

УДК 693.542

В. Телемко, магістр

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КАРКАСУ АНГАРУ ДЛЯ ЛІТАКІВ

V. Telemko, master.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

## COMPUTER SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE HANGAR FRAME FOR AIRCRAFT

**Abstract.** Three structural schemes of covering the hangar frame were analyzed and the optimal - frame beam covering was chosen. Modeling of the spatial scheme of the frame was carried out. On the basis of the calculation, which was carried out with using the "Scad 21.1" software complex, taking into account all the necessary factors, the stress-strain state of the load-bearing elements and nodes was investigated.

При проектуванні промислових будівель великих розмірів (цехів, ангарів тощо) важливим питанням є вибір конструктивної схеми покриття з точки зору експлуатаційних та архітектурних вимог, просідання опор, витрат матеріалу, геологічних умов, технологічності виготовлення та монтажу, а також дослідження його поведінки при дії статичних навантажень. Існує багато можливих варіантів конструктивних рішень покриттів, кожен із яких має свої переваги та недоліки, а тому актуальним завданням є його обґрунтований вибір. Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану (НДС) будівлі дозволяє з високою точністю встановити вплив значної кількості зовнішніх і внутрішніх чинників в умовах експлуатації та не допустити появи граничних станів.

Метою даної роботи є вибір конструктивної схеми покриття і комп'ютерне моделювання НДС каркасу ангару для обслуговування літаків з розмірами в плані 108x72 м.

Порівнювали три конструктивних схеми покриття ангару: балочне покриття з двоскатних ферм, рамно-балкове покриття, арочне покриття з балковим розміщенням. Аналіз показав, що оптимальним є рамно-балкове покриття, при застосуванні якого найбільш раціонально використовується внутрішній простір, найменша матеріаломісткість конструкції, яка виготовляється на заводі і укрупнюється на місці. Незважаючи на його основний недолік - схильність до просідання опор, такий варіант покриття найбільш перспективний при проектуванні споруд даного призначення (рис. 1, 2).

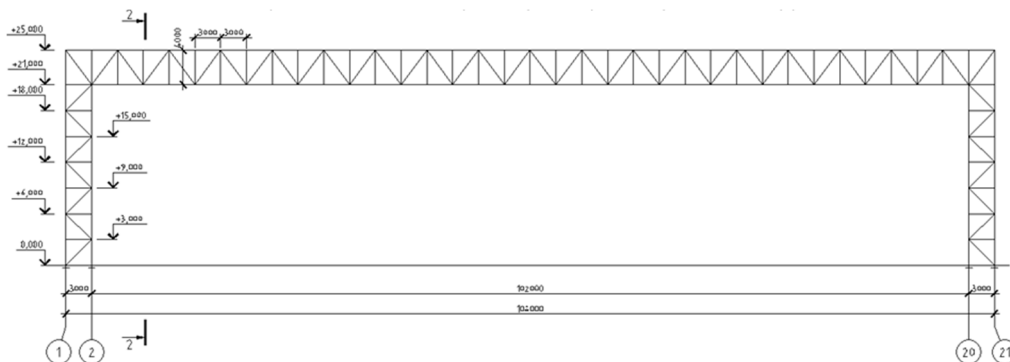


Рис. 1. Конструктивна схема ангару із рамно-балковим покриттям

У поздовжньому напрямку це дві рами прольотом 102 м, з'єднані в жорсткий блок системою зв'язків. У поперечному – це ферми прольотом 66 м, які спираються на колону з одного боку і на нижній пояс рами з іншого. Жорсткість прогонових конструкцій забезпечується зв'язками по верхніх і нижніх поясах ферм та рам. Висота до низу конструкцій покриття змінна – від 15 до 21 м. З'єднання ферм з рамою – шарнірне, ферм з колонами – шарнірне, сполучення колон з фундаментами – шарнірне. Похила ферма, прольотом 66 метрів, виконана з труб квадратного перерізу, складається з 5 відправних елементів двох типорозмірів довжиною 12 і 18 м. Пояси та стійки поздовжньої рами прольотом 102 м виконані зі зварних двотаврів. Розкоси, затяжки і зв'язки рами виконані з труб квадратного перерізу. Рама складається з 13 відправних елементів чотирьох типорозмірів. Поздовжня рама – безшарнірна.

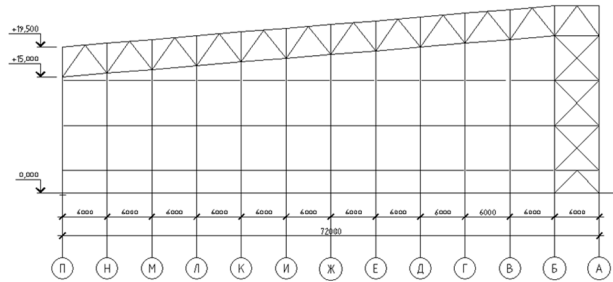


Рис. 2. Розріз 2-2

Для будівлі ангару прийнято поздовжньо-поперечне компонування (рис.3). Будівля прямокутної форми у плані. Розміри будівлі в плані в осях 1-21 та А-П становлять 108х72м. У поздовжньому напрямку по осях А і Б застосовано блок двох безшарнірних порталних рам прольотом 102 м. У поперечному напрямку ферми прольотом 66 м з кроком 6м спираються на порталну раму осі Б, і на колони осі П.

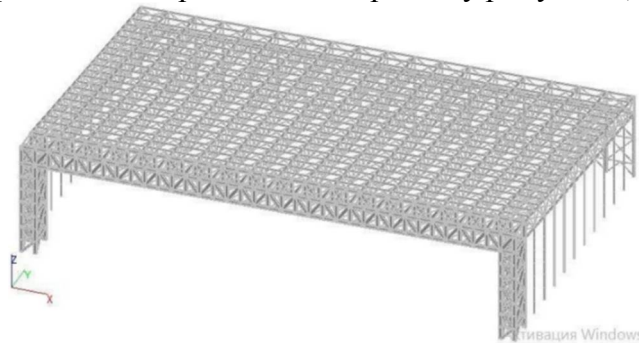


Рис. 3. Просторова схема каркасу будівлі.

Розрахунок з урахуванням просторової роботи каркасу ангару було здійснено у програмному комплексі «Scad 21.1». Крок колон був рівний 6 м по осі П і безпосередньо на них спиралі поздовжні. Схему застосування навантажень по осі П подано на рис. 4.

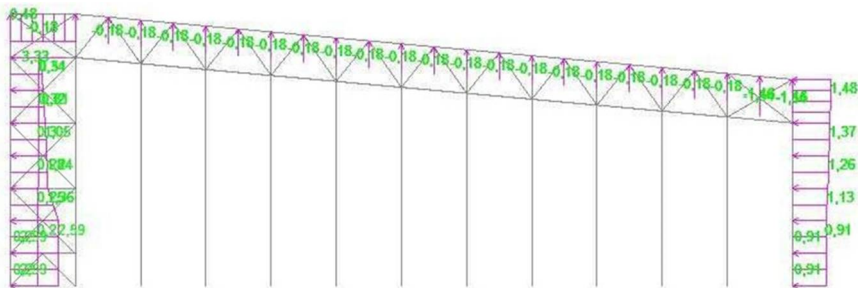


Рис. 4. Схема прикладання навантажень по осі П.

Визначали коефіцієнти використання перерізів верхнього і нижнього поясів та розкосів ферми (рис.5).

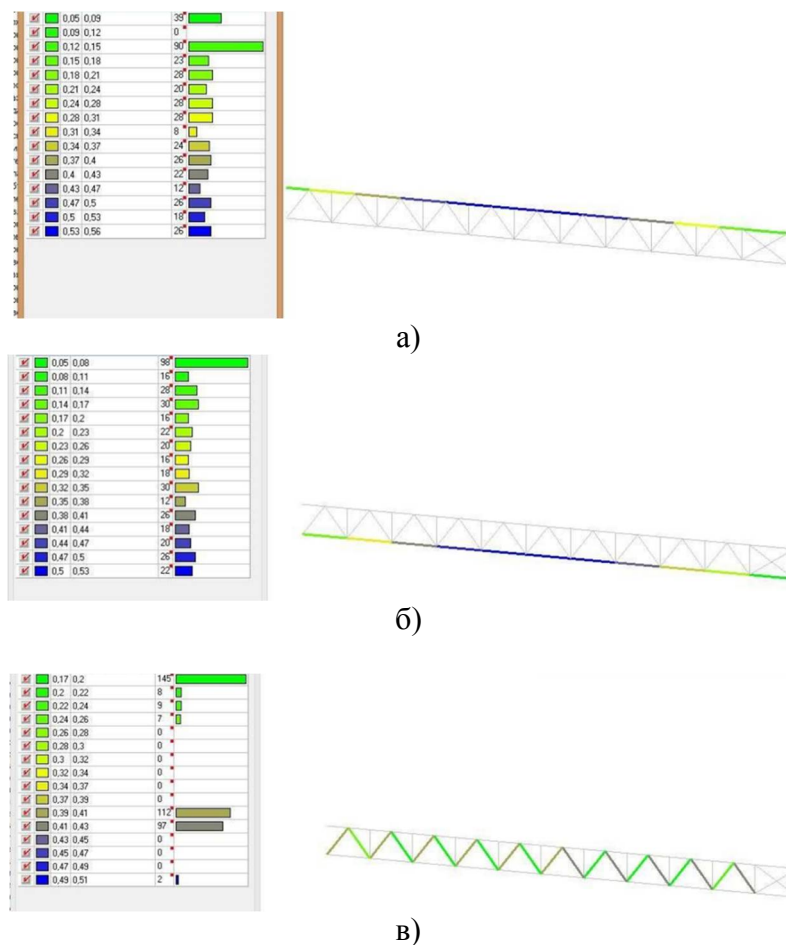


Рис. 5. Коефіцієнти використання перерізів верхнього (а), нижнього(б) поясів та розкосів (в) ферми.

На основі розрахунку каркаса проводили точний розрахунок за міцністю та стійкістю несучих елементів, а також розрахунок вузлів, з урахуванням усіх необхідних факторів за нормами, вносили коригування в конструкцію каркасу будівлі заданням жорсткості в програмі "SCAD" і перевіряли деформативні властивості каркасу.

#### Література.

1. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будинків і споруд, що експлуатуються : ДБН 362-92. – К.: Вид-во Держкомбуд України, 1995.

2. Ковальчук Я. О. Комп'ютерне моделювання деформації зварної ферми з косинками у вузлах / Ярослав Олексійович Ковальчук, Наталія Ярославівна Шингера // Вісник ТНТУ, — Т. : ТНТУ, 2016 — Том 83. — № 3. — С. 73-78. — (Механіка та матеріалознавство).

3. Mykhailo Hud, Simulation of the stress-strain state of a cylindrical tank under the action of forced oscillations, Procedia Structural Integrity, Volume 36,2022, Pages 79-86, ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.006>.

4. Ясній, П. В., Пиндус, Ю. І. і Гудь, М. І. (2020) «Аналіз напружено-деформованого стану підсиленої циліндричної оболонки при вільних поперечних коливаннях», *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, (4(77)), с. 41–49. [doi: 10.31471/1993-9973-2020-4\(77\)-41-49](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2020-4(77)-41-49).