

УДК 692.415

М.М. Руденко, ст. викладач  
М.Г. Болотов, канд. техн. наук, доцент  
І.О. Прибитько, канд. техн. наук, доцент  
І.В. Нагорна, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, [rudenko\\_bear@mail.ru](mailto:rudenko_bear@mail.ru)

## ЗНИЖЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ПЕРЕКРИТТЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛІ

Покрівля є одним з найважливіших конструктивних елементів як промислових, так і громадських споруд, основним призначенням якої є захист будівлі від опадів у вигляді дощу чи снігу, а також від втрат тепла в зимовий період і перегріву влітку. Однак значного розповсюдження набули також не утеплені (холодні) покрівлі (укриття для техніки, криті токи, деякі складські приміщення, неопалювані промислові будівлі, гарячі цехи та ін.) [1].

Як правило, несучі елементи виконують із металу, деревини або залізобетону, але найбільшого розповсюдження набули саме металеві конструкції завдяки ряду переваг, головним чином пов'язаних із високою їх несучою здатністю, надійністю, легкою транспортабельністю та інше. Однак поряд із перевагами металеві конструкції володіють і рядом недоліків, головним чином пов'язаних з низькою корозійною та вогнестійкістю більшості з металів, що суттєво обмежують їх використання [2].

При проектуванні металевих конструкцій повинні враховуватись умови експлуатації, економії металу, транспортабельності, технологічності, швидкісного монтажу, довговічності, зручності догляду під час експлуатації та естетичності.

Метою даної роботи є дослідження можливості зменшення металоємності конструкцій перекриття промислових будівель при врахуванні жорсткості профільованого настилу.

Найбільш цікавим матеріалом, з точки зору проектування металевих конструкцій, є сталеві профільовані листи, завдяки ряду переваг: вони мають порівняно великий діапазон типорозмірів, низьку вартість та вагу, можуть застосовуватись для будь-яких кутів нахилу покрівлі.

Профілі сталеві листові гнуті з гофрами у вигляді трапецій для будівництва застосовуються в якості настилів покриття, як огорожувальний матеріал і в огорожувальних конструкціях (стінові панелі, перегородки, ворота та ін.), в промислових будівлях з легких металевих конструкцій, що експлуатуються в неагресивних і слабо агресивних середовищах [3].

Для наших досліджень було обрано односкатну ферму з паралельними поясами та трикутною решіткою з додатковими стійками (рис. 1). Розглядається прямокутний переріз елементів ферм. Обрано мінімальний розмір прольоту що дорівнює 6 м, крок ферм становить 2 м. Також було обрано прямокутний переріз для прогонів та встановлено крок прогонів 1 м та 2 м (два випадки).

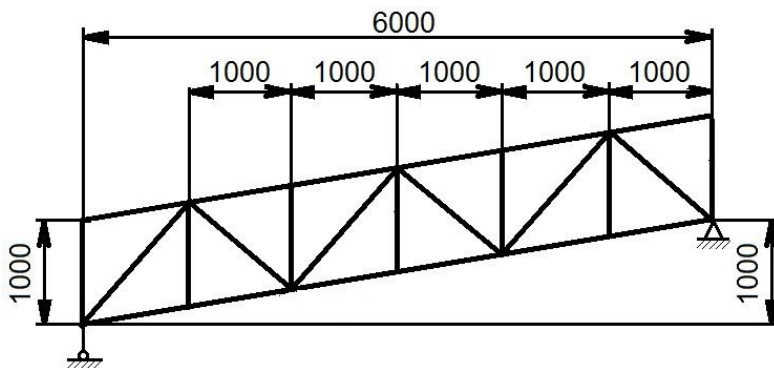
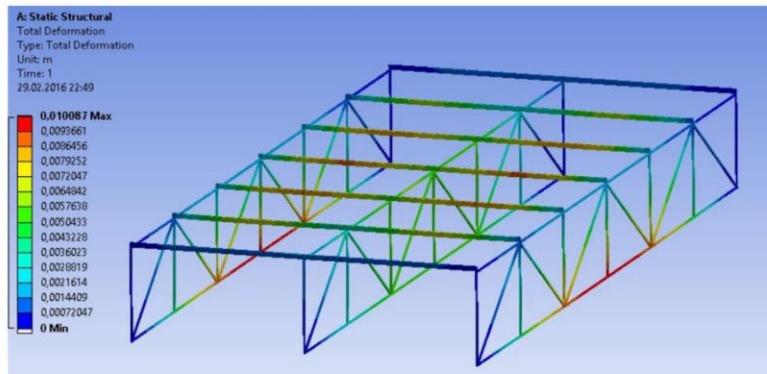
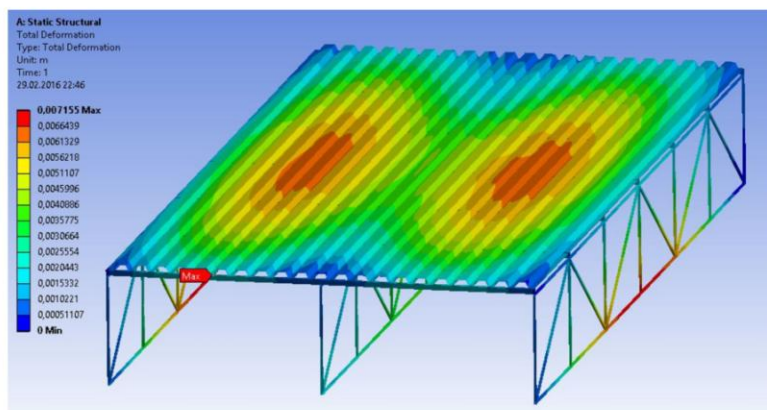


Рис. 1 – Розрахункова схема ферми

В даній роботі використовується програма Компас 3D V12 для побудови тривимірного каркасу конструкції та профільованих листів, та APM WinMachine 2008, а саме модуль Structure 3D, застосовується для розрахунку методом скінченних елементів каркасу покрівлі (без профільованого настилу). В якості еталону використовуються дані, отримані при розрахунку плоскої ферми матричним методом в середовищі Mathcad. Основний розрахунок каркасу з профільованим настилом проводиться в середовищі ANSYS 10.0 – Workbench. Порівняно з іншими математичними пакетами перевагою Workbench є менша ресурсоємність. Результати розрахунків приведені на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2 – Результати розрахунку каркасу в Workbench: а) без покрівельного матеріалу; б) з покрівельним матеріалом

4. Дослідження потрібно проводити для кожного окремого випадку використання профільованого настилу (в залежності від параметрів покрівлі – типу ферми, кроку ферм, величини прольоту та ін.).

5. Розрахунок конструкцій покрівлі слід проводити розглядаючи каркас будівлі вцілому, а не окремі ферми.

Розподіл напружень у каркасі дозволяє досліджувати лише точку, що знаходиться посередині нижнього поясу ферми. Це можливо завдяки тому, що розрахунки в середовищі Workbench та APM WinMachine дають схожі картини розподілу напружень.

Використання сучасних математичних пакетів: APM WinMachine, SolidWorks, ANSYS дозволяє врахувати вплив жорсткості профільованого листа на загальну роботу покрівлі.

В ході проведення розрахунків було отримано наступні результати:

1. Профільований настил збільшує жорсткість покрівлі, зменшуючи прогин ферми (на 20-30%).

2. Профільований настил змінює картину розподілу напружень в елементах ферми.

3. При врахуванні жорсткості профільованого настилу з'являється можливість зменшити металоємність конструкцій перекриття промислових будівель.

#### Список посилань

1. Клименко, Ф.Є. Металеві конструкції [Текст] / Ф. Є. Клименко, В. М. Барабаш, Л. І. Стороженко. – 2-ге вид., випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.

2. Современные технологии расчета а проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование. Исследовательские задачи. [Текст] / [Барабаш М.С., Лазнюк М.В., Мартынова М.В., Пресняков Н.И.] – М.: АСВ, 2008. – 328 с.

3. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий / [Горев В.В., Уваров Б.Ю., Филиппов В.В., Белый Г.И. и др.] – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 528 с.

УДК 620.22 – 621.921.34

**Н.В. Олексієнко, канд. техн. наук, доцент**

**Т.І. Бутенко, канд. техн. наук, доцент**

**С.О. Колінько, канд. фіз.-мат. наук, доцент**

Черкаський державний технологічний університет, [but82006@rambler.ru](mailto:but82006@rambler.ru)

### **СТРУКТУРА ПЕРЕХІДНОЇ ЗОНИ «КАРБІДНА ГРАНУЛА-ЗВ'ЯЗКА» В НАПЛАВОЧНОМУ КОМПОЗИЦІЙНОМУ МАТЕРІАЛІ $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$**

Розвиток багатьох галузей промисловості, зокрема, машинобудівної та гірничодобувної, пов'язаний з застосуванням матеріалів, які б гарантували надійність та працездатність робочого інструменту. У вітчизняній та закордонній практиці серед таких матеріалів широко використовуються тверді сплави. Ці матеріали володіють унікальними властивостями, поєднуючи високу твердість, стійкість до зношування та корозії в різних середовищах. Проте, досягнення оптимального поєднання твердості, зносостійкості, жаростійкості з в'язкістю матеріалу є однією із головних проблем в технології отримання твердих сплавів. Одним із напрямків вирішення даної проблеми є розробка технологічних процесів формування композиційних матеріалів, в структурі яких кожна тугоплавка частинка оточена шаром зв'язуючого матеріалу.

Для отримання необхідних фізико-механічних характеристик композиційних кераміко-металевих матеріалів на основі карбіду бора  $B_4C$  визначальними є процеси їх формування в присутності рідкої фази, протікання яких в значній мірі зумовлене змочуванням та контактною взаємодією на межі розділу. Рідкофазне спікання є поширеним технологічним прийомом, при якому легкоплавкий компонент, який входить до складу шихти, утворює рідку фазу, що призводить до різкої активації ущільнення та забезпечує одержання виробів з високими фізико-механічними властивостями.

Проте, одержати щільні вироби для систем з відсутністю розчинності або малою розчинністю компонентів типу тугоплавке з'єднання - зв'язка досить складно. Залишкова пористість навіть для композицій з високим вмістом легкоплавкої складової (до 60 об.%) становить для різної зернистості тугоплавкої складової від 10% до 30% [1]. У таких випадках необхідне використання тиску (гаряче ізостатичне пресування (ГІП)), що збільшує ступінь та швидкість процесу перегрупування частинок, підвищує швидкість розчинення матеріалу твердої фази в рідкій на контактах частинок і може викликати пластичну текучість самих твердих частинок.

Гарантом достатньо високих фізико-механічних властивостей зносостійких матеріалів є структура композита, зокрема, структура перехідних шарів карбід-зв'язка[2]. В даній роботі представлені дослідження мікроструктури перехідної зони «карбідна гранула - зв'язка» в наплавочному композиційному матеріалі  $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$  [3].

Дослідження проводились на зразках матеріалу, отриманого методом ГІП. Пористість даного сплаву склала до 0,6%. На рис. 1 наведено фото мікроструктури композиційного матеріалу  $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$ , отримане на мікроскопі Stereoskan 200. Гранули карбіду бора добре змочені матеріалом зв'язки, чітко видно ріст перехідної зони навколо твердої фази  $B_4C$ , що свідчить про дифузну взаємодію між карбідом бора та з матеріалом зв'язки  $(Ti-Ni-Mo)$ .