованого стану елементів ферми і провести розрахунки з метою підсилення елементів даних ферм, для забезпечення міцності і стійкості у разі локального руйнування несучих елементів. Оскільки причиною втрати несучої здатності можуть бути фактори, які не розглядаються в звичайному проектуванні і можуть призводити до

лавиноподібного руйнування, тому необхідно проводити подібні дослідження.

Під прогресуючим (лавиноподібним) обваленням розуміється поширення початкового локального ушкодження у вигляді ланцюгової реакції від елемента до елемента, яке в кінцевому рахунку, призводить до обвалення всієї споруди або непропорційно великих його частини. Причиною руйнування може бути будь-яка з безлічі аварійних ситуацій, які не розглядаються у звичайному проектуванні. У той же час землетруси, пожежі, сильні вітри на які проводяться розрахунки будівель у відповідності з будівельними нормами, також не повинні призводити до прогресуючого обвалення.

У той час, як питання захисту від прогресуючого обвалення великопанельних будинків вивчені, розроблені методики розрахунку і рекомендації з конструювання, а численні приклади аварій підтверджують їх ефективність, аналогічних рішень дерев'яних конструкцій, а зокрема ферм, немає.

Термін "прогресуюче обвалення" і формулювання проблеми захисту будівель з'явилися в 1968 р. у доповіді комісії, що розслідувала причини аварії 22-поверхового панельного житлового будинку «Роунан Пойнт» у Лондоні. Після публікації доповіді практично у всіх розвинених країнах були розпочаті дослідження цієї проблеми, і до кінця 70-х років аналіз можливих засобів захисту від прогресуючого обвалення будівель різних конструктивних систем з урахуванням економічних критеріїв був в основному завершений.

В останні роки в зарубіжні будівельні норми введено поняття ризику, запропоновано підходи для визначення рівня ризику, оцінки проектних заходів запобігання прогресуючого обвалення, які враховують цінність і вразливість споруди. Відзначено, що ніякими економічно виправданими заходами не можна повністю виключити ризик відмови будь-якого несучого елемента. Кожна споруда має деяку ймовірність руйнування. Спроба наблизити цю ймовірність до нуля супроводжується стрімким зростанням вартості спорудження. Крім того, споруди не можуть бути абсолютно вільними від ризику обвалення через різні властивості будівельних матеріалів, труднощів адекватного моделювання поведінки системи навіть з використанням сучасних програмних комплексів. 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, на реалізацію необхідного для цього запасу часу і т.п.

В даний час відсутній загальноприйнятий науково обґрунтований підхід або практика проектування будівель і споруд, що зберігають структурну цілісність при різних варіантах розрахункових навантажень і аварійних впливів. Відзначено складність теоретичного визначення можливості

прогресуючого обвалення будівлі через відсутність чітких визначень, починаючи від імовірності виникнення і величини передбачуваної небезпеки. У більшості випадків аварійні впливи не можуть бути визначені кількісно і невідома ступінь можливих початкових ушкоджень. Не розроблено аналітичні методи визначення початкових пошкоджень і прогнозування ймовірності подальшого прогресуючого обвалення споруди через передбачувані аварійні впливи. Неможливо використовувати чисельні методи розрахунку МКЕ зважаючи на відсутність докладних знань поведінки конструкцій при прогресуючому обваленні, а також достатнього досвіду побудови структурних комплексних моделей та інтерпретації результатів обчислень. Необхідні розробки з розвитку вдосконаленої методики оцінки вразливості конструктивних систем і їх вдосконалення для пом'якшення прогресуючого обвалення при різних варіантах небезпеки.

Метою роботи даного дослідження є вивчення роботи дерев'яних трапецевидних ферм та вплив руйнування одного з несучих елементів на напружено-деформований стан інших елементів.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети було проведено розрахунок двох трапецевидних метало-дерев'яних ферм, проліт яких становить 24 м, висота ферми на опорі – 2,8 м, в коньку – 4 м (рис. 1, 2).

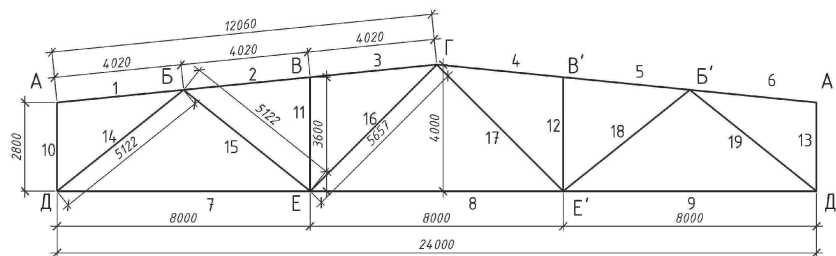


Рис.1. Геометрична схема ферми №1

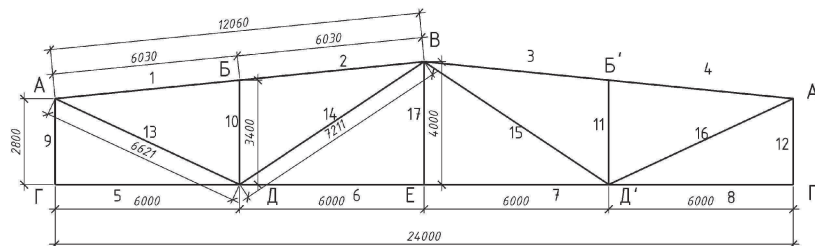


Рис.2. Геометрична схема ферми №2

Розрахунки проводились в ПК Ліра. Після формування розрахункової схеми ферми необхідно вказати жорсткості елементів. Верхній пояс і решітка ферми складається з клеєних брусів розміром 10 x 20 см, нижній пояс з двох рівнополицевих кутиків 100x10 мм.

До розрахункової моделі прикладаються три завантаження: постійне, снігове і снігове на пів прольоту. Навантаження прикладаємо до вузлів верхнього поясу. Після виконання розрахунків проводиться фактичний підбір перерізів всіх елементів ферми, та задаються в ПК Ліра.

Після проведення розрахунків повздовжніх зусиль в елементах ферми №1 проводимо моделювання ситуації, коли руйнується один з елементів ферми. Відкидаємо розкоси та стояки ферми, крім опорних та проводимо розрахунок зусиль в кожному окремому випадку. Результати та розрахункові схеми ферми № 1 наведено на рисунку 3 та таблиці 1.

Схема ферми Ф-1 після руйнування стержня 11

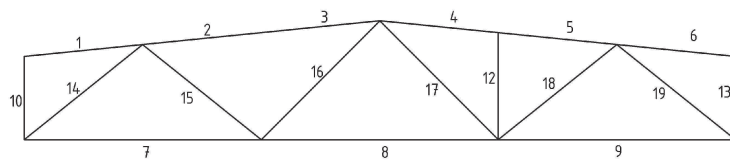


Схема ферми Ф-1 після руйнування стержня 15

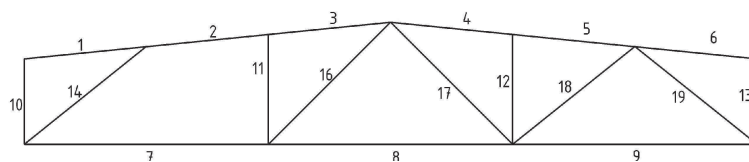


Схема ферми Ф-1 після руйнування стержня 16

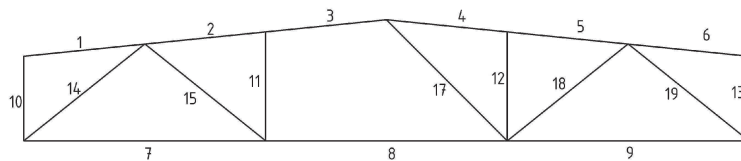


Рис. 3. Схеми ферми №1 після руйнування стержнів

Другим етапом досліджуємо конструктивну схему у вигляді каркасу, з врахуванням просторової жорсткості. У ПК Ліра моделюємо схему у вигляді трьох ферм, розміщених з кроком 6 м, що опираються на цегляні стіни, товщиною 510 мм і між якими влаштовані горизонтальні та вертикальні в'язі з дерев'яних брусів, розміром поперечного перерізу 80 x 120 мм (рис. 4). Навантаження прикладаємо рівномірно-розподілене, що більш правильно

моделює реальні умови. Досліджуємо вплив сусідніх ферм через в'язі жорсткості на зміну зусиль у елементах ферми.

Таблиця 1

Порівняння зусиль ферми №1 при руйнуванні елементів

Номер елемента	Розрахункові зусилля, кН	Розрахункові зусилля при руйнуванні стержня 15, кН	Відсоток, %	Розрахункові зусилля при руйнуванні стержня 16, кН	Відсоток, %	Розрахункові зусилля при руйнуванні стержня 11, кН	Відсоток, %
1	0	0	0	0	0	0	0
2	-333,452	-297,222	-9,46	-336,712	+0,98	-306,980	-5,7
3	-333,452	-301,903	-9,46	-336,712	+0,98	-306,980	-5,7
7	233,622	287,874	+23,22	232,883	-0,32	254,411	+8,9
8	336,666	343,376	+1,99	334,674	-0,59	349,007	+3,66
10	-37,709	-23,017	-38,96	-38,003	+0,78	-29,421	-21,98
11	-73,852	38,669	Зміна знаку	-80,434	+8,91	-	-
14	-298,708	-357,132	+19,56	-297,862	-0,28	-332,680	+11,37
15	125,667	-	-	129,013	+2,66	69,695	-44,54
16	-6,896	-58,003	+741,1	-	-	-59,036	+756,1

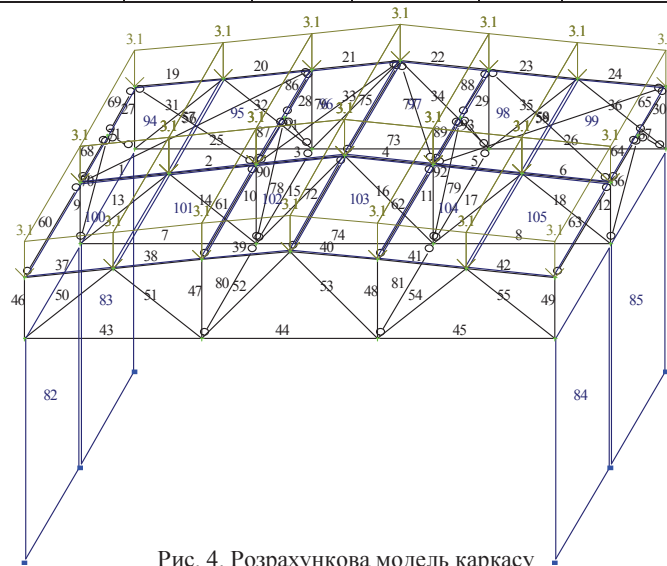


Рис. 4. Розрахункова модель каркасу

Аналогічні дослідження та розрахунки проводились для ферми №2 (рис. 5).

Схема ферми Ф-1 після руйнування стержня 10

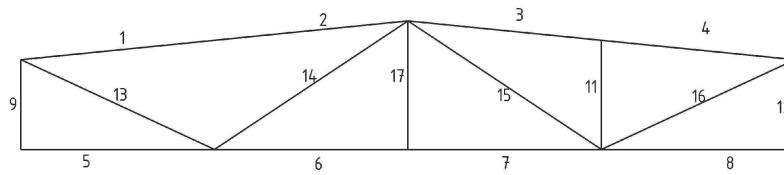


Схема ферми Ф-1 після руйнування стержня 14

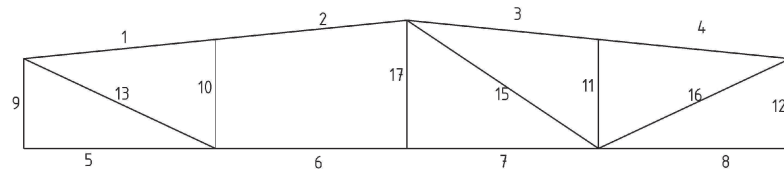


Рис. 4. Схеми ферми №2 після руйнування стержнів

Висновки. Для проектування доцільно вибрати геометричну схему ферми №2, тому що зміна розрахункових зусиль при руйнуванні елементів значно менша ніж у ферми №1. У фермі № 1 максимальне зусилля виникає в стержні 16 і збільшується на 756,1 %, відносно розрахункового. А у фермі № 2 в елементі 14 - 266,1 %. Тому перевіряємо міцність і стійкість елементів ферми №2 за максимальними зусиллями. За необхідності розраховуємо необхідні розміри поперечних перерізів елементів ферми № 2.

Після проведення розрахунків та підбору перерізів елементів ферми №2 з врахуванням впливу прогресуючого руйнування встановлено, що необхідно збільшити розміри поперечних перерізів елементів 5, 6 (нижній пояс ферми) на 8,8 %, елемента 14 (центральный розкіс) збільшити на 57,14% в порівнянні від вихідних розрахунків (без врахування прогресуючого руйнування).

1. Перельмутер А.В. Прогресуюче обвалення і методологія проектування конструкцій (вдосконалення нормативних документів). № 6-2004 «Сейсмостійке будівництво. Безпека споруд», 2004. 2. ДБН В.1.2.2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Мінбуд України. – Київ: 2006 – С. 79. 3. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ Мінбуд України. – Київ: 2006. 4. Перельмутер А.В., Кріксунов Е.З., Мосіна Н.В. Реалізація розрахунку монолітних житлових будівель на прогресуюче (лавиноподібне) обвалення в середовищі обчислювального комплексу SCAD Office. Інженерно-будівельний журнал, № 2, 2009.