

Висновки. Одержана система рівнянь (19)–(22), (24) – математична модель динаміки намотувальної системи в загальному вигляді. Складність її полягає в загальності постановки задачі і характерній формі барабанів. Але після числових розрахунків параметрів очевидні спрощення задачі.

1. Будзан В.І., Віннік В.М. Методика знаходження силових та кінематичних співвідношень у намотувальних системах з двома некруглими барабанами // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2005. – № 539: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 8–12.
2. Будзан В.І., Віннік В.М., Винник В.В. Представлення кінематичних співвідношень в системах зовнішнього намотування барабанами у формі прямокутників з круговим спряженням кутів // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2006. – № 556: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 18–23.
3. Віннік В.М., Будзан В.І., Коцюмбас О.Й. Кінематичні та силові співвідношення в намотувальній системі з поступальним підпружиненим компенсатором // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка” – 2008. – № 42: Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні та приладобудуванні. – С. 58–64.

УДК 621.825.5

О.І. Ворона*, В.М. Гелетій, Я.М. Новіцький

*ВАТ “Проектно конструкторський інститут конвеєробудування”,
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра деталей машин

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ КОНВЕЄРІВ

© Ворона О.І., Гелетій В.М., Новіцький Я.М., 2009

Розглянуті питання комп'ютерного моделювання процесів статичного і динамічного навантаження конвеєрів. Досліджені особливості застосування сучасних програмних продуктів розрахунку несучих конструкцій конвеєрів.

The long-sized metal constructions of conveyers and computer simulation of its static and dynamical processes are considered. The paper concerns the features of application of software products are for calculations of bearings constructions of conveyers

Постановка проблеми. Несучі балки довгомірних стрічкових конвеєрів, які проектуються для експлуатації в кар'єрах, мають довжину до 50 – 70 м і, як правило, виконуються у вигляді ферм. Розрахунки таких ферм відомими методами будівельної механіки є дуже громіздкими і особливо незручними у випадку оптимізації конструкції. Популярні сучасні програмні продукти проектування металоконструкцій і аналізу їх напружено-деформованого стану виконують поставлену задачу з різним ступенем адекватності і ефективності виконання.

Аналіз відомих досліджень та публікацій та постановка задачі. Розрахункові модулі програмних продуктів моделювання металоконструкцій як правило базуються на основі методу скінченних елементів. Необхідно враховувати неминучі під час застосування числових алгоритмів прийняті допущення і похибки. Незважаючи на наявну документованість числових методів програмних продуктів, вони залишаються в значному ступені чорними скриньками з певною непередбаченістю результатів і можливістю дещо по-різному їх трактувати. Тому питання оцінювання адекватності результатів аналізу напружено-деформованого стану металоконструкцій є завжди важливим і актуальним.

Основний матеріал. Розрахунки несучих металоконструкцій конвеєрів виконували методом скінченних елементів за допомогою програмного продукту CosmosWorks, який є інтегрованим в середовище проектування SolidWorks. Сучасні версії програмного продукту CosmosWorks дають змогу для одержаної моделі конструкції використовувати різні типи скінченних елементів від об'ємних до стержневих. Порівняльний аналіз результатів одержаних для різних варіантів кінцевоелементних сіток дає доволі важливу інформацію про їх адекватність реальності. Для прикладу наведені результати розрахунку рами на основі об'ємної і стержневої кінцевоелементної сітки (рис. 1, 2), а також програми, яка базується на методі переміщень, що дозволяє оцінити ефективність і доцільність використання різних розрахункових моделей.

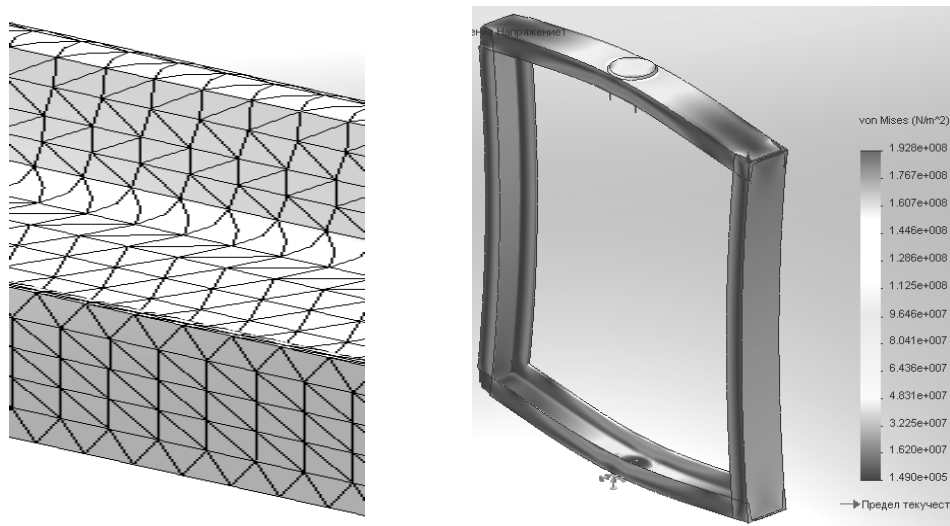


Рис. 1. Кінцевоелементна сітка рами типу „на твердому тілі” та еквівалентні напруження

Розмір елемента 10 мм. Вузлів 115186, елементів 59055. Час створення сітки 26 с.

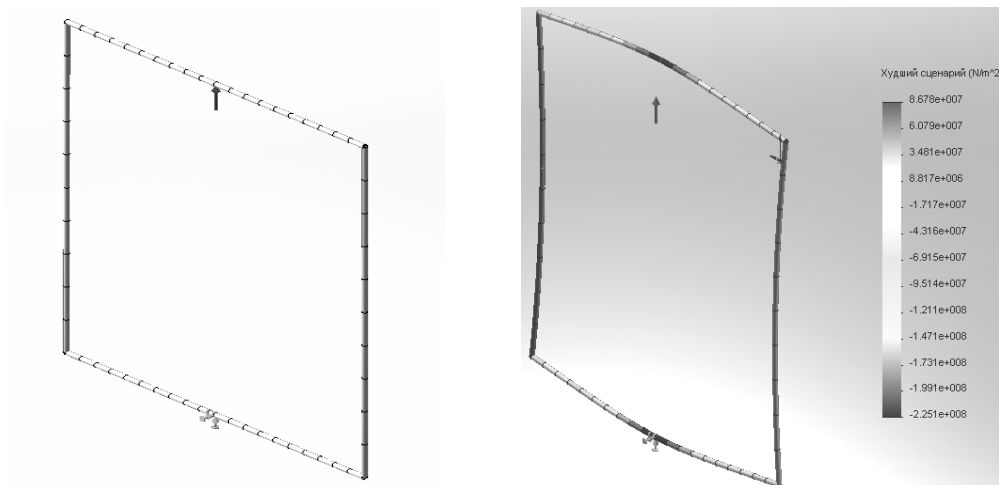


Рис. 2. Кінцевоелементна сітка рами типу „структура балок” та еквівалентні напруження

Вузлів 66, елементів 60. Час створення сітки 1 с.

Розрахункову модель конвеєра Вирівського кар'єру (рис. 3) будували згідно з кресленнями в середовищі SolidWorks*. Розрахунки виконували методом скінченних елементів за допомогою програмного продукту CosmosWorks*, який є додатком до SolidWorks (розрахунковим модулем).

На рис. 3 наведено результат розбивки конструкції на скінченні елементи. Кількість елементів – 3020 шт., а вузлів – 3034 шт.

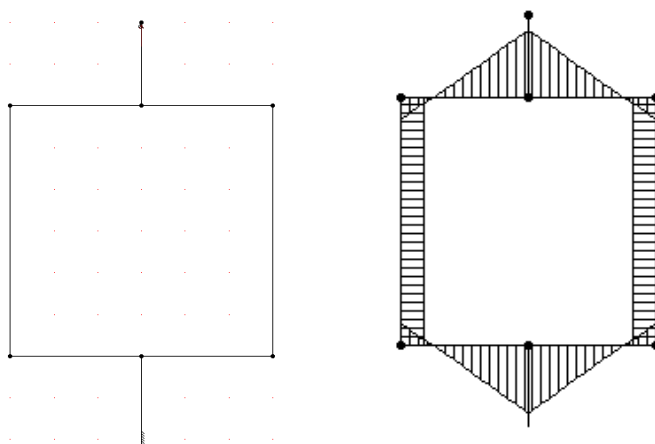


Рис. 3. Розрахункова модель рами та епюри згинних моментів

Параметри навантаження (гравітаційного, робочого та снігового) надані замовником і становлять 2800 Н на одну точку прикладання. Точок прикладання (верхні вузли ферми та кронштейни несучих роликів) 58 шт. На рис. 4 наведено візуалізацію процесу навантаження конструкції конвеєра. Отже, загальне навантаження опор конвеєра становить 162400 Н, або 16,25 тс.

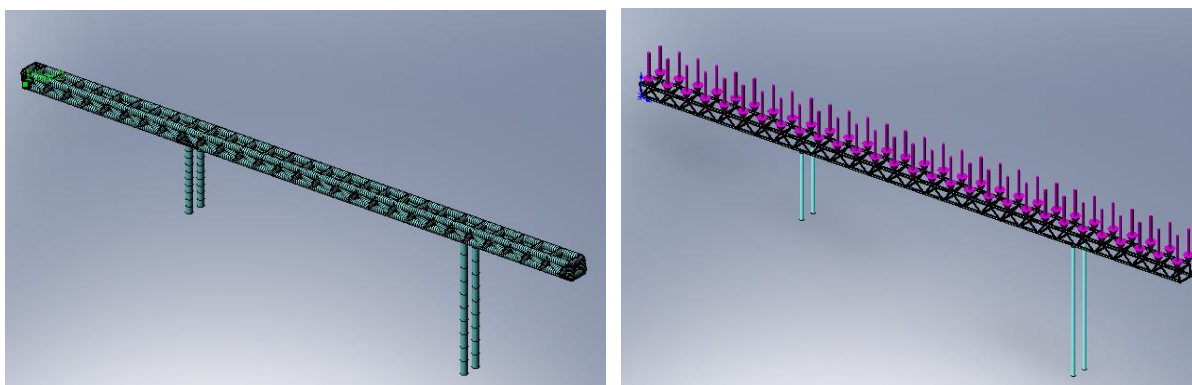


Рис. 4. Розрахункова модель конвеєра

На рис. 5 зображено хромограму напруженого стану конструкції зі збереженням деформованого вигляду в масштабі 200:1 внаслідок дії на конструкцію згинального моменту. Теплі кольори хромограми (червоний, оранжевий, жовтий) вказують на напруження розтягу, а холодні (зелений, голубий, синій) на напруження стиску. Як очевидно із рисунка, напруження розтягу є дещо більшими за напруження стиску, що можна пояснити її концентрацією в зоні опор – стояків. Максимальні значення величин напружень стиску $\sigma_c=51$ МПа, а розтягу $\sigma_p=60$ МПа, що є цілком допустимо для конструкційних сталей звичайної якості.

Для кращого узагальнення та подання напружено-деформованого стану несучої конструкції конвеєра використаємо зондування напруженого стану. В SolidWorks це здійснюється за допомогою командного меню. Вказуючи вказівником миші на ті чи інші вузли та елементи конструкції, отримуємо числові значення напружень, які відображаються як безпосередньо над елементом, так і в стеку командного меню.

Відобразивши таким чином низку елементів вздовж верхньої балки несучої ферми конструкції, отримуємо графічну залежність напружень від координати (точки зондування) конвеєра, тобто розподіл еквівалентних напружень по довжині конвеєра.

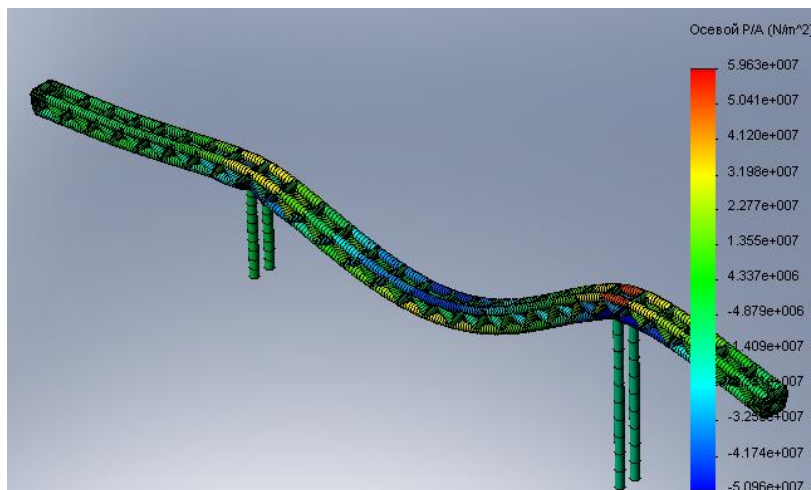


Рис. 5. Напружено-деформований стан конструкції (напруження від дії згинального моменту)

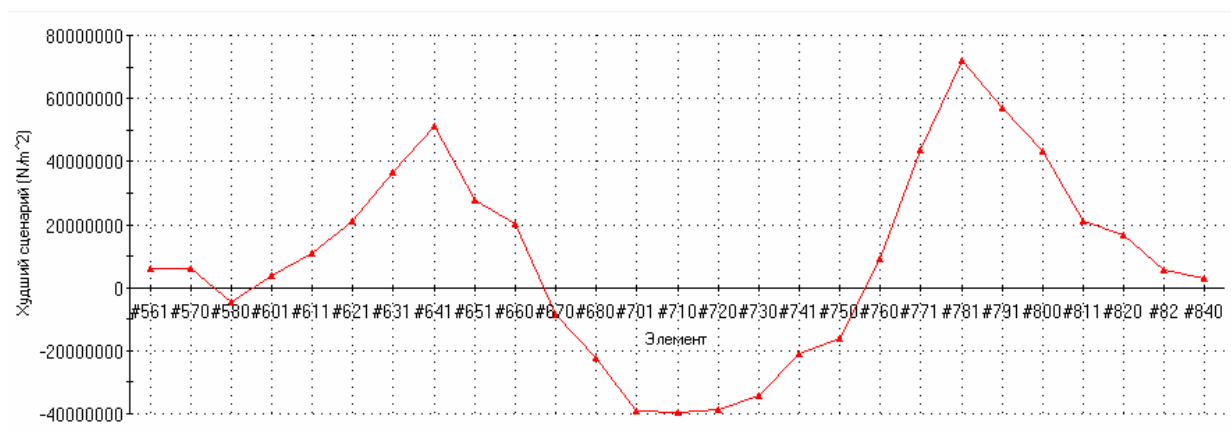


Рис. 6. Результат зондування напружень конструкції – розподіл еквівалентних напружень по довжині конвеєра

Аналіз стійкості несучої конструкції конвеєра вказує на те, що втрата стійкості відбудеться в області вищого стояка у разі п'ятикратного збільшення навантаження, тобто коефіцієнт запасу по стійкості 5. Ліцензоване програмне забезпечення надане фірмою “Інтегратор”.

Висновки. Розглянуті питання комп'ютерного моделювання процесів статичного і динамічного навантаження конвеєрів. Досліджені особливості застосування сучасних програмних продуктів розрахунку несучих конструкцій конвеєрів. Виконаний також порівняльний аналіз результатів розрахунку ферми стрічкового транспортера завдовжки 50 м. методом переміщень та різними варіаціями методу кінцевих елементів.