

Висновки. Описано сучасні ефективні конструкції сталевих решітчастих прогонів покриття зарубіжних виробників та виконано їх порівняння з вітчизняними аналогами. Для легких покрівель і снігових районів України прогони каталогів [1, 2] дають економію від 6 до 30 % порівняно з прогонами за серією [3]. Побудовані графіки залежності висоти прогонів від їх маси. Оптимальні висоти решітчастих прогонів знаходяться в межах: 500 – 600 мм (для прольоту 9 м); 600 – 660 мм (проліт 12 м) та 760 – 800 (проліт 15 м).

Література

1. *Catalogue Metsec "Lattice beam technical manual" 2008 year, Great Britain.*
2. *Catalogue Vulcraft "Steel joists & Joist Girders" 2007 year, USA.*
3. *Серия 1.4623-17/85. Стальные решетчатые прогоны промышленных зданий пролетом 12 м с применением профилей по сокращенному сортаменту металлопроката. Чертежи КМ.– М.: ЦНИИПСК, 1987.-15 с.*
4. *ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.*
5. *СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (Дополнения. Разд. 10. Прогобы и перемещения) /Гострой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.–8 с.*
6. *Бібік В.М. Оптимізація конструкцій наскрізних прогонів покриття / В.М. Бібік, В.В. Воронько, В.С. Соседов // Збірник наукових праць студентів будівельного факультету ПНТУ імені Ю.Кондратюка. Вип. 2. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – с.8 –11.*
7. *Брудка, Я. Легкие стальные конструкции /Я. Брудка, М. Лубиньски.– 2-е изд., доп., пер. с польск.; под ред. С.С. Кармилова. – М.: Стройиздат, 1974. – 342 с.*
8. *Сахновский, М.М. Легкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений / М.М. Сахновский. – К.: Будівельник, 1984. – 160 с., ил.*

Надійшла до редакції 04.05. 2011
© М.В.Бібік, В.М.Бібік, К.С.Дяченко

ИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕГКИХ РЕШЕТЧАТЫХ ПРОГОНОВ И ФЕРМ ПОКРЫТИЯ

В статье рассмотрен современный зарубежный опыт проектирования легких конструкций стальных покрытий, описаны эффективные конструкции решетчатых прогонов английских и американских производителей, выполнено их сравнение с отечественными аналогами. Проанализирован расход металла на изготовление конструкций и даны рекомендации относительно оптимальной высоты сквозного решетчатого прогона в зависимости от пролета и нагрузки.

Ключевые слова: *легкие конструкции стального покрытия, решетчатый прогон, оптимальная форма конструкций, экономичность.*

FROM FOREIGN DESIGN EXPERIENCE OF LIGHT ROOF LATTICE JOISTS AND TRUSSES

Present-day foreign design experience of light structures of steel roofs was studied in this article; effective lattice joists proposed by English and American producers were described and compared to domestic analogues. Consumption of steel for the production of the construction was analyzed and recommendations concerning optimal height of lattice joist depending on span and loads were given.

Keywords: *light construction of steel roof, lattice joist, optimal shape of constructions, economy.*

УДК 624.016

В.Ф. Пенц, к.т.н., доц.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

В.І. Богоста, інженер

ТОВ «АКБ-ЛІНК», м.Кременчук

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ТА ДЕФОРМАЦІЇ ЗГИННИХ НАСКРІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ КВАДРАТНИХ СТАЛЕВИХ ПРОФІЛІВ, ЗАПОВНЕНИХ БЕТОНОМ

Наведено результати експериментальних досліджень несучої здатності та деформацій згинних наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном. Установлений характер втрати несучої здатності дослідних конструкцій.

Ключові слова: наскрізні конструкції, несуча здатність, деформація.

Постановка проблеми. Сучасний рівень будівельного виробництва вимагає від несучих конструкцій високої надійності в поєднанні з малою матеріаломісткістю і мінімальними працевитратами при виготовленні та монтажі. Цим вимогам повною мірою відповідають конструкції з трубобетону, до складу яких входять сталеві профілі й бетон. Значною перевагою трубобетону є порівняно невелика вага конструкцій та відносно мала зовнішня поверхня. Внутрішня поверхня металевих профілів надійно захищена від корозії.

На сьогоднішній день досить глибоко вивчені окремі елементи конструкцій при їх роботі на стиск із найрізноманітнішими поперечними перерізами та типами оболонок і ядер, при короткочасній та тривалій дії навантажень, а також окремі вузли та деталі. Але недостатньо дослідженими є особливості їх спільної роботи у складі окремих несучих конструкцій. А це питання є дуже актуальним, тому що в будівлях і спорудах найвідповідальнішими та вразливими є сполучення окремих елементів як у складі несучої конструкції, так і в будівлі в цілому.

Наскрізні конструкції із квадратних сталевих профілів, які досліджуються, являють собою плоску стрижневу систему, складаються з трубобетонних елементів. Завдяки застосованій технології виготовлення дослідних зразків геометрична незмінність забезпечується за рахунок жорсткого з'єднання елементів решітки з гілками (поясами). Це відповідно значно підвищило ступінь статичної невизначеності конструкцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Із трубобетонних елементів можна збирати за допомогою зварювання міцні решітчасті конструкції промислових будівель [1]. Експериментальні дослідження виявляють в елементах таких конструкцій нерівномірний розподіл напружень у поперечних перерізах, що пояснюється сумісністю роботи сталі й бетону [2, 3].

Постановка завдання. Метою експериментальних досліджень було виявлення характеру руйнування та встановлення граничного навантаження згинних наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном, при різних схемах завантаження, а також порівняння їх поведінки під навантаженням із незаповненими бетоном елементами.

Виклад основного матеріалу. Конструкція і технологія виготовлення дослідних зразків наведена в роботі [4]. Завантаження зразків виконувалися поступово з кроком 0,1 і 0,05 від величини руйнівного навантаження. Витримка на кожному етапі завантаження складала час, необхідний для зняття показань із вимірювальних приладів. Усі зразки доводилися до руйнування. Навантаження передавалося на зразок, який

спирався на опорні шарніри, через траверсу у вигляді двох зосереджених зусиль (рисунок 1).

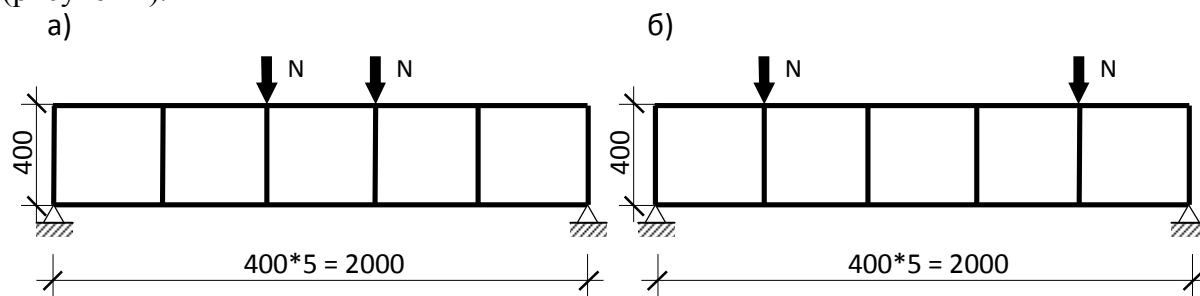


Рисунок 1 – Схеми завантаження: а) схема 3; б) схема 4

За несучу здатність згинних наскрізних конструкцій приймалося зусилля M_1 , котре відповідало досягненню стану текучості сталі металевго профілю у найбільш напруженому волокні. Зусилля M_2 відповідало максимальному зусиллю, яке здатний був витримати дослідний зразок. При досягненні зусилля M_2 прогини у вертикальній площині дослідних зразків набували необоротного характеру. Їх збільшення супроводжується зменшенням величини діючого навантаження.

У таблиці 1 наведено експериментальні значення несучої здатності наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном, а також сталевих без заповнення бетоном.

Таблиця 1 – Характеристика дослідних зразків

| Серія зразка | Характеристика поперечного перерізу | Проліт L , мм | Схема завантаження | Зусилля, кН·м | | |
|--------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|-------|-------------|
| | | | | M_1 | M_2 | M_2 / M_1 |
| ТПЗ-3 | Квадратні сталеві профілі | 2000 | 3 | 77,2 | - | 1,00 |
| ТПЗ-4 | Квадратні сталеві профілі | 2000 | 4 | 56,0 | - | 1,00 |
| ТБЗ-3 | Сталеві профілі, заповнені бетоном | 2000 | 3 | 158,0 | 181,2 | 1,15 |
| ТБЗ-4 | Сталеві профілі, заповнені бетоном | 2000 | 4 | 140,0 | 147,2 | 1,05 |

Руйнування наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів серій ТПС-3 та ТПС-4 відбувалося внаслідок втрати стійкості вертикальними стінками верхнього або нижнього поясів відповідно. Далі відбувалося змінання місць прикладення навантаження. На рисунку 2 наведено приклад змінання опорної частини на нижньому поясі. Досягнення граничного стану відмічалось зниженням величини діючого зусилля. Руйнування зразків наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном, серії ТБС-3 супроводжувалося зростанням прогинів у середині прольоту при фіксованому значенні діючого навантаження. Руйнування зразків серії ТБС-4 відбувалося на опорних частинах нижнього пояса. На рисунку 3 наведено фотографії зразка після випробовування. Так можна бачити, що одночасно зруйнувалися крайні частини нижнього і верхнього поясів. Величина опорного зусилля склала 368 кН, що призвело до руйнування бетону біля торцевих перерізів верхнього та нижнього поясів (рисунок 3, б та в). При цьому бетон верхнього пояса вийшов на 3–4 мм за торцевий зріз труби. А величина реактивного опору бетону виявилася такою, що розірвало вздовж зварювального шва трубу верхнього пояса (холодногнута прямошовна труба) в опорній частині. Бетон нижнього пояса, опираючись змінанню труби, зруйнувався і висипався. Тиск верхнього пояса на опорне ребро жорсткості призвів до втрати останнім стійкості (рисунок 3, г). Нижній пояс відірвався від ребра жорсткості в місці зварювального шва, але по межі зварювання (рисунок 3, д).

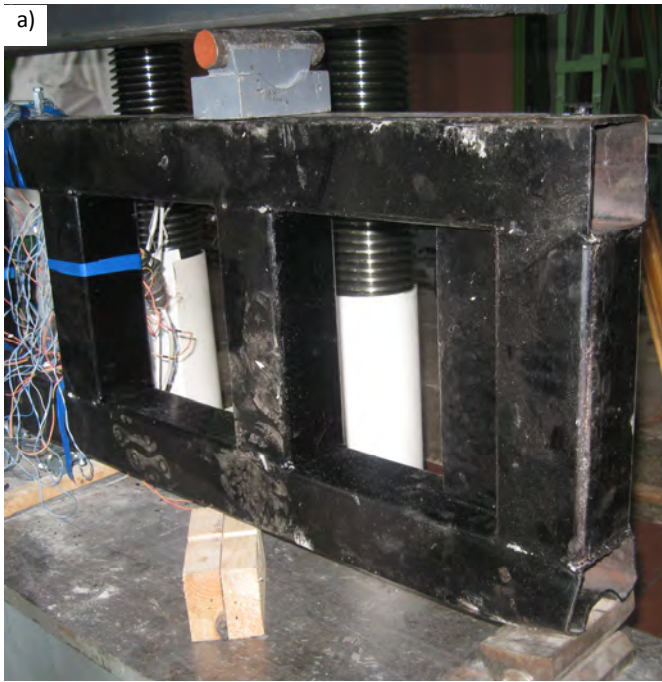


Рисунок 2 – Характер руйнування зразків серії ТПС-4: а) загальний вигляд зразка після руйнування; б) опорний вузол – місце руйнування

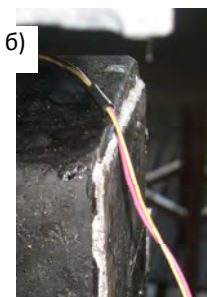
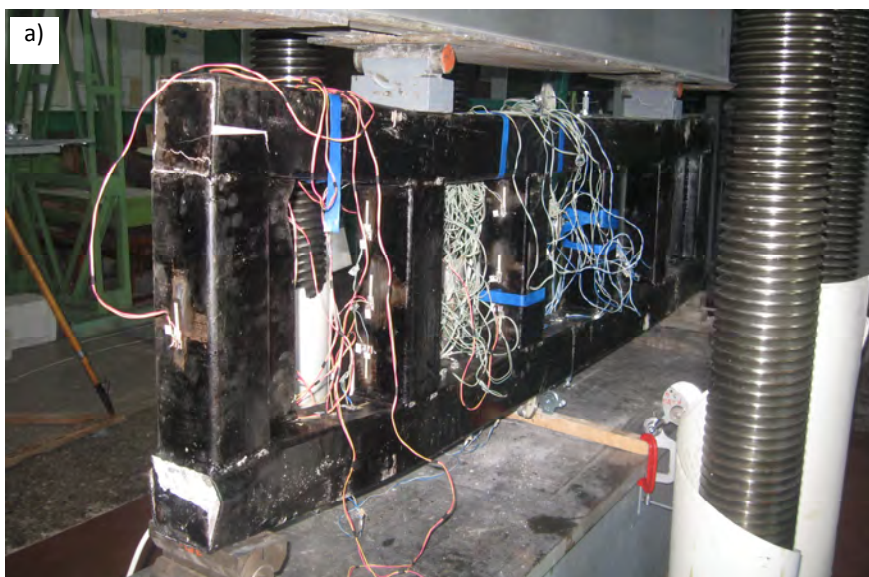


Рисунок 3 – Характер руйнування зразка серії ТБС-4: а) загальний вигляд зразка; б) крайній переріз верхнього пояса; в) опорний вузол; г), д) вузли з'єднання верхнього і нижнього поясів з опорним стояком

Залежність прогинів зразків дослідних конструкцій від навантаження наведено на рисунку 4. З аналізу графіків видно, що збільшення прогинів має криволінійний характер. Трубобетонні конструкції витримали значно більше навантаження, ніж із не заповнених бетоном сталевих профілів.

На рисунку 5 наведено графік розвитку відносних прогинів зразків дослідних конструкцій залежно від величини відносного навантаження. На початкових етапах завантаження до 0,4–0,6 від руйнівного зберігається лінійний характер, а далі більш інтенсивно зростають прогини (рисунки 1).

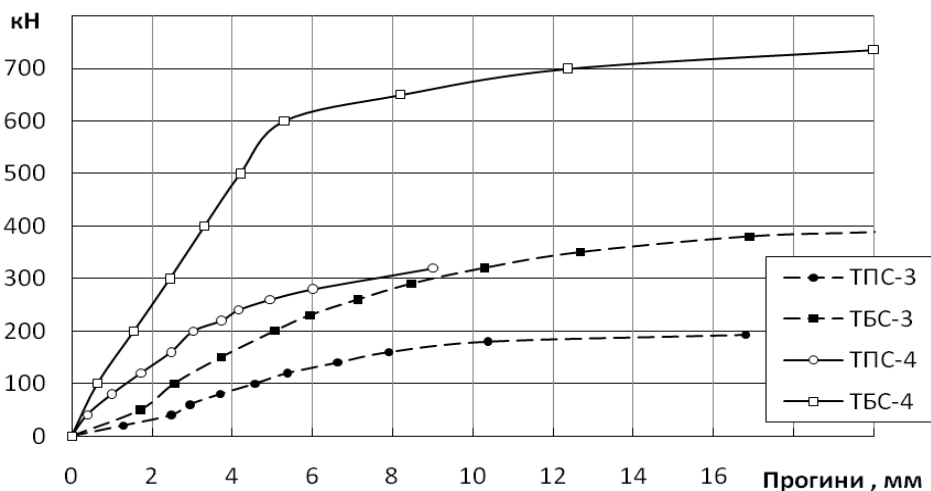


Рисунок 4 – Залежність прогинів згинних наскрізних конструкцій від величини діючого зусилля

Лише зразки серії ТПС-4 з певним наближенням можна вважати такими, що прогинаються пропорційно до навантаження. Рівня відносного прогину величиною 1/200 від прольоту зразки ТПС-3 та ТБС-4 досягли при 0,9 від руйнівного, а ТБС-3 – при 0,75.

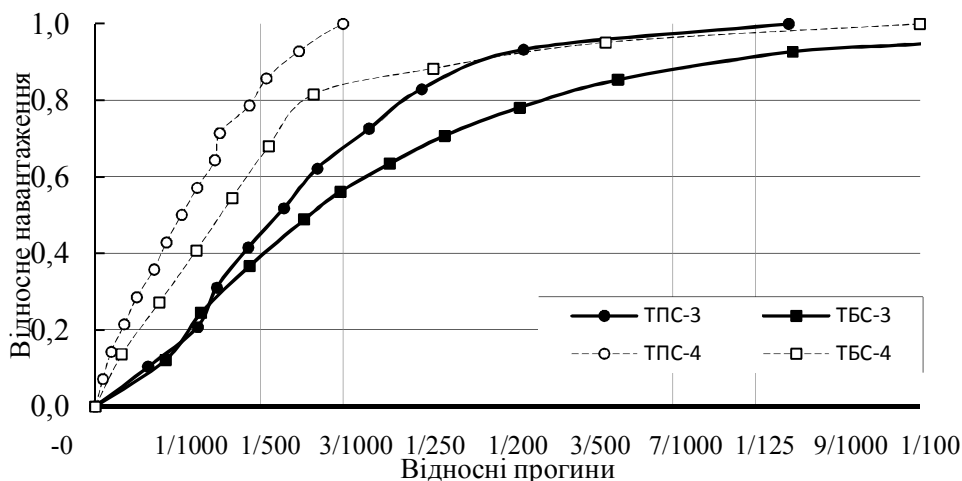


Рисунок 5 – Залежність величини відносних прогинів ($f / 2000$ мм) зразків згинних наскрізних конструкцій від величини відносного навантаження ($M/M_{руйн}$)

Зразок ТПС-4 зруйнувався, не досягнувши зазначеного рівня відносного прогину. Усе це свідчить про надійність наскрізних ферм, виконаних із сталевих профілів квадратного перерізу, які заповнено бетоном.

Висновки. Розроблена методика експериментальних досліджень сталевих профілів квадратного перерізу, які заповнено бетоном, дозволила вивчити особливості їх роботи під навантаженням та встановити характер руйнування і деформативність запропонованих конструкцій.

За результатами експериментальних досліджень можна констатувати, що на величину прогинів значно вплинула схема завантаження та тип конструктивних елементів, із яких виконано ферми. Прогини сталевих зразків значно більші за відповідні прогини зразків, котрі виконано із сталевих профілів, заповнених бетоном.

Запропонована технологія виготовлення конструкцій із сталевих профілів, які заповнено бетоном, дозволяє утворювати надійні решітчасті елементи із застосуванням електрозварювання. Такі конструкції мають удвічі-втричі більшу несучу здатність, ніж аналогічні сталеві.

Несуча здатність дослідних зразків суттєво залежить від схеми завантаження. При завантаженні на стійки центральної секції конструкції із трубобетонними елементами (марка ТБС-3) виявилися міцнішими за металеві (марка ТПС-3) у 2,05–2,35 разу. При передачі навантаження за схемою 4 ця різниця склала 2,62 разу (серії ТПС-4 і ТБС-4). Значно міцнішими виявилися конструкції наскрізних безрозкісних ферм при завантаженні за схемою 4. Для ферм серій ТПС-3 та ТПС-4 ця різниця склала 45 %, а для серій ТБС-3 і ТБС-4 – 86–62 %.

Заповнення сталевих профілів бетоном дозволяє уникнути руйнування місць спирання конструкції.

Література

1. Стороженко, Л.І. Трубобетонні конструкції промислових будівель: монографія/ Л.І. Стороженко, В.Ф. Пенц, С.Г. Коришун. – Полтава: ПолтНТУ, 2008. – 202 с.
2. Стороженко, Л.І. Трубобетон: монографія/ Л.І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.І. Лапенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 306 с.
3. Опанасенко, О.В. Напружено-деформований стан сталобетонних рам каркасів промислових будівель: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ О.В. Опанасенко. – Х., 2006. – 22 с.
4. Методика експериментального дослідження наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном/ Пенц В.Ф., Богоста В.І. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. №38. – Одеса: ОДАБА, 2010. – С.491–496.

Надійшла до редакції 21.04. 2011

© В.Ф. Пенц, В.І. Богоста

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБАЕМЫХ СКВОЗНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КВАДРАТНЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

Приведены результаты экспериментальных исследований несущей способности и деформаций изгибаемых сквозных конструкций из квадратных стальных профилей, заполненных бетоном. Выявлен характер потери несущей способности исследуемых конструкций.

Ключевые слова: сквозные конструкции, несущая способность, деформация.

CARRYING CAPACITY AND DEFORMATION OF BENT THROUGH STRUCTURES MADE OF QUADRATIC STEEL SECTIONS FILLED WITH CONCRETE

It is given the results of experimental research in carrying capacity and deformation of bent through structures made of quadratic steel sections filled with concrete. As a result it was defined the character of loss of carrying capacity in tested structures.

Keywords: through structures, carrying capacity, deformation.