

КОМБІНОВАНІ МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД (ДОСЛІДЖЕННЯ, РОЗРАХУНОК, ВИГОТОВЛЕННЯ І МОНТАЖ)

© Гоголь М.В., 2008

Наведено результати досліджень комбінованих легких металевих конструкцій з регулюванням зусиль в них в процесі їх проектування шляхом раціонального підбору жорсткостей, геометричних схем, типів опор тощо. Показана ефективність таких конструктивних форм.

The results of researches of the combined easy metallic constructions are given with adjusting of efforts in them in the process of their planning by the rational choice of inflexibilities, geometrical charts, types of supports, etc. Efficiency of such structural forms is shown.

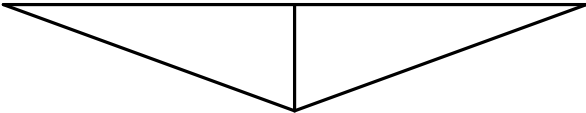
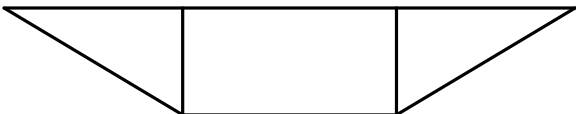
Постановка проблеми. Розвиток будівельної індустрії в Україні вимагає розроблення ефективних будівельних металевих конструкцій, які були б конкурентоспроможними порівняно з зарубіжними аналогами. Одним із методів вирішення цієї проблеми є використання регулювання зусиль в легких металевих комбінованих конструкціях в процесі проектування, що не вимагає додаткових матеріальних витрат [1–4].


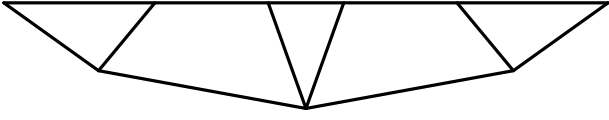
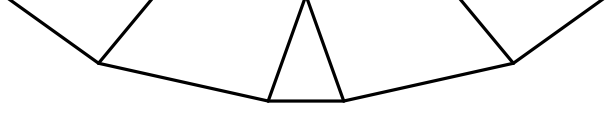
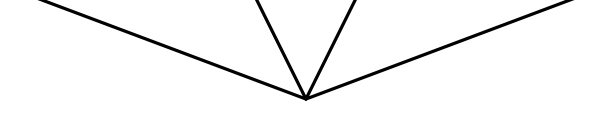

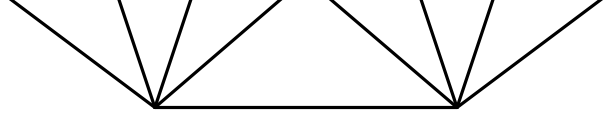
Виклад основного матеріалу. Це, своєю чергою, вимагає розроблення нових конструктивних форм, які б відповідали цим вимогам [5–7].

Нами запропонований номенклатурний ряд ефективних нових легких, малоелементних шпренгельних конструкцій (табл. 1) і раціональні області їх використання.

Таблиця 1

Номенклатурний ряд ефективних малоелементних шпренгельних конструкцій

№ з/п	Схема комбінованої конструкції	Область використання, величина прольотів, м
1	2	3
1		6, 9, 12
2		9, 12, 18

1	2	3
3		9, 12, 18, 24
4		12, 18, 24
5		12, 18, 24
6		9, 12, 18
7		12, 18, 24, 30
8		18, 24, 30, 36, 42

Такі конструктивні схеми є найраціональнішими з погляду регулювання зусиль і концентрації металу в балці жорсткості. Розроблено нові конструктивні форми висячих вантових систем.

Такі системи вимагають, своєю чергою, розроблення, розрахункового методу регулювання зусиль, так і методу розрахунку таких комбінованих конструкцій з врахуванням деформованого стану балки жорсткості [8–11]. За розробленим нами методом балку жорсткості комбінованої системи розглядають як балку на пружних опорах, які моделюють систему підкріплення. При цьому для розрахунку використано не статичні принципи, а енерговаріаційні, зокрема принцип Лагранжа. Для запропонованої розрахункової моделі математична модель описується на основі повної потенційної енергії системи рівнянням

$$e = U + \Pi = \int_0^l \left(\frac{1}{2} EJ_x \left(\frac{d^2 v_x}{dx^2} \right)^2 - v_x q \right) dx + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m K_i V_i^2,$$

де v_x – функція прогинів балки у всіх точках за її довжиною; E – модуль деформації матеріалу балки; K_i – коефіцієнт жорсткості пружної опори “і”; I_x – момент інерції перерізу балки; V_i – величина осідання пружної опори “і”.

Техніко-економічний аналіз ефективності регулювання зусиль в комбінованих шпренгельних системах

Комбінована балко-ферма (регулювання зусиль + МСЕ)

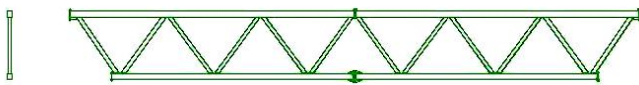
Верхній пояс - прокатний двотавр
Нижній пояс та розкоси - рівнополічкові кутники
У верхній пояс включено залізобетон



№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(КБФ/ЕФ)х 100%
1	Маса конструкції	кг	1616	78,1
2	Довжина зварних швів	м	16,720	69,3
3	Вартість виготовлення	грн.	3869	56,6
4	Кількість елементів	шт.	6	42,9
5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	10452	75,8

Еталонна ферма (МСЕ=>вирізання вузлів)

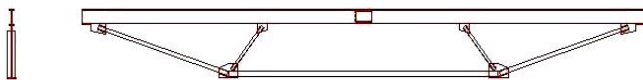
Усі елементи ферми виконані із гнutoзварних профілів згідно ТУ 36-2287-80 та ТУ 67-2287-80



№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(ЕФ/ЕФ)х 100%
1	Маса конструкції	кг	2070	---
2	Довжина зварних швів	м	24,140	---
3	Вартість виготовлення	грн.	6834	---
4	Кількість елементів	шт.	14	---
5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	13796	---

Балко-ферма (МСЕ)

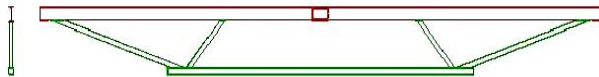
Верхній пояс - прокатний двотавр
Нижній пояс та розкоси - рівнополічкові кутники



№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(БФ/ЕФ)х 100%
1	Маса конструкції	кг	2100	101,4
2	Довжина зварних швів	м	15,490	64,2
3	Вартість виготовлення	грн.	3859	56,5
4	Кількість елементів	шт.	6	42,9
5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	9861	71,5

Балко-ферма із гнutoзварних профілів (МСЕ)

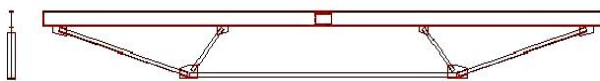
Верхній пояс - прокатний двотавр
Нижній пояс та розкоси - гнutoзварні профілі



№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(БФ _{гп} /ЕФ)х 100%
1	Маса конструкції	кг	2021	97,6
2	Довжина зварних швів	м	15,440	64,0
3	Вартість виготовлення	грн.	6048	88,5
4	Кількість елементів	шт.	6	42,9
5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	12717	92,2

Балко-ферма (регулювання зусиль)

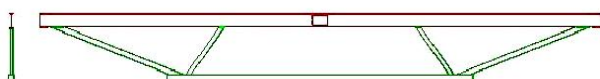
Верхній пояс - прокатний двотавр
Нижній пояс та розкоси - рівнополічкові кутники



(БФ(раз)/БФ)х 100%	№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(БФ(раз)/ЕФ)х 100%
90,8	1	Маса конструкції	кг	1906	92,1
92,7	2	Довжина зварних швів	м	14,360	59,5
89,8	3	Вартість виготовлення	грн.	3467	50,7
100	4	Кількість елементів	шт.	6	42,9
90,0	5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	8877	64,3

Балко-ферма із гнutoзварних профілів (регулювання зусиль)

Верхній пояс - прокатний двотавр
Нижній пояс та розкоси - гнutoзварні профілі



(БФ _{гп} (раз)/БФ _{гп})х 100%	№ п/п	Назва показника	Од. вимір.	Значення показника	(БФ _{гп} (раз)/ЕФ)х 100%
89,9	1	Маса конструкції	кг	1817	87,8
89,2	2	Довжина зварних швів	м	13,780	57,1
97,1	3	Вартість виготовлення	грн.	5873	86,0
42,9	4	Кількість елементів	шт.	6	42,9
93,4	5	Вартість конструкції в "ділі"	грн.	11884	86,1

Результатом роботи стало видання навчального посібника [19], рекомендацій щодо використання результатів 20-річних досліджень в конструкціях покрить і перекриттів будинків і споруд [20].

Для використання цих результатів в проектній практиці розроблена програма і алгоритм розрахунку зусиль розрахунковим способом на ЕОМ (мова ФОРТРАН – IV).

Проведені числові зіставлення результатів розрахунку комбінованих систем запропонованим методом і програмними методами “Міраж” і “Scad”, що ще раз підтвердило достовірність і ефективність методу.

Ці результати були використані і впроваджені при проектуванні таких об’єктів і споруд:

Завод експериментальних досліджень (м. Львів), бізнес-центр “Підзамче” (рисунок), Миколаївський цементний завод, санаторій “Женева” (м. Трускавець).



*Малоелементні комбіновані ферми перекриття з регулюванням зусиль $L=12$ м.
Бізнес-центр “Підзамче”, (м. Львів, 2007 р.)*

Висновки. 1. Методи регулювання зусиль в комбінованих металевих системах на стадії проектування, що супроводжуються шляхом раціонального підбору геометричних параметрів конструкцій, не передбачають додаткових витрат на створення регулюючих зусиль і тому є ефективнішими.

2. Розроблений розрахунковий момент регулювання зусиль у комбінованих системах гарантує отримання запланованого результату вже в процесі проектування.

3. Розроблені конструкції гарантують максимальну концентрацію матеріалу в балках жорсткості і є технологічними при мінімальній кількості елементів, що знижує їх працемісткість.

4. Елементи підкріплення балки жорсткості за запропонованої методикою регулювання потрібно проектувати не із високоміцної, а звичайної сталі, що вигідніше.

5. Технологія виготовлення і монтажу таких систем є простішою і доступною не тільки спеціалізованим заводам і організаціям.

6. Вартість запропонованих балко-ферм з регулюванням зусиль майже на 40 % менша від вартості найпоширенішої сьогодні еталонної ферми.

7. На основі проведених досліджень необхідно розробити альбоми типових конструкцій комбінованих металевих систем, що дають значний економічний ефект для будівельної індустрії України.

1. Пермяков В.А., Гоголь М.В., Пелешко И.Д. Комбинированные металлические конструкции с регулированием и их оптимизация // Наука и инновации в современном строительстве: Международный.

научн.-практ. конф. Сакт-Петербурский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 17–19 окт. 2007 г. – СПб., 2007. – С. 142–145. 2. Гоголь М.В., Пелешко І.Д., Більський М.Р. Регулювання зусиль у стержневих металевих конструкціях // Будівельні металеві конструкції: сьогодення та перспективи розвитку: V Міжнар. наук.-техн. конф. УкрНДІпроектсталь-конструкція. К., 19–22 верес. 2006 р. – К.: Сталь, 2006. – С. 93–95. 3. Гоголь М.В., Більський М.Р., Пелешко І.Д. Проектування і розрахунок комбінованих металевих конструкцій з регулюванням зусиль // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. ОГАСА. Ч. 1. – ОДЕСА, 2006. – С. 34–39. 4. Gogol Myron, Peleshko Ivan, Bilskyj Mykhajlo.Gajda Olexij. New constructive forms and their reliability // Quality and Reliability in Bulding industry: IV International Scientific Conference. 17–19 Oct. 2006. – Levoca, Slovakia. Technical University of Kosice, 2006. 5. Пат. 50014 А Україна, МКИ 7 Е04С3/10 В66С17/00. Балкова конструкція: Пат.50014 А Україна, МКИ 7 Е04С3/10 В66С17/00 / М.В. Гоголь, О.М. Гайда (Україна). – № 99127148; Заявл. 28.12.99; Опубл. 15.10.02. – 2 с. 6. Пат. 46983 А Україна, МКИ 7 Е04С3/10. Прогінна конструкція: Пат.46983 А Україна, МКИ 7 Е04С3/10 / М.В. Гоголь, О.М. Гайда, Б.С. Чайка (Україна). – № 2001031714; Заявл. 14.03.01; Опубл. 17.06.02. – 2 с. 7. Пат. 48841 А Україна, МКИ 7 Е04С3/08. Шпренгельна балка: Пат. 48841 А Україна, МКИ 7 Е04С3/08 / М.В. Гоголь, Б.С. Чайка, О.М. Гайда, І.В. Надала (Україна). – № 2001128874; Заявл. 21.12.01; Опубл. 15.08. 02. – 2 с. 8. Гоголь М.В. Робота балко-ферми під навантаженням // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць Рівненського ДТУ. – 2004. – Вип. 11. – С. 153–160. 9. Пермяков В.О., Гоголь М.В. Проблема регулювання напружено-деформованого стану плоских стержневих металевих конструкцій // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2004. – № 495. – С. 154–157. 10 Гоголь М.В. Особливості розрахунку будівельних конструкцій із регулюванням зусиль // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – Кн. 1. – С. 271–278. 11. Гоголь М.В. Узагальнений метод розрахунку металевих конструкцій з регулюванням зусиль // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – № 462. – С. 25–34. 12. Гоголь М.В. Розрахунок балко-ферми при роботі в області обмежених пластичних деформацій // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2005. – № 545. – С. 32–35. 13. Гоголь М.В. Дослідження раціональних параметрів комбінованих конструкцій // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2007. – № 602. – С. 14–18. 14. Гоголь М.В. Особливості роботи балко-ферм при несиметричному навантаженні // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2007. – № 600. – С. 63–67. 15. Гоголь М.В., Пенцак А.Я. Розрахунок комбінованої металодерев'яної ферми з врахуванням деформацій верхнього поясу // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць Рівненського ДТУ. – 2004. – Вип. 11. – С. 161–169. 16. Гоголь М.В. Основні принципи формоутворення нових типів конструкцій з регулюванням зусиль // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – № 441. – С. 53–58. 17. Гоголь М.В., Пелешко І.Д. Оптимальне проектування комбінованих малоелементних ферм // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць національного університету водного господарства та природокористування. – Рівне, 2008. – Вип. 16, ч. 2: Дослідження, проектування та запровадження ефективних будівельних конструкцій. – С. 99–10. 18. Гоголь М.В. Проблема економічності несучих металоконструкцій перекриття та покриття // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2004. – № 520. – С. 42–45. 19. Проектування раціональних комбінованих металевих конструкцій / Укл.: В.О. Пермяков, М.В. Гоголь, І.Д. Пелешко, М.Р. Більський, Б.С. Чайка; За ред. В.О. Пермякова. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2005. – 180 с. 20. Рекомендації з проектування раціональних металевих несучих конструкцій перекриття та покриття для наукових працівників, аспірантів, студентів будівельних спеціальностей, інженерно-технічних працівників проектних і науково-дослідних організацій та підприємств будівельного профілю / Укл. В.О. Пермяков, М.В. Гоголь. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 24 с.