УДК 624.014.25(088.8)

М.В. Гоголь, О.М. Гайда, І.М. Надала
Національний університет "Львівська політехніка", кафедра БВ

РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Гоголь М.В., Гайда О.М., Надала І.М., 2002

Аналізуються деякі методи регулювання зусиль в металевих прогінних балочних конструкціях з використанням оптимізаційних програм. Проведена оцінка отриманого ефекту, визначені області раціонального використання таких методів.

Підвищення ефективності металевих конструкцій можна досягнути, використовуючи різні методи регулювання їх внутрішнього напружено-деформованого стану. Його можна виконувати введенням попередньо напружених зусиль, попереднім деформуванням, зміною статичної схеми, а також реалізацією принципу суміщення функцій, перетворенням моноекстремальних епюр внутрішніх напружень в поліекстремальні. Останнє і дозволяє створити порівняно "новий" клас конструкцій. Однак для практичної реалізації такого "нового" класу конструкцій необхідно провести теоретично експериментальні дослідження таких металевих конструкцій, в яких різними методами ведеться регулювання внутрішнього напружено-деформованого стану з перетворенням епюр. Використання різних методів регулювання "комплексно", дає можливість створити нові типи конструкцій.

Ряд проведених досліджень показує, що біроспірні конструкції, у різних їх формах, дозволяють досягнути такого регулювання напружено-деформованого стану, при якому загальні деформації конструкцій будуть у кілька разів менші порівняно з деформаціями типових конструкцій, при одночасній економії сталі [1]. Поєднання функцій стиску і згину, суміщення арочновантового ефекту забезпечує найбільш повне та раціональне використання матеріалу конструкції. Створення, врахування та визначення оптимальної області застосування таких конструктивних прийомів, що міняють роботу типових конструкцій в заданому напрямку є перспективним способом регулювання зусиль.

На кафедрі "Будівельне виробництво" проводиться аналіз роботи та оптимізація прогінних комбінованих крнструкцій, в яких застосовані нові підходи до формування як конструктивної, так і розрахункової схем роботи. Йдеться про поєднання в одній конструкції конструктивних елементів різного типу (вант, балка, шпренгель), суміщення в роботі матеріалу функцій стиску-розтягу та згину, цілеспрямованої зміни умов опирання та перетворення епюр внутрішніх зусиль.

Інтерес становить розгляд роботи комбінованої конструкції, де в прогоні суміщені балка та вант, причому балка опирається на опори так, що опорна реакція діє під кутом, та одночасно балка опирається на вант [2]. Корисне навантаження прикладене до балки, опертої на похилі опори викликає появу сили обтиску нижнього поясу або розпору.Балка водночас підкріплюється в центрі прогону вантом, котрий може анкеруватись як на колонах рами, так і в інших елементах споруди (наприклад несучих стінах) (рис. 1).

Поєднання в прогонній конструкції жорсткого балочного та високоефективного, але податливого вантового елементів, дозволяє отримати достатньо жорстку і водночас ефективну конструкцію. Сили розпору балки чи арки та натягу ванта виносять частину

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

згинального моменту з прогону на опори і задача полягає в тому, щоб віднайти оптимальні співвідношення зусиль, геометричних характеристик та форм в такій конструкції.

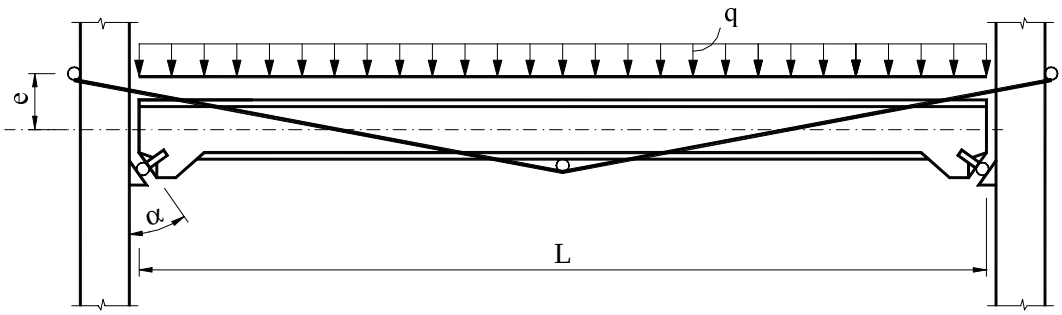

Рис. 1. Комбінована вантовобалочна прогінна конструкція

Дана комбінована конструкція є один раз статично невизначена. Виберемо основну систему, як зображено на рис. 2

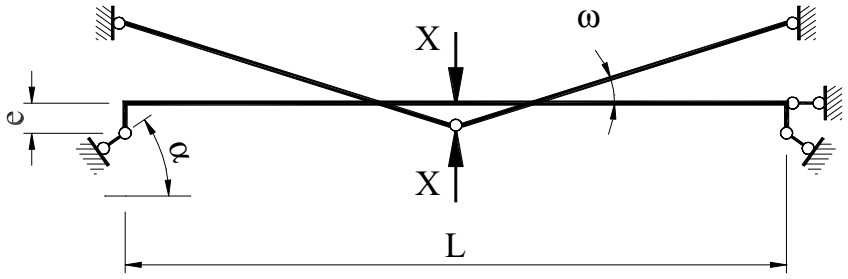

Рис. 2. Розрахункова схема комбінованої конструкції

Рівняння сумісності деформацій в точці x = l/2 запишеться так.

$$\delta_p^0 + \delta_x^0 = ZX\,. \tag{1}$$

Внаслідок необхідності враховувати вплив поздовжньої стискаючої сили на роботу балки, члени рівняння (1) слід знаходити з врахуванням роботи конструкції за деформованою схемою.

Метою даного дослідження було визначити області раціонального використання та оптимальні параметри розглядуваної комбінованої прогінної конструкції. Для досягнення цієї мети було створено математичну модель роботи розглядуваної конструкції. Робота, описана даною математичною моделлю аналізувалась за допомогою ЕОМ. При цьому проводилось визначення оптимальних конструктивних параметрів за критерієм мінімальної ваги.

Необхідно зазначити, що оптимізація здійснювалась з використанням методу неортональної проекції градієнта, ефективність використання якого підтверджена числовими дослідженнями, виконаними як закордонними науковцями, так і вітчизняними, зокрема, на кафедрі металевих та дерев'яних конструкцій КНУБА під керівництвом проф. В.О. Пермякова [4]. Даний метод ґрунтується на іттеративній побудові у просторі змінних проектування послідовності

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

модифікацій проекту, що забезпечує ліквідацію нев'язок порушених обмежень та збіжність до точки з мінімальним значенням функції мети. Застосування модифікації цього методу подано роботі [5].

В результаті розрахунків та оптимізації отримано попередні результати, що засвідчують високу ефективність застосування за певних умов таких конструкцій. Найбільшого ефекту розвантаження порівняно з традиційними конструкціями вдається досягнути при прогонах 20–40 м і знаходиться воно в межах 20 %. Причому прогини такої конструкції становлять 0,3 f_n , що показує особливу актуальність їх застосування, коли визначальними є граничні стани другої групи.

Значення оптимального кута опирання прогінної балки знаходиться в межах 39–75° та залежить від навантаження, прогону та ексцесисинтрету прикладання горизонтальної складової опорної рекції.

За певних умов в комбінованій конструкції доцільно замінити жорсткий прогінний елемент балку на ферму (рис. 3). Таке поєднання, за умов дотримання оптимальних кутів та співвідношень площ поепречних перерізів елементів, дозволяє перекривати прогони до 80 метрів, значно зменшує масу ферми, дозволяє регулювати розподіл зусиль в рамі каркасу.

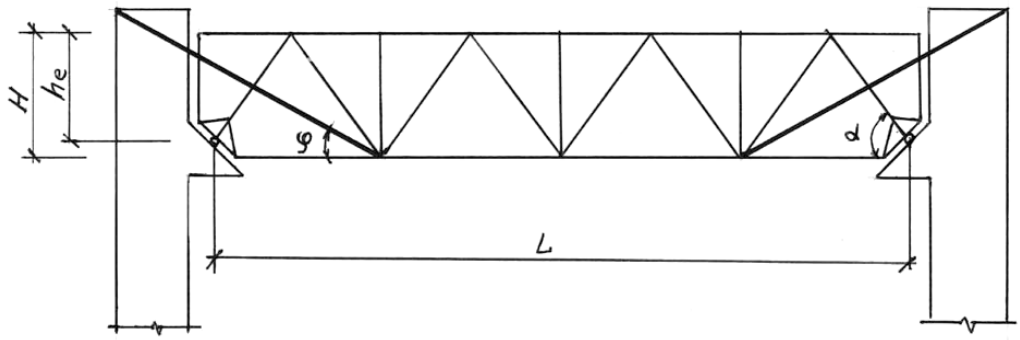

Рис. 3. Комбінована фермова прогінна конструкція

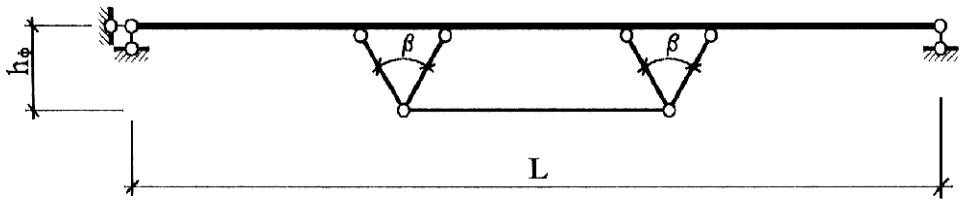

Рис. 4. Комбінована прогінна конструкція

Особливо ефективною з погляду поліекстремності епюр напружень є комбінована прогінна конструкція (рис. 3), в якій прогінна суцільна балка підкріплена знизу шпренгелем з оптимальними геометричними характеристиками, що створює ефективні пружні опори в прогоні. Особливістю такої конструктивної схеми є перетворення епюри моментів з моно-

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

екстремної в поліекстремну, що дає можливість досягнути зменшення робочого матеріалу в середній частині прогону і дозволяє економити до 12 % металу.

1. Тимошенко П. Устойчивость упругих систем / Пер. с англ. И.К. нитко. – 2-е изд. – М., 1955. – С. 12–62. 2.Заявка на винахід № 99127148. Балочна конструкція / М.В. Гоголь, О.М. Гайда. Пріоритет від 28.12.99. 3. Гоголь М.В., Гайда О.М. Регулювання напружень та деформацій в балочних конструкціях // Вісн. НУ "Львівська політехніка". – 2000.– № 409. – С. 41–50. 4. Пермяков В.А., Ременников А.М. Поиск геометрических схем металлических конструкций на основе методов нелинейного програмирования // Совершенствование сварных конструкций / Под ред. М.М. Жербина. – К., 1992. – С. 68–73.

УДК 624.074.04

Б.Г. Демчина
Національний університет "Львівська політехніка", кафедра БКМ

РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВІДСІКІВ БУДІВЕЛЬ ПРИ ПОЖЕЖАХ З ВРАХУВАННЯМ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ*

© Демчина Б.Г., 2002

Побудовано модель напружено-деформованого стану відсіків будівель при пожежах із врахуванням залежності властивостей матеріалів від температури. Наведено результати числового моделювання температурних і силових полів.

Довготривала експлуатація багатоповерхових житлових та цивільних будівель крупнопанельного, об'ємно-блокового, панельно-блокового та монолітного типу показала їх достатню надійність та стійкість до різноманітних впливів, особливо високих температур пожежі. Великі запаси міцності та особливості поведінки залізобетону, як досить стійкого до високих температур конструктивного матеріалу, дають можливість уникнути великих збитків від пожежі.

Застосування останніми роками ефективних полімерних, органічних та неорганічних утеплювачів у зовнішніх стінах з метою економії теплової енергії створило ряд проблем, пов'язаних з пожежами, а саме: ефективні утеплювачі часто є горючими та токсичними матеріалами; застосування їх в несучих залізобетонних перерізах стін та перекрить зменшує розрахункові перерізи та погіршує роботу цих елементів будівлі; нові технології зведення будівель типу "ПЛАСТБАУ", "ГОЛЬДПЛАН", "ТЕРМОДІМ" потребують створення спеціальних вогнеперегороджуючих та вогнезахисних конструктивних елементів та ін.

Зняття багатьох з цих проблем можна вирішити за допомогою врахування під час проектування споруд сумісної роботи окремих стін та перекрить сусідніх приміщень, що створюють просторові блоки (відсіки), які в разі пожежі в окремому приміщенні, можуть

* *Консультантом при написанні статті була канд. фіз.-мат. наук, доц. О.В. Блажієвська.*

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua